



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



Memoria de la

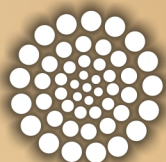
XVII Semana Internacional de Agronomía

ISBN: 968-6404-90-2



Comité Editorial

- Ph. D. Juan José Martínez Ríos
- Ph. D. Salvador Berúmen Padilla
- M.C. Jesús Martínez Trujillo
- M.C. Alejandro Martínez Ríos
- M.C. Manuel Vázquez Navarro



SEP-CONACYT

del 5 al 9 de Septiembre del 2005

Centro de Convenciones "Francisco Zarco"
Gómez Palacio, Dgo.



COCYTED



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



Memoria de la

XVII

Semana Internacional de Agronomía

ISBN: 968-6404-90-2



EDITORES:

Ph. D. Juan José Martínez Ríos
Ph. D. Salvador Berúmen Padilla
M.C. Jesús Martínez Trujillo
M.C. Alejandro Martínez Ríos
M.C. Manuel Vázquez Navarro

Artículos de las conferencias y carteles
presentados en el Centro de Convenciones
“Francisco Zarco” de la Ciudad de
Gómez Palacio, Dgo.,
Los días 7,8 y 9 de Septiembre del 2005

Para adquirir ejemplares de este documento dirijase a:
Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED
Dom. Conocido, Ej. Venecia Mpio. de Gómez Palacio, Dgo., México.
Apdo. Postal 1-142 Gómez Palacio, Dgo. 35000
Correo electrónico manliorr@hotmail.com
Tel. 01(871)711-8876; 711-8875; 711-8918



Diseño de Portada:

L.D.G. Beatriz Ileana Martínez Román

PRESENTACIÓN

La Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango pionera de las Ciencias Agropecuarias en la Comarca Lagunera, celebra con beneplácito el trigésimo segundo aniversario de su fundación mediante la realización de su decimoséptima edición consecutiva de su SEMANA INTERNACIONAL DE AGRONOMÍA.

Para la realización de nuestro magno evento, se ha requerido del entusiasmo, el talento y esfuerzo de toda la Comunidad Universitaria de esta Unidad Académica, a la gentileza de los conferencistas y de los participantes externos con trabajos de Investigación en la modalidad de cartel, así como al decidido apoyo de las Autoridades Centrales de la Universidad Juárez del Estado de Durango y al Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Durango. Esa conjunción de esfuerzos nos hace posible llevar a técnicos, estudiantes, productores y público en general a tratar temas prioritarios del sector agropecuario y tópicos de actualidad que afectan a nuestra región.

En el Ciclo de Conferencias de esta XVII Semana Internacional de Agronomía, reconocidos ponentes Regionales, Nacionales y del Extranjero, comparten generosamente con nosotros sus experiencias en tres ejes temáticos relativos a la Agricultura Orgánica, al Manejo Sustentable de Agostaderos y de Acuíferos. Generando con ello, un panorama amplio en los diversos aspectos que inciden sobre el desarrollo agropecuario sustentable de la de la Comarca Lagunera.

Por otro lado, la Sección de carteles se ve nuevamente enriquecida con importantes trabajos de investigadores de nuestra Facultad, de Instituciones Hermanas y de Dependencias dedicadas al ramo agropecuario, que han rebasado de gran manera al número esperado, lo que permite acrecentar el panorama que presenta el Ciclo de Conferencias y lo circunscribe al ámbito Regional.

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

M.C. MANLIO E. RAMÍREZ RAMÍREZ

Director de la Facultad de Agricultura y Zootecnia
y Presidente del Comité Organizador

NOTA IMPORTANTE DE LOS EDITORES

Para la edición de los artículos que aquí se presentan se proporcionó a los autores las instrucciones específicas sobre la extensión, tipo y tamaño de letra, procesador de palabras y formato en general, todo con la intención de facilitar el manejo de la información y poder presentar un documento homogéneo. Afortunadamente, en la mayoría de los trabajos se cumplieron las indicaciones, cuando no fue así, los editores acordaron ajustar a un formato y corregir algunos errores que a juicio de éstos eran necesarios. Sin embargo, la información original jamás se modificó y aunque pueden haberse cometido todavía algunos errores tipográficos, el contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores.

Por otro lado, la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango no avala ni certifica 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.

INDICE DE PONENCIAS

SECCIÓN DE CONFERENCIAS

INDICE DE PONENCIAS

SECCIÓN DE CONFERENCIAS

| | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| BALANCE HIDROLÓGICO EN ZONAS ÁRIDAS Y SUS REPERCUSIONES ECONÓMICAS | |
| Rodolfo Jasso Ibarra, José Luis González Barrios, Juan Estrada Ávalos e Ignacio Sánchez Cohen | 1 |
| MODELOS DE SIMULACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN EN MANEJO DE PASTIZALES | |
| Heriberto Díaz Solís | 9 |
| LOGROS Y AVANCES EN LA NUTRICIÓN DE RUMIANTES BAJO CONIDIONES DE LIBRE EN PASTOREO | |
| Manuel Murillo O., Arturo S Juárez Reyes, Ma. Andrea Cerrillo Soto | 19 |
| PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE TOMATE BAJO INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA | |
| Pedro Cano Ríos, Cándido Márquez Hernández, Uriel Figueroa Viramontes, Norma Rodríguez Dimas, Víctor Martínez Cueto y Alejandro Moreno Resendez | 30 |
| COLECTA DE SEMILLAS DE ZACATES NATIVOS: UNA OPCIÓN PARA LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA | |
| Ramón Gutiérrez Luna, Francisco G. Echavarría Ch. | 55 |
| EL USO DEL AGUA EN EL DESIERTO Y EL MAR DE CUATRO CIÉNEGAS. | |
| Valeria Souza, Laura Espinosa, Ana Escalante, Rene Cerritos, Luisa Falcón y Luis Eguiarte | 64 |
| PROGRAMA DE ENTIDADES DISPERSORAS: PLAN NACIONAL DE MICROCUENCAS | |
| Faustino Favila Favila | 69 |

INDICE DE PONENCIAS

SECCIÓN DE CARTELES

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE CALENDARIZACIÓN DE RIEGOS USADAS EN RIEGO POR GOTEO | |
| Román López Abel, Marco A. Inzunza Ibarra, S. Felipe Mendoza Moreno, Ernesto A. Catalán Valencia, Ignacio Sánchez Cohen | 77 |
| DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS EN <i>Ficus carica</i> VARIEDAD Misión | |
| Aguilera Ortiz Miguel, Alanis Guzmán María Guadalupe y Reza Vargas María del Carmen | 82 |
| REQUERIMIENTO NUTRIMENTAL DE FÓSFORO EN ALFALFA | |
| Rogelio A. Aldaco Nuncio, Juan Cruz Vazquez, Juan Cabrera Reyes, Jesús Olague Ramírez, J. Alfredo Montemayor Trejo, Ernesto Ruiz Cerda, Manuel Fortis Hernández | 87 |
| COMPORTAMIENTO DE TRES PROPIEDADES QUÍMICAS DE LODOS RESIDUALES BIOTRANSFORMADOS CON LOMBRICES <i>Eisenia foetida</i> | |
| Alejandro Moreno Reséndez, Elizabeth Medina Acosta, Julián Carrillo Reyes y Erika Franco Lara | 93 |
| LA VERMICOMPOSTA: UN MEDIO DE CRECIMIENTO POTENCIAL PARA EL DESARROLLO DE ESPECIES VEGETALES | |
| Alejandro Moreno Reséndez, Pedro Cano Ríos, Norma Rodríguez Dimas | 99 |
| SISTEMAS DE LABRANZA Y ABONOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO | |
| Alfonso Avalos Marines, José Dimas López Martínez, Enrique Martínez Rubín de Celis | 104 |
| COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DEL SUELO BAJO CONDICIONES DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y NIVELES DE RIEGO. | |
| Salvador Berúmen Padilla; Manuel Maldonado García; Rafael Figueroa Viramontes; Enrique Salazar Sosa; José Dimas López Martínez; Cirilo Vázquez Vázquez | 112 |
| ESTUDIO AMBIENTAL PARA EL MANEJO DEL VENADO COLA BLANCA EN AGUA NUEVA, MUNICIPIO SAN JUAN DE GUADALUPE, DGO | |
| Blando-Navarrete José L., Leonides B. Mónica, Valencia C. C. Manuel, Gerardo Jiménez G. | 119 |
| VARIACIÓN ESTACIONAL DEL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE ORÉGANO (<i>Lippia berlandieri</i> Schawer) EN DOS SUBSTRATOS | |
| J. L. Blando-Navarrete, B. C. Luengas-Jiménez y Bautista-Barrón Brenda E. | 131 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| EFFECTO DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE TOMATE BAJO INVERNADERO | |
| Cándido Márquez Hernández y Pedro Cano Ríos | 139 |
| PRODUCCIÓN DE TOMATE EN SUSTRATO DE VERMICOMPOSTA/ARENA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO | |
| Norma Rodríguez Dimas, Pedro Cano Ríos y Esteban Favela Chávez | 145 |
| APLICACIÓN COMPUTACIONAL EN RED PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS DEMANDAS DE AGUA Y LA CALENDARIZACIÓN DE LOS RIEGOS DE LOS CULTIVOS EN LOS DISTRITOS DE RIEGO DEL PAÍS | |
| Ernesto A. Catalán Valencia, Ignacio Sánchez Cohen, Magdalena Villa Castorena, Marco A. Inzunza Ibarra, Segundo F. Mendoza Moreno | 151 |
| COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE CABRAS BOER Y BOER X NUBIA. I. DISTRIBUCION CIRCANUAL DE EMPADRES | |
| C. A. Meza-Herrera, C. Romero-Vega, y A. Gómez-González | 158 |
| COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE CABRAS BOER Y BOER X NUBIA. II. TAMAÑO DE CAMADA | |
| C. A. Meza-Herrera, O. Torres-Reza, A. Gómez-González | 164 |
| SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE CARTAMO (<i>Carthamus tinctorius</i> L) POR INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE | |
| J. Santiago Valenzuela Rey, Manlio E. Ramírez Ramírez, Miguel Fernando Sánchez, Alejandro Martínez Ríos y Armando Espinoza Banda | 171 |
| EFFECTO DEL THIDIAZURON EN LA BROTAION Y PRODUCCION DEL NOGAL PECANERO, EN LA COMARCA LAGUNERA | |
| Ma. del Consuelo Medina Morales | 177 |
| CONCENTRACIÓN DE NUTRIMENTOS EN DOS ETAPAS FENOLOGICAS Y DOS TEJIDOS EN CUATRO CULTIVARES DE VID, EN LA COMARCA LAGUNERA. | |
| Ma. del Consuelo Medina Morales | 182 |
| DISTRIBUCIÓN DE MATERIA SECA Y CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA DE DOS VARIEDADES DE KENAF (<i>Hibiscus cannabinus</i> L.) PARA FORRAJE EN TRES EDADES | |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| David G. Reta Sánchez, José A. Cueto Wong, Jesús Santamaría Cesar, Juan Francisco José Chávez González | 186 |
| RENDIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIA SECA DE DOS GENOTIPOS DE KENAF (<i>Hibiscus cannabinus L.</i>) DURANTE EL CICLO DE VERANO EN LA COMARCA LAGUNERA | |
| David G. Reta Sánchez, Sarel Cruz Cruz, Arturo Palomo Gil | 191 |
| EVALUACION DE GENOTIPOS DE MAIZ EN SURCOS ESTRECHOS PARA PRODUCCION DE FORRAJE | |
| José Dimas López Martínez, Maribel Gómez Molina | 196 |
| EVALUACIÓN DE LABRANZA Y FERTILIZACION SOBRE HUMEDAD DEL SUELO Y RENDIMIENTO DE FORRAJE EN MAIZ | |
| José Dimas López Martínez, Alfonso Avalos Marines, Cirilo Vazquez V., Enrique Salazar Sosa Rafael Zúñiga Tarango | 200 |
| EVALUACIÓN DE CRUZAS INTERVARIETALES DE MAÍZ (<i>Zea mays L.</i>) EN AMBIENTES DE LA COMARCA LAGUNERA COAHUILA- DURANGO | |
| Emiliano Gutiérrez del Río, Armando Espinoza Banda Arturo Palomo Gil y María Elva Ortiz Pérez | 205 |
| SELECCIÓN DE LÍNEAS S1 DERIVADAS DE MAÍZ CRIOLLO X QPM | |
| Armando Espinoza Banda, Arturo Palomo Gil, Emiliano Gutiérrez Del Río, José Jaime Lozano García y C. Manuel Valencia Castro | 211 |
| CARACTERIZACIÓN DEL FINANCIAMIENTO OTORGADO A LAS ALIANZAS PÚBLICO-PRIVADAS PARA LA INVESTIGACIÓN AGROINDUSTRIAL | |
| José de Jesús Espinoza Arellano, Ignacio Orona Castillo y Homero Salinas González | 217 |
| ASPECTOS SOBRE LA COMERCIALIZACIÓN DEL CHILE JALAPEÑO EN EL ESTADO DE ZACATECAS | |
| José de Jesús Espinoza Arellano, Ignacio Orona Castillo y Homero Salinas González | 223 |
| RENDIMIENTO Y CALIDAD DE ALGODÓN (<i>Gossypium hirsutum L.</i>) SEMBRADO EN SURCOS ULTRA ESTRECHOS CON LA VARIEDAD NuCOTN 35B | |

Eulalio Delgado Rico, Cirilo Vázquez Vázquez, Salvador Godoy Ávila, Enrique Salazar Sosa, José D. López Martínez, Rafael Figueroa Viramontes 228

EFFECTO DE LA ALTURA DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ PARA FORRAJE Y CALIDAD NUTRICIONAL.

Rodolfo Faz Contreras, Gregorio Núñez Hernández y Francisco Contreras Govea 233

EFICIENCIA EN USO DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE ENSILADOS DE MAÍZ DE ALTO VALOR ENERGÉTICO.

Rodolfo Faz Conteras, Gregorio Núñez H. y Juan Guillermo Martínez 237

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE LA RECARGA DE LOS ACUÍFEROS DEL ESTADO DE ZACATECAS.

Bustamante Wilson, Juan Gerardo, Echavarría Chaírez, Francisco Guadalupe ; Cabral Arellano, Francisco Javier ; Serna Pérez, Alfonso ; Mojarro Dávila, Francisco ; Bañuelos Valenzuela, Rómulo 242

POTENCIAL DE LOS SUELOS EN LA COMARCA LAGUNERA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CULTIVOS FORRAJEROS ALTERNATIVOS

J. Francisco J. Chávez G. J. Santamaría César, D. G. Reta Sánchez J. A. Cueto Wong 249

EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL DEL CHILE JALAPEÑO CON ACOLCHADO PLASTICO Y NIVELES DE HUMEDAD IRRIGADO CON CINTILLA

S. Felipe Mendoza Moreno, Marco A. Inzunza Ibarra, Ma. Magdalena Villa Castorena, Ernesto A. Catalán Valencia, Abel Román López e Ignacio Sánchez Cohen 255

DISPONIBILIDAD Y USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA DE RIEGO EN LA LAGUNA

Manuel Fortis Hernández, Salazar Sosa, E, Orona Castillo, Ignacio, Montemayor Trejo, J.A, Olague Ramírez, Jesús, Aldaco Nuncio R. y Rodríguez Ríos, J.C. 260

CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DETECTADA EN FRUTOS DE MELÓN Y MANIPULADORES EN CAMPO

Adrián Vega Piña, Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, María Alejandra Chavira Zúñiga, María de Lourdes Froto Madariaga, Silvia Guadalupe Fernandez

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Michel, Manuel Ramírez Pérez, Pedro Cano Rios, Urbano Nava Camberos, Florencio Jiménez Díaz | 267 |
| COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN FRUTOS DE MELON (<i>Cucumis melo L.</i>) COLECTADOS EN DIFERENTES CENTROS COMERCIALES | |
| María de Lourdes Froto Madariaga, Adrián Vega Piña, María Alejandra Chavira Zúñiga, Silvia Guadalupe Fernandez Michel, Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, Manuel Ramírez Pérez, Pedro Cano Rios, Urbano Nava Camberos, Florencio Jiménez Díaz | 272 |
| VALIDACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS DE ZACATE BUFFEL EN CURVAS A NIVEL EN MATORRALES MICRÓFILOS DE LA REGIÓN NORTE CENTRO. | |
| Gerardo García Espino, Francisco O. Carrete Carrón, Pedro Andrade Sánchez, Sergio A. Ortega Rodríguez y Juan C. Flores Martínez | 276 |
| EL MANEJO DE EXCRETAS PORCINAS Y SU RELACIÓN CON LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN EL BAJIO GUANAJUATENSE | |
| Gerardo Barrera Camacho, Gerardo Salazar Gutiérrez, Juan G. Martínez Rodríguez | 280 |
| RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL (RGS) EN EL NOGAL PECANERO DURANTE EL CRECIMIENTO Y LLENADO DE LA ALMENDRA. | |
| Claudio Godoy Ávila., Isidro Reyes Juárez y Rodolfo Faz Contreras | 285 |
| PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE CEREALES DE GRANO PEQUEÑO CAPUCHONES (sin aristas) EN LA REGIÓN LAGUNERA EN INVIERNO | |
| Gregorio Núñez Hernández y Rodolfo Faz Contreras | 290 |
| HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA FORRAJE CON ALTO RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL. II. AGUASCALIENTES | |
| Fernando González Castañeda, Alfonso Peña Ramos y Gregorio Núñez Hernández | 295 |
| HIBRIDOS DE MAÍZ PARA FORRAJE DE ALTO RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL. I REGIÓN LAGUNERA | |
| Gregorio Núñez Hernández, Rodolfo Faz Contreras, Fernando González Castañeda y Alfonso Peña Ramos | 301 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| CALIBRACIÓN, VALIDACIÓN Y UTILIZACIÓN DE ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA EN EL INFRAROJO CERCANO (NIRS) PARA EVALUAR HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA FORRAJE Jesús Arturo Payán García, Gregorio Núñez Hernández, Oscar Ruiz Barrera, Rodolfo Faz Contreras y Isidro Reyes Juárez | 306 |
| FLORACIÓN, CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN CALABACITA <i>Cucurbita pepo</i> L. POR APLICACIÓN DE ETILENO Y USO DE AGROPLÁSTICOS J. Hernández-Dávila ; V. Robledo-Torres; J. G. Ramírez-Mezquitic; E. Bacópulos-Téllez; J. M. Ramírez-Cerda; L. M. Durón-Ochoa | 311 |
| REGRESIÓN, CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE SENDERO PARA PREDECIR LA FLORACIÓN EN CILANTRO <i>Coriandrum sativum</i> L. José Hernández Dávila, Valentín Robledo Torres, Adalberto Benavides Mendoza, Elyn Bacópulos Téllez, Víctor Reyes Salas, J. G. Ramírez Mezquitic | 317 |
| CALIBRACION DE CAMPO DE FUENTES RADIOACTIVAS PARA ESTIMAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Marco A. Inzunza Ibarra, Magdalena Villa Castorena, Ernesto Catalán Valencia, Abel Román López y Felipe Mendoza Moreno | 323 |
| FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE LA ALFALFA AL REGIMEN DE HUMEDAD DEL SUELO: TRES AÑOS DE ESTUDIO Marco A. Inzunza Ibarra, M. Magdalena Villa Castorena, S. Felipe Mendoza Moreno y Ernesto A. Catalán Valencia | 329 |
| AVANCES EN LA EVALUACIÓN DE LA RECREACIÓN Y SUS IMPACTOS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA MAPIMÍ Ivo García Gutiérrez, Juan G. Martínez Rodríguez | 334 |
| UTILIZACIÓN DEL NOPAL (<i>Opuntia megacantha</i>) EN SUSTITUCIÓN DE ALFALFA EN DIETAS PARA CABRAS LACTANTES. CONSUMO Y RUMIA. Romero-Paredes Rubio Jaime Isaías, Ramírez Lozano Roque Gonzalo, Mazuca Nájera Rosa María, Cano Ríos Pedro | 342 |
| ESTABLECIMIENTO DE UNA AGROEMPRESA PRODUCTORA DE LOMBRICULTURA Zúñiga Enriquez, Juan Carlos y Adolfo Ortegón Perez | 347 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| PRODUCCIÓN DE FORRAJE CON NUEVOS HÍBRIDOS DE MAIZ SEMBRADOS EN SURCOS ESTRECHOS EN LA REGIÓN LAGUNERA José S. Carrillo A., David Gpe. Reta S., Jesús Santamaría C., J. Francisco J. Chávez G. Pedro Cano R. | 352 |
| PRODUCCIÓN DE CHILE ANCHO CON RIEGO POR GOTEO Y DIFERENTES COLORES DE ACOLCHADO. Josefina Martínez S. Tomas Medina C. Marco A. Vuelvas C. | 359 |
| CAMBIOS EN LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL MUNICIPIO DE LERDO, DURANGO, MEDIANTE IMÁGENES LANDSAT TM Martínez-Ríos Juan J., Valencia-Castro, Celso M., Quiñones V. Jesús J. y Edmundo Castellanos P. | 365 |
| FERTILIZACIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE PARA TRANSPLANTE EN INVERNADERO Magdalena Villa Castorena, Ernesto A. Catalán Valencia, Marco A. Inzunza Ibarra y S. Felipe Mendoza Moreno | 371 |
| VARIACIONES ESTACIONALES DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL DEL MACHO CABRIO CRIOLLO DEL ALTIPLANO MEXICANO EXPLOTADO BAJO CONDICIONES EXTENSIVAS Flores, M. J., Echavarría, F.G., Salinas, H. | 377 |
| CALIBRACIÓN DEL MODELO HIDROLÓGICO SWAT EN LA CUENCA DEL RÍO SEXTIN Juan G. Martínez Rodríguez, Ramón Trucíos Caciano | 382 |
| CUANTIFICACIÓN ESPACIO - TEMPORAL DE LA CONCENTRACIÓN DE ARSENICO EN EL ACUÍFERO PRINCIPAL, COMARCA LAGUNERA Juan G. Martínez Rodríguez, Miguel Rivera González y Rodolfo Faz C. | 388 |
| CUANTIFICACIÓN DE LA DEGRADACIÓN ANTROPOGÉNICA DEL SUELO EN EL ESTADO DE DURANGO. Juan G. Martínez Rodríguez, Andrés Quiñones Chávez y Pedro Andrade Sánchez | 396 |
| LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO SUBTERRÁNEA EN HUERTAS DE NOGAL DE LA REGIÓN LAGUNERA Miguel Rivera González, Ignacio Orona Castillo y Guillermo González Cervantes | 402 |
| PROGRAMA PARA OBTENER FUNCIONES DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS REGADOS CON AGUAS SALINAS (MODELSAL) Miguel Rivera González, Juan Guillermo Martínez Rodríguez y Miguel Palomo Rodríguez | 407 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA SALINIDAD DEL SUELO EN GOTEO SUBSUPERFICIAL | |
| Miguel Rivera González, Juan Estrada Avalos y José A. Cueto Wong | 413 |
| CONSUMO DE AGUA EN LA ALFALFA DURANTE EL ESTABLECIMIENTO CON RIEGO SUBSUPERFICIAL | |
| Montemayor Trejo José Alfredo., Aguirre Aguiluz Herman Walter., Huerta Rincón Anastacia., Olague Ramírez Jesús., Castruita López Jesús | 417 |
| ESTRÉS HÍDRICO DEL MAÍZ INFERIDO A TRAVÉS DE LA TEMPERATURA DEL FOLLAJE | |
| Elizabeth Gallegos Gutiérrez, Edmundo Castellanos Pérez, Rafael Figueroa Viramontes y Salvador Berumen Padilla | 421 |
| COSTO ECONÓMICO DEL CONTROL DEL GATUÑO (<i>Mimosa biuncifera</i>) A DIFERENTES DENSIDADES Y COBERTURA AÉREA | |
| Edmundo Castellanos Pérez, Jesús J. Quiñones Vera, C. Manuel Valencia Castro y Juan J. Martínez Ríos | 427 |
| CINÉTICA DE LA DEGRADACIÓN RUMINAL IN SITU DEL FORRAJE CONSUMIDO POR BOVINOS EN UN PASTIZAL MEDIANO ARBOSUFRUTESENTE EN CUATRO ESTACIONES DEL AÑO | |
| Reyes Estrada Osvaldo, Manuel Murillo Ortiz, Arturo S Juárez Reyes, Andrea Cerrillo Soto, Gumaro Nevarez Carrasco y Esperanza Herrera Torres | 432 |
| RESPUESTA DE LA VACUNA Rev.- DE <i>Brucella melitensis</i> EN REBAÑOS CAPRINOS EN EL MPIO. DE TLAHUALILO, DURANGO, MEXICO | |
| Ricardo Montañez Machado., Edmundo Castellanos Pérez., Celso M. Valencia Castro., Jesús J. Quiñones Vera | 436 |
| PRODUCCIÓN DE ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) Y CUANTIFICACIÓN DE FOSFORO EN TEJIDO VEGETAL CON RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL | |
| Olague Ramírez Jesús, Montemayor Trejo José A., Aldaco Nuncio Rogelio A., Onofre Sánchez Hugo A., Fortis Hernández Manuel, Cabrera Reyes Juan | 439 |
| INFLUENCIA DE DOS SISTEMAS LABRANZA MINIMA Y TRADICIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE ZACATE BUFFEL cv. Común (<i>Cenchrus ciliaris</i> (L)) EN EMPLEANDO CURVAS A NIVEL CON RELACION : EN EL SUR OESTE DE COAHUILA. MEXICO | |
| Eduardo C. Olhagaray R Gerardo Esparza Chávez, Federico Vega Sotelo | 445 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN CABRAS ANGLO | |
| NUVIAS CRIOLLAS EN EL GGAVATT-INIFAP J. E. GARCIA. DGO. MEXICO | |
| Eduardo C. Olhagaray Rivera Jaime R. Paredes Rubio | 452 |
| | |
| LA PRODUCCION DE FORRAJES EN LA ZONA DE RESERVA DE AGUA POTABLE DE LA COMARCA LAGUNERA. | |
| Ignacio Orona C., J. Antonio Cueto W., J. J. Espinoza A., Guillermo González C., y Miguel Rivera G. | 459 |
| | |
| LA DOSIS DE NITRÓGENO Y EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DE NUEVAS VARIEDADES DE ALGODÓN | |
| Arturo Palomo Gil, Jorge A. Orozco Vidal, Armando Espinoza Banda, Emiliano Gutiérrez del Río, Roger A. Rodríguez Camacho y Oralia Antuna Grijalva | 465 |
| | |
| ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE VARIEDADES DE ALGODÓN DE HOJA NORMAL Y TIPO OKRA | |
| Arturo Palomo Gil, Jorge A. Orozco Vidal, Emiliano Gutiérrez del Río, Armando Espinoza Banda y Roger A. | 470 |
| | |
| ENSALITRAMIENTO DE SUELOS POR FRECUENCIAS DE RIEGO AL UTILIZAR AGUA ALTAMENTE SALINA EN ALGODONERO | |
| Miguel Palomo Rodríguez, Uriel Figueroa Viramontes | 475 |
| | |
| TOLERANCIA A SALINIDAD DE GENOTIPOS DE CANOLA (<i>Brassica napus</i> y <i>rapa</i>) EN ETAPAS TEMPRANAS DE DESARROLLO | |
| Miguel Palomo Rodríguez, Uriel Figueroa Viramontes | 481 |
| | |
| MANEJO EFICIENTE DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO MAÍZ | |
| Pedro Ortiz Franco, Martha I. Valverde Flores y Miguel Palomo Rodríguez | 487 |
| | |
| CAMBIOS EN LOS CONTENIDOS DE MACRO Y MICROELEMENTOS POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOSOLIDOS EN UN SUELO ARENOSO. | |
| María del Carmen Potisek Talavera, Uriel Figueroa Viramontes, Rodolfo Jasso Ibarra, Guillermo González Cervantes, José Villanueva Díaz | 494 |
| | |
| TASAS DE INFILTRACIÓN DE AGUA EN EL SUELO Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN UN PASTIZAL DE SABANA EN BAJÍOS DEL NORTE DE DURANGO | |
| Jesús José Quiñones Vera, Celso Manuel Valencia Castro, Edmundo | |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Castellanos Pérez, Teodoro Sánchez Olvera, Juan José Martínez Ríos, Ma. de Jesús Hernández Carrillo | 501 |
| PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y DESARROLLO DEL CULTIVO DEL KENAF (<i>Hibiscus cannabinus</i> L.) BAJO TRES LÁMINAS DE RIEGO EN LA COMARCA LAGUNERA | |
| Figueroa Viramontes, R., Reta Sánchez D., Berúmen Padilla S., Gallegos Ponce A., Cabral Valdez F., Luna Hernández H. y García Martínez J. | 509 |
| FORRAJE DISPONIBLE DE CHAMIZO (<i>Atriplex canescens</i> Pursh, Nutt) Y SU UTILIZACIÓN POR CABRAS EN LACTANCIA | |
| Jaime Isaías Romero-Paredes Rubio, Ramiro Gonzalo Ramírez Lozano | 515 |
| DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS SABINOS (<i>Taxodium mucronatum</i> <i>Ten.</i>) EN LA PARTE BAJA DEL RÍO NAZAS | |
| Roque Morán Martínez, José Villanueva Díaz, Julián Cerano Paredes | 518 |
| MEDICIÓN DEL ESTADO FÍSICO-MECÁNICO DEL SUELO EN LA REGIÓN LAGUNERA | |
| Moreno Seceña Juan Carlos, Martínez Rubín de Celis Enrique, Andrade Sánchez Pedro | 525 |
| DISEÑO Y COSTRUCCIÓN DE UN BASTIDOR PARA MEDICIONES DEL ESTADO FÍSICO-MECÁNICO DEL SUELO | |
| Moreno Seceña Juan Carlos, Andrade Sánchez Pedro, Martínez Rubín de Celis Enrique | 532 |
| pH y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE UN SUELO REGADO CON DIFERENTES AGUAS TRATADAS | |
| Vera Velasco Patricia, Martínez Rubín de Celis Enrique, López Martínez José Dimas, Aldaco Nuncio Rogelio, Frías Ramírez José | 538 |
| PRODUCCIÓN DE ALFALFA (<i>Medicago sativa</i> L.) Y SU RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL BOVINO BAJO RIEGO POR GOTEÓ | |
| Salazar Sosa Enrique, Trejo Escareño Héctor Idilio, Vázquez v. Cirilo, López Martínez J. Dimas, Fortis Hernández Manuel | 544 |
| POTENCIAL PRODUCTIVO DE PIGEON PEA (<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.) COMO CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA | |
| J. Santamaría César, David G. Reta S., F. J. Chávez G., J. A. Cueto Wong | 548 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| POTENCIAL PRODUCTIVO DE COWPEA (<i>Vigna unguiculata L.</i>) COMO CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA J. Santamaría César, David G. Reta S., F. J. Chávez G., J. A. Cueto Wong | 554 |
| POTENCIAL PRODUCTIVO DE CANOLA (<i>Brassica napus L.</i>) COMO CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA J. Santamaría César, David G. Reta S., F. J. Chávez G., J. A. Cueto Wong | 560 |
| COMPORTAMIENTO Y NITRÓGENO UREICO EN CABRAS JÓVENES ALIMENTADAS CON RASTROJO DE MAÍZ AMONIFICADO Y SUPLEMENTADAS CON HARINA DE SOYA Daniel Torres Romero y J. Santos Serrato Corona | 566 |
| EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN PROTEICA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DEL RASTROJO DE MAIZ AMONIFICADO EN CABRAS JÓVENES Daniel Torres Romero, J. Santos Serrato Corona y Francisco Raúl Solorio Sánchez | 571 |
| EI ANÁLISIS FODA COMO PUNTO DE PARTIDA, EN LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS PRODUCTIVOS EN LAS FAMIEMPRESAS DE CAPRINOCULTORES DE LA COMARCA LAGUNERA Solorio Sánchez, Francisco R. y Serrato Corona J. S. | 576 |
| SUPLEMENTACIÓN DE CABRAS EN LACTACIÓN CON DOS TIPOS DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES EN UN SISTEMA EXTENSIVO Teodoro Sánchez Olvera., J.J. Quiñones Vera y O. A. Herrera Espinoza | 581 |
| PRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO DE DOS GRAMÍNEAS FORRAJERAS EN SEIS PERIODOS DE DESARROLLO EN CONDICIONES HIDROPONICAS Y DE INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA Sánchez Olvera T., J.J. Quiñones Vera y Y. Bernal Rosado | 586 |
| ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LOS TIPOS DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES USADOS POR LAS EXPLOTACIONES BOVINAS LECHERAS EN LA COMARCA LAGUNERA Sánchez Olvera T., L. M. Estrada Arellano y S. S. Pérez Hernández | 593 |
| LA SUSTENTABILIDAD COMO POLÍTICA DE DESARROLLO Tomas Martínez Saldaña y Josefina Martínez Saldaña | 598 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| IDENTIFICACIÓN Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DE CHRYSOPIDAE ASOCIADAS A MAÍZ FORRAJERO EN LA COMARCA LAGUNERA | |
| Manuel Ramírez Delgado, José I. López Arroyo y Urbano Nava Camberos ... | 607 |
| PATRONES DE INFESTACIÓN DE ARAÑA ROJA EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA DE MAÍZ FORRAJERO | |
| Urbano Nava Camberos, Gregorio Núñez Hernández, Emigdio Morales Oláis y Ma. de Lourdes Escobedo Altamirano | 611 |
| OPTIMIZACIÓN DE ESTIÉRCOL BOVINO EN LA PRODUCCION DE CULTIVOS FORRAJEROS | |
| Uriel Figueroa Viramontes, Rodolfo Faz Contreras, H. Mario Quiroga Garza, J. Antonio Cueto Wong José Luis Márquez Rojas, Arturo Palomo Gil | 616 |
| EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOSOLIDOS EN LA SALINIDAD DEL SUELO | |
| Uriel Figueroa Viramontes, María del Carmen Potisek Talavera y Rodolfo Jasso Ibarra | 622 |
| MODIFICACIÓN DEL MATORRAL DESÉRTICO POR LA GANADERÍA EJIDAL EN EL “SEMIDESIERTO” LAGUNERO | |
| Valencia C. C. M., J. J. Quiñones V., J. J. Martínez R., G. Jiménez G., E. Castellanos P., J. L. Blando N. | 628 |
| EVALUACIÓN FINANCIERA EN DOS SISTEMAS DE RIEGO: GOTEJO DE BAJA PRESIÓN Y MULTICOMPUERTAS EN MAÍZ EN EL DDR 006 CUAUHTEMOC. | |
| Martha I. Valverde Flores y Pedro Ortiz Franco | 634 |
| EL ACARO (<i>Aceria mangiferae</i> Sayed) DEL MANGO (<i>Mangifera indica</i> L.) EN DIFERENTES AMBIENTES DE MICHOACÁN, MEXICO. | |
| Adrián Vega Piña, Javier Mercado, Cesar Augusto Treviño de la Fuente, Xavier Chávez Contreras, Armando López-Acosta | 645 |
| PRÁCTICAS AGRÍCOLAS QUE AFECTAN LA CALIDAD SANITARIA DEL MELON (<i>Cucumis melo</i> L.) EN LA COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA Y DURANGO, MEXICO. | |
| Adrián Vega Piña, Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, Urbano Nava Camberos, Pedro Cano Rios, Florencio Jiménez Díaz, Arnulfo Sifuentes Ibarra | 651 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ALGUNOS SITIOS CON ARBOLADO VIEJO Y SU POTENCIAL DENDROECOLÓGICO EN EL NORTE-CENTRO DE MEXICO | |
| José Villanueva Díaz, Julián Cerano Paredes, Roque Morán Martínez | 656 |
| TRES SIGLOS DE PRECIPITACIÓN RECONSTRUIDA INVIERNO-PRIMAVERA PARA LA REGIÓN DE CUATROCIÉNEGAS, COAHUILA. | |
| José Villanueva Díaz, Julián Cerano Paredes, Juan Estrada Ávalos, Roque Morán Martínez | 664 |
| HÍBRIDOS SIMPLES DE MAÍZ FORRAJERO PARA LA COMARCA LAGUNERA. | |
| Raúl Wong Romero, Emiliano Gutiérrez del Río, Arturo Palomo Gil, Sergio Rodríguez Herrera, Armando Espinoza B., J. Jaime Lozano Garcia | 671 |
| RAZAS FISIOLÓGICAS DE LA CENICILLA <i>Podosphaera xanthii</i> (sin. <i>Sphaerotheca fuliginea</i>) EN LA REGIÓN LAGUNERA | |
| Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, Pedro Cano Ríos, Florencio Jiménez Díaz, y Adrián Vega Piña | 676 |
| ENFERMEDADES FOLIARES DEL TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) Y SU RELACIÓN CON GENOTIPOS Y FUENTES DE FERTILIZACIÓN | |
| Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, Pedro Cano Ríos y Cándido Márquez Hernández | 681 |
| EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MELÓN A LA CENICILLA <i>Podosphaera xanthii</i> (sin. <i>Sphaerotheca fuliginea</i>) EN LA REGIÓN LAGUNERA | |
| Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, y Pedro Cano Ríos | 687 |
| DORADO DEL FRUTO. NUEVA SINTOMATOLOGÍA EN EL CULTIVO DE CHILE EN LA REGIÓN LAGUNERA | |
| Yasmin I. Chew Madinaveitia, Adrián Vega Piña y Florencio Jiménez Díaz | 691 |
| POTENCIAL DE USO DEL AGUA DE RIEGO EN LA COMARCA LAGUNERA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CULTIVOS FORRAJEROS ALTERNATIVOS | |
| J. Francisco J. Chávez G., J. Santamaría César, D. G. Reta Sanchez, J. A. Cueto W. | 696 |
| IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS EN LA CALIDAD DE LA DIETA CONSUMIDA POR OVINOS EN PASTOREO A TRAVÉS DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN SITU</i> | |

Juárez, Reyes. A. S., Murillo O. M, Sánchez, L. A, Elizalde, S. A, Nevarez, C.
G, Arzola, NJ, Montoya, E. R, Cerrillo, S. M. A. **702**

SECCIÓN DE CONFERENCIAS

BALANCE HIDROLÓGICO EN ZONAS ÁRIDAS Y SUS REPERCUSIONES ECONÓMICAS

**Rodolfo Jasso Ibarra⁽¹⁾, José Luis González Barrios⁽²⁾,
Juan Estrada Avalos⁽²⁾ e Ignacio Sánchez Cohen⁽²⁾**

⁽¹⁾ Investigador del Campo Experimental Delicias, INIFAP. jasso.rodolfo@inifap.gob.mx

⁽²⁾ Investigador del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Manejo Integral del Agua y Productividad Sostenible, INIFAP (Antes CENID RASPA)

INTRODUCCIÓN

En la medida que crece la población humana la presión sobre los recursos suelo y agua crece dada la necesidad de satisfacer demandas en las actividades agrícolas, industriales, urbanas y recreativas. La presión no sólo es por la disponibilidad en volumen por persona, sino también porque deben cumplirse parámetros de calidad que garanticen estabilidad en salud pública, funcionamiento de los ecosistemas, rentabilidad en las cadenas de producción, desde los sistemas de producción primaria y directa, hasta los procesos de transformación de materias primas. En este sentido cobran especial importancia los sistemas agroindustriales dada la gran cantidad de agua que demandan y el riesgo de contaminación del entorno. La toma de decisiones para dar respuesta a las interrogantes sobre disponibilidad y conservación de la calidad debe basarse en un conocimiento preciso del balance hidrológico con todas sus consideraciones, no sólo en términos de flujo de agua, sino también de los aspectos relacionados con su calidad y aún más, de las repercusiones económicas y sociales que se producen en los esquemas de manejo y uso del recurso.

El balance hidrológico es una analogía del balance financiero; mientras que en el segundo el espacio de análisis es una empresa, en el primero es una cuenca donde se presentan procesos que significan insumos o entradas y procesos que significan productos o salidas. En una cuenca hidrológica las entradas de agua son la lluvia en todas sus formas y el escurrimiento subterráneo, que puede provenir de una cuenca vecina si el arreglo geológico lo permite, o de una cuenca lejana, si existe conexión en estratos profundos del perfil del suelo. El escurrimiento superficial se descarta aquí por tratarse de límites altitudinales que lo impiden. Por su parte, las salidas incluyen la evapotranspiración, la percolación profunda y el flujo superficial que emigran de los límites de la cuenca. La evapotranspiración se compone del agua que el follaje intercepta y el agua que se almacena en los estratos donde las raíces absorben agua; esta última fluye hacia la atmósfera a través de los tejidos vegetales o de manera directa desde los intersticios del suelo. Matemáticamente, en un balance hidrológico, la suma de las entradas debe ser igual a la suma de las salidas. Desde el punto de vista práctico,

si emigran cantidades mayores de agua que las que ingresan a una cuenca, las reservas decrecen lo que se observa en la evolución del nivel medio de bombeo de las aguas subterráneas y en el volumen de embalse en las presas dentro de una cuenca.

Si en un balance financiero el costo de los insumos es igual al valor de los productos la rentabilidad es nula; esto no es deseable en ninguna empresa porque lo que se busca es que el valor de los productos sea superior al costo de los insumos. Si en un balance hidrológico se extrae más agua que la que ingresa las reservas se reducen poniendo en riesgo la permanencia de los sistemas de producción, encareciendo el agua como insumo si ésta proviene del subsuelo y deteriorando su calidad y la funcionalidad de los ecosistemas que dependen de ella. Por lo tanto, los límites de rentabilidad deben supeditarse a la estabilidad hidrológica a fin de orientar las cadenas productivas a que sean sustentables.

Los sistemas de aprovechamiento del agua a lo largo del gradiente hidrológico muestran diferencias notables. En la zona de captación son comunes los aprovechamientos forestales maderables, la ganadería extensiva y en menor medida la agricultura de temporal. En el primer caso se aprovecha el agua de lluvia vía producción primaria en forma de madera; en el segundo, es forraje y se intercepta parte del agua de escurrimiento para abrevadero del ganado y en el tercero se modifican las propiedades físicas del suelo para incrementar la infiltración reduciendo el escurrimiento superficial. Por su parte, en la zona de consumo se practica la agricultura de riego en sistemas de producción tecnificados, que generan bienes para consumo directo como las hortalizas, frutales y cereales y bienes para su industrialización como los forrajes y fibras.

En los sistemas forestales la productividad primaria adquiere valor al procesar la madera; en los pecuarios, al convertirla en productos cárnicos y lácteos; en los agrícolas en bienes de consumo humano y de ganado. En la medida que se incrementa la cantidad de insumos, se le agrega valor al recurso que se emplea en su producción. El precio de los productos quedará sujeto a las relaciones de oferta y demanda, lo que marcará la rentabilidad del sistema de producción. Entonces el valor del recurso y la rentabilidad de los sistemas de producción son dos indicadores económicos de las actividades productivas que dependen del flujo de agua en la naturaleza. La presente participación muestra algunos indicadores económicos del uso del agua en los diferentes escenarios de utilización del agua a lo largo del gradiente hidrológico, con especial énfasis en la cuenca del Río Nazas, incluyendo los sistemas de aprovechamiento del agua de lluvia, de agua superficial y de agua subterránea.

EL BALANCE HIDROLÓGICO EN ZONAS ÁRIDAS

De los procesos de entrada, la precipitación es relativamente fácil de cuantificar y en el país existe una base de datos muy importante (Quintas, 2001) de donde se desprende que en las áreas designadas como áridas y semiáridas la lluvia total anual es del orden de los 200 a los 600 milímetros, con un 70 a 90 por ciento en los meses del período de huracanes, de junio a octubre. Es muy evidente la variabilidad espacial y temporal de la precipitación; la primera está relacionada con la latitud, elevación y distancia a los litorales. Esto hace que las zonas áridas de México presenten esa variabilidad que se ha reportado en otros trabajos (Jasso y Royo, 2005; Jasso-Ibarra et al., 2005). La variabilidad en tiempo muestra que a partir de 1992 la cantidad de lluvia del verano se ha reducido de manera significativa principalmente en la Cuenca alta del río Nazas (Jasso et al., 2001) y en la parte central del Estado de Chihuahua mientras que se observó un incremento en el sur del estado de Chihuahua y norte de Durango (Jasso-Ibarra et al, 2005).

Desde el punto de vista del estudio de Cuencas, los límites de las zonas áridas y semiáridas causan confusión porque las áreas que quedan fuera pero formando parte del área de captación aportan agua a las partes de uso ya sea por flujo superficial o sub-superficial, entonces estas áreas de captación que pueden no ser áridas o semiáridas forman parte de la dinámica de las áreas de uso intensivo del recurso. El flujo subterráneo que ingresa a una cuenca es muy difícil de cuantificar y se asume que así como ingresa, también sale por lo que, con un enfoque práctico, se nulifica su contribución en el análisis.

Con respecto a los procesos de salida, el escurrimiento superficial puede representar porcentajes desde el cero hasta un 10 por ciento en ambientes secos (Jasso-Ibarra, 1998) y hasta un 20 por ciento en ambientes húmedos adyacentes (Loyer et al, 1993). Con esto, el coeficiente de escurrimiento superficial de las cuencas Nazas y Aguanaval es cero por ser endorréicas, pero puede tomar otro valor cualquiera en sus sub cuencas ya que en su límite inferior se puede registrar migración de agua. Si se reconoce que cuantificar el flujo superficial es complicado, lo es aún más el flujo de percolación profunda. No obstante, la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2003) presenta una estimación para el Acuífero principal de la Comarca Lagunera, de 518.9 millones de metros cúbicos por año, considerando la recarga en frentes calcáreos, flujo superficial de los canales de riego, cauces principales y abanicos aluviales, y en menor medida por la lluvia local. La norma oficial NOM-011-CNA-2000 muestra los detalles de esta estimación.

El componente de salidas de mayor importancia relativa es el proceso de evapotranspiración, que puede representar un 60 a 80 por ciento de la lluvia total anual, permite

la disipación de energía radiante incidente sobre la cubierta vegetal, lo que a su vez se traduce en estabilidad de temperatura, flujo de CO₂ al interior de la fitósfera (fotosíntesis), mitigación del efecto de invernadero, biodiversidad y productividad neta, todos interdependientes. La primera parte de la lluvia que se usa en el proceso de ET es la que el follaje intercepta. Cuando las lluvias son muy pequeñas, el total de ellas se queda en el follaje y se evapora inmediatamente, esto permite que los tejidos vegetales se hidraten debido a que la absorción es mayor que la transpiración, con lo que mantienen la fotosíntesis por más tiempo; cuando son lluvias de mayor cantidad (e intensidad), una parte se queda en el follaje y otra llega al suelo (Brooks et al, 1993; Smith, 1993). En eventos del orden de los 18 milímetros, cuatro se quedan en el follaje de encinos (*Quercus spp.*) y pinos (*Pinus spp.*) de bosque cerrado en plena temporada lluviosa del verano; esta fracción es muy superior al inicio de las lluvias (puede ser hasta un 50 por ciento) y son los encinos los que interceptan casi el doble que los pinos (Datos aún sin publicar, Proyecto de Cuencas del CENID MIAPROS, 2005)

INDICADORES ECONÓMICOS DEL USO DEL AGUA EN LA ZONA DE CAPTACIÓN

Uno de los sistemas de aprovechamiento del agua de lluvia más importantes en la zona de captación es la actividad forestal maderable y sus derivados, que consiste en extraer la madera tomando como base el crecimiento diamétrico del arbolado. Los turnos de aprovechamiento dependen de ese valor y son del orden de 10 a 20 años. Por ejemplo, en el Ejido La Peña en el municipio de Tepehuanes, el turno de aprovechamiento es de 12 años. La SEMARNAT (2005) estima que el valor de los servicios de los bosques mexicanos asciende a 2,500 pesos por hectárea-año. Un valor aceptable de precipitación anual en estos ecosistemas es de 1,200 milímetros, con un coeficiente de uso del 80 por ciento, lo que significa que cada metro cúbico de agua usada por el bosque se traduce en 0.26 pesos. La contraparte de este beneficio es un incremento de la tasa de erosión hídrica (Descroix y Nouvelot, 1997) y una reducción de la tasa de percolación profunda que se refleja en un menor flujo base (Viramontes et al., 2002).

Otro sistema de gran importancia es la producción de becerros en áreas de pastizal. Un caso es la Compañía Ganadera Atotonilco, en las inmediaciones de Cuencamé y Yerbanís, Dgo., con una superficie de 45,000 hectáreas y una precipitación total anual de 450 mm, (80 por ciento de lluvia efectiva), esto es 162 millones de agua para los usos consuntivos. La producción normal es de 700 becerros con 200 kg de peso (Estrada et al., 2004), un valor de 15 pesos por kilogramo “en pie” que significan un valor de la producción de 2.1 millones de pesos

anuales. Lo anterior se traduce en un índice de productividad económica del agua de lluvia, de 1.30 pesos por cada 100 metros cúbicos del recurso.

Existen otros esquemas de aprovechamiento como la producción de cultivos de temporal, principalmente maíz y frijol. El primero es parte importante del forraje en áreas de ganadería extensiva y para consumo humano y el segundo alcanza niveles de producción de 500 kg en un ambiente de 500 milímetros de lluvia anual, lo que significa 100 gramos por cada metro cúbico de agua de lluvia, con un índice de productividad de 0.50 pesos por metro cúbico. Otro sistema es la producción de leche y sus derivados; en la cuenca alta del río Nazas es común la producción de quesos y otros productos en los dos meses más lluviosos. Algunos datos indican que es posible obtener 5 Kg de queso, 5 Kg de requesón y 1.0 kg de mantequilla por cada hectárea de pastizal, con un valor de 450 pesos aproximadamente; la lluvia efectiva involucrada es de unos 300 milímetros, lo que significa que la productividad económica del agua es de 0.15 pesos por cada metro cúbico.

INDICADORES ECONÓMICOS DEL USO DEL AGUA EN LA ZONA DE CONSUMO

A diferencia de la zona de captación donde se aprovecha el agua de lluvia directamente, en la zona de consumo generalmente se requiere la aplicación de riegos debido a que la cantidad de la lluvia no es suficiente para producir cualquier cultivo. En consecuencia, el agua adquiere un valor como insumo y otro como recurso. El valor como insumo es el costo por extraerla y conducirla hasta los predios agrícolas; en años recientes el costo del agua superficial en el Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera es de 10 centavos por metro cúbico, mientras que el agua subterránea para uso agrícola, con amplias variaciones, oscila alrededor de 50 centavos por metro cúbico y para uso doméstico, entre tres y cinco pesos por metro cúbico. El valor del agua como recurso depende del valor comercial de los productos el cual a su vez está sujeto a las relaciones de oferta y demanda; entre más largo es el proceso de producción, más valor se agrega al recurso resultando índices de rentabilidad atractivos generalmente. Estos conceptos se ejemplifican más adelante.

De acuerdo con los datos publicados por el periódico El Siglo de Torreón al final de 2004 y con base en estadísticas agropecuarias de la SAGARPA, en el Distrito de Riego 017 existe una diversidad de más de veinte cultivos, pero sólo cinco de ellos representaron el 80 por ciento del valor de la producción en 2004 (2,321.4 millones de pesos en total agrícola) y son la alfalfa (32 %), algodón (15 %), nogal y maíz forrajero (12 % cada uno) y melón (9%). Otro producto de gran valor es la leche, con un valor de 3, 670 y 110 MDP, de vaca y cabra respectivamente. Aunque son numerosos los productos que se obtienen y con los que se puede asignar un valor

al agua como recurso, por simplicidad, se analizan sólo los indicadores para tortillas de maíz, nuez, leche, y el pantalón de mezclilla, cuya materia prima es el algodón.

El maíz tiene un requerimiento total de aproximadamente 100 cm de agua por ciclo para un rendimiento promedio de 7.2 toneladas por hectárea. Este cultivo tiene un índice de rentabilidad de 0.90 lo que hace que no se produzca de manera importante, sin embargo con ese rendimiento se podrían producir 15 toneladas de tortillas, con un valor al público de 82,500 pesos y otro subproducto (rastrojo) que totalizaría unos 90,000 pesos. Esto significa que cada metro cúbico de agua genera un valor de nueve pesos, 90 veces su costo como insumo y se requieren entre 20 y 25 litros de agua para producir una tortilla de tamaño mediano (30 tortillas por kilogramo)

La producción de nuez promedio fue de 1,215 kg por hectárea con un consumo total de agua en el orden de los 200 cm. El valor de la producción fue de 44,955 pesos por hectárea para un índice de rentabilidad de 3.0; los esquimos tienen un valor insignificante. En este caso cada metro cúbico de agua significó 2.25 pesos, 4.5 veces su costo como insumo y cada nuez requirió 106 litros de agua. Debe reconocerse que este sistema de producción tiene otros valores no cuantificados en los indicadores económicos, como la captura de CO₂, la estabilidad de la temperatura, etc. (Mexal et al., 2001).

Un caso de gran controversia es la leche. De acuerdo con datos del Campo Experimental La Laguna (2004), el sistema de producción más representativo es en el que se cultivan maíz y cereales forrajeros (52%) complementando la alfalfa (48%) para aportar el 50 por ciento de los requerimientos alimenticios del ganado lechero (Faz, 2005); con este sistema cada litro de leche requiere 456 litros de agua, es decir si el suministro alimenticio fuera del 100 por ciento se requerirían alrededor de 900 litros de agua por litro de leche. Esto es, el valor del recurso alcanza los siete pesos por metro cúbico aproximadamente. Como caso particular, la alfalfa produjo 80 toneladas de forraje verde por hectárea por año con un valor de 19,000 pesos y un índice de rentabilidad de 1.61. El valor del recurso alcanza sólo 0.95 pesos por metro cúbico, ya que su requerimiento total de lámina de riego es de 200 cm.

Finalmente, el algodón registró un rendimiento promedio de 5.17 toneladas por hectárea con un valor de 21,000 pesos. Con un consumo total de 100 cm de lámina de riego, el valor del recurso alcanza los 2.1 pesos por metro cúbico, 21 veces su valor como insumo. Sin embargo, dados los altos costos de otros insumos el índice de rentabilidad es de sólo 1.07. Aproximadamente el 50 por ciento de la cosecha es fibra y el otro 50 por ciento semilla, es decir se alcanzan 2.585 toneladas de fibra, con lo que se alcanzan a producir casi 4000 pantalones de mezclilla de 650 gramos, para un valor total de 800,000 pesos por hectárea. Esto es, el

valor del recurso alcanza la cifra de 80 pesos por metro cúbico, 800 veces su costo como insumo, sin considerar el valor de la semilla producida y los esquilmos que se utilizan en alimentación de ganado caprino.

CONCLUSIONES

El conocimiento del balance hidrológico es fundamental para planear el uso del recurso hídrico y la conservación de su calidad, aspectos de especial relevancia en las zonas áridas dada su escasa disponibilidad y su alta variabilidad en el espacio y el tiempo. El aprovechamiento del agua de lluvia, de escurrimiento superficial y subterránea muestran índices de rentabilidad muy contrastantes. El valor del recurso está directamente relacionado con el valor agregado que se produce en la medida que se industrializan los productos primarios. Los productos sin industrializar como la carne de bovino en los sistemas reproducción extensiva, el frijol de temporal, y la madera confieren un valor al recurso muy reducido mientras que los productos industrializados le confieren valores muy superiores aún sin considerar el valor de servicios ambientales o de algunos esquilmos. Los ejemplos más evidentes son en las combinaciones maíz-tortilla, alfalfa-leche y algodón-prenda de vestir.

BIBLIOGRAFIA

- Brooks, K. N., P. F. Ffolliott, H. M. Gregersen y J. L. Thames, 1993. Hydrology and the management of watersheds. Iowa University Press. 392 p.
- Campo Experimental La Laguna, 2004. Memoria de la 10^o. Demostración sobre tecnología para producción de maíz, sorgo forrajeros y alfalfa. Matamoros, Coahuila. 16 p.
- Comisión Nacional del Agua 2003. Estudio Técnico de actualización del conocimiento geohidrológico en la zona comprendida por el acuífero denominado "Principal-Región Lagunera" en los estados de Coahuila y Durango. Gerencia Regional Cuencas Centrales del Norte. Torreón, Coahuila 40 p.
- Descroix, L., y J. F. Nouvelot, 1997. Escurrimiento y erosión en la Sierra Madre Occidental. Folleto Científico No. 7. CENID RASPA-INIFAP y ORSTOM.
- Estrada A., J., M. Rivera G., J. M. Lamachere e I. Sánchez C. 2004. Funcionamiento y balance de agua en bordos para abrevadero. Estudio del caso para una zona semiárida del norte de México. Folleto Científico No. 16. CENID RASPA-INIFAP. Gómez Palacio, Dgo. 60 p.
- Faz C., R. 2005. Investigador del Programa de Forrajes del Campo Experimental La Laguna, Comunicación personal.
- Jasso I., R., J. Villanueva D., J. L. González B., e I. Sánchez C., 2001. Comportamiento histórico de la relación escurrimiento-precipitación en la cuenca alta del río Nazas. Memoria de la Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo. P. 125-129.
- Jasso I., R. y M. H. Royo M. 2005. Análisis espacio-temporal de la precipitación del verano en la región pastizalera del Desierto Chihuahuense. AGROFAZ 5(1):743-750.
- Jasso-Ibarra, R. 1998. Sensitivity of water and sediment yield to parameter values and their spatial aggregation using SWAT watershed simulation model. Ph. D. Dissertation, The University of Arizona. 211 p.
- Jasso-Ibarra, R., I. Sánchez-Cohen, J. J. Stone, M. Velásquez-Valle, M.H. Royo M., J. Estrada-Avalos, J. L. González-Barrios, 2005. Los pastizales como productores de agua. Memorias Científicas del II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Zacatecas, Zac. Pp. 38-50.
- Loyer, J. Y., J. Estrada A., R. Jasso I. y L. Moreno D., 1993. Estudio de los factores que influyen los

- escurrimientos y el uso del agua en la región hidrológica 36. Reporte científico de colaboración binacional entre CENID RASPA-INIFAP y ORSTOM. Gómez Palacio, Dgo. 367 p.
- Mexal, J. G. , E.A. Herrera, T.D. Sammis , and W.H. Zachritz, II 2001. Valores no mesurables de la industria pecanera. 9o. Simposium Internacional Nogalero. Torreón, Coahuila, México.
- Quintas, I. 2001. Extractor Rápido de Información Climatológica, ERIC II. Manual del usuario. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 65 p.
- SEMARNAT 2005. http://www.semarnat.gob.mx/sniarn/recursos_forestales.shtml
- Smith, J. A. 1993. Precipitation. Chapter 3 en: Maidment, D. R. (Editor), Handbook of Hydrology. Mc Graw Hill, Inc. New York, U. S. A.
- Viramontes, D., L. Descroix, A. Bollery, et J. Poulénard 2002. Comportement hydro-érosif des sols de la Sierra Mader Occidentale : processus hydrologiques et évolution d'un milieu soumis a La surexploitation. Géomorphologie, .3(2002) :239-252.

MODELOS DE SIMULACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN EN MANEJO DE PASTIZALES

Heriberto Díaz Solís

1 XVII Semana Internacional de Agronomía. Facultad de Agricultura Y Zootecnia.
Universidad Juárez del Estado de Durango. Venecia, Durango.
1 Profesor-Investigador. Departamento de Recursos Naturales.
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México CP 25315.
hdiaz@uaaan.mx tel 844-411 0347 al 50

INTRODUCCION

En los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas existen más de 50 millones de hectáreas que son utilizadas en la ganadería extensiva. El mayor problema que enfrenta la región es la pérdida de cobertura vegetal que reduce la producción animal, promueve la erosión del suelo y afecta el ciclo hidrológico (Knight, 1999). La principal causa de lo anterior ha sido la sobre utilización de la vegetación nativa por rumiantes domésticos (Ibarra *et al.*, 1998; Olivares e Ibarra, 1999; Redmon, 1999).

La variabilidad de la precipitación en pastizales semiáridos representa un reto a la concepción tradicional de capacidad de carga. Cuando la población animal es mantenida constante por intervención del hombre (ej. cuando se ofrecen alimentos suplementarios cuando los recursos naturales son escasos) pueden ocurrir cambios irreversibles en la vegetación en un amplio rango de suelos y climas, por lo anterior, el manejo sustentable de pastizales no es un asunto puntual, es "*un juego de calcular probabilidades para aprovechar las oportunidades y evitar los riesgos hasta donde sea posible*" (Behnke y Scoones, 1993; Illius *et al.*, 1998; Van de Koppel y Rietkerk, 2000).

INVESTIGACIÓN

La investigación agropecuaria oficial en México se empezó a desarrollar en los años 50 bajo el liderazgo de la fundación Rockefeller, con un enfoque experimental basado en los análisis de varianza del genetista y estadístico británico Ronald Fisher desarrollados entre 1920 y 1930. Este enfoque es el dominante hasta la fecha, y en él, se tiende a pensar que el principal producto de la investigación es un análisis de varianza. Lo anterior, sin duda ha producido conocimiento sobre las diferentes partes de muchos sistemas agropecuarios; la limitante, es que ese conocimiento no se ha integrado en modelos que describan la operación de un sistema completo. Comúnmente se realizan experimentos sobre variedades, niveles de fertilización, herbicidas y dosis, densidades de siembra, fechas de siembra, carga animal óptima, fuentes y niveles de proteína en animales, etc. en forma aislada manteniendo el resto de variables bajo

control. Se realiza un análisis de varianza, se aceptan o rechazan una hipótesis y se hace una comparación de los tratamientos ordenándolos de mayor a menor, como un modelo de “caja negra” donde se conocen las entradas (tratamientos) y las salidas (rendimiento) pero se desconoce el proceso. Por lo anterior los resultados solo son útiles bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento y al cambiar cualquier otra variable sería necesario repetir el experimento bajo las nuevas condiciones. Solo se pensó y se sigue pensando en la investigación agrícola, específicamente mejoramiento genético de maíz, y hasta estos días es lo que se enseña en las escuelas agropecuarias y biológicas. Se han promovido muy poco métodos de investigación enfocados a áreas más complejas como la ecología vegetal, la hidrología, los pastizales y su manejo, las ciencias forestales, la zootecnia etc.

Se puede obtener mayor información de un experimento y entender mejor que y como se define el comportamiento de algunas variables con el uso de análisis multivariados, y con la descripción de las relaciones funcionales y su integración en modelos cuantitativos del sistema de interés. Sin embargo, los modelos de análisis estadístico convencionales en agricultura son una herramienta dentro del análisis de sistemas.

En México, en el manejo de pastizales, la única guía para establecer la carga animal adecuada en los diferentes ecosistemas son los estudios de la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) desarrollados hace más de 20 años para cada estado de la república con base en muestreos estáticos para variables que son dinámicas. Como una opción, se han construido y validado modelos de simulación para estimar la capacidad de carga de los pastizales del norte de México (Díaz-Solís *et al.*, 2003), así como modelos para la toma de decisiones en ganadería extensiva (Díaz-Solís *et al.*, 2005a) y modelos para el manejo óptimo de la carga animal en praderas de riego (Díaz-Solís *et al.*, 2005b).

En otros países, para orientar las políticas sobre el manejo de pastizales, se han propuesto modelos detallados y complejos que simulan la producción de biomasa y su utilización por herbívoros como herramientas de apoyo para la toma de decisiones sobre el manejo de las áreas de pastizales, (Van Dyne, 1969; Wight, 1983; Wight y Skiles, 1987; Carlson y Thurow, 1992). Aún y cuando la representación explícita de procesos ecológicos a un nivel fino de detalle es científicamente interesante, su aplicación ha sido limitada por la falta de bases de datos adecuadas para parametrizarlos y por la complejidad de sus salidas.

ENFOQUE DE SISTEMAS

Según Charles-Edwards *et al.*, (1986), el estudio científico de fenómenos agropecuarios debe cubrir las siguientes fases: a) adquisición del conocimiento acerca del problema que se está investigando; b) ordenamiento de este conocimiento y desarrollo de un entendimiento del problema; c) aplicación del conocimiento y el entendimiento para la solución del problema.

Kuhn (1962) hace un análisis histórico del desarrollo de la ciencia y plantea una etapa de ciencia normal con un enfoque reduccionista en el que se analizan los componentes por separado y se consideraba que la suma de sus respuestas era la respuesta del sistema. El mismo autor señala que ante los fracasos de este esquema se fue generando un enfoque sistémico para hacer ciencia.

En los años 40 se perciben los problemas que enfrenta la ciencia en la forma que se desarrolla (*"Ciencia Normal"*) y surge un nuevo paradigma que se basa en la Teoría General de los Sistemas que Kuhn (1962) plantea como una de las revoluciones científicas. Sorensen (1998) y otros autores señalan al biólogo Alemán Ludwig von Bertalanffy como el padre de esta teoría que plantea que diferentes sistemas (plantas, animales, sociedades y ecosistemas) pueden ser descritos en términos generales dentro de una teoría general de sistemas. La teoría de sistemas es la teoría del modelado (Bertalanffy, 1968).

De acuerdo con Jeffers (1978), *"el análisis de sistemas no es solo una técnica matemática ni un conjunto de ellas, es una amplia estrategia de investigación que ciertamente involucra el uso de técnicas y conceptos matemáticos en un contexto sistemático y científico dirigido a la solución de problemas complejos"*.

Una definición pragmática es la siguiente: El análisis de sistemas es un conjunto de herramientas para *integrar el conocimiento* obtenido con enfoque reduccionista, con la finalidad de alcanzar el *entendimiento* del sistema de interés y estar en condiciones de tomar decisiones que produzcan los cambios deseados en el sistema de interés.

El siguiente planteamiento hecho por Sorensen (1998) es relevante para los que nos dedicamos a la producción animal: *"El enfoque de sistemas en investigación, es un reto para los científicos dedicados a la investigación aplicada en producción bovina, ya que fueron entrenados para realizar investigación experimental y comúnmente no han estudiado teoría de sistemas ni sobre el desarrollo de modelos"*.

SESS: UN MODELO DE SIMULACION

SESS (Simple Ecological Sustainability Simulator) (Díaz-Solís *et al.*, 2003) es un modelo desarrollado recientemente como herramienta de apoyo en la toma de decisiones en el sistema vaca-becerro del norte de México y el sur de Texas.

Descripción de SESS

Precipitación y producción de forraje. Este submodelo usa el concepto de eficiencia del uso de la precipitación (RUE, Rain use efficiency; Le Houeou, 1984; Le Houeou *et al.*, 1988). Asigna a cada año de la simulación una precipitación anual aleatoria (PPT) usando una distribución normal con la media histórica del sitio. Mediante RUE, PPT, un índice de crecimiento (GI) basado en temperatura media y precipitación mensuales y otros parámetros como la condición del pastizal (RC), estima la producción mensual de fitomasa aérea (MNPP).

Fitomasa verde y seca. La MNPP ingresa a la variable de estado fitomasa verde (GSC) la cuál es drenada por el consumo de bovinos, la senescencia, las heladas y el efecto del pisoteo y heces. Las pérdidas por heladas y una parte de las pérdidas por senescencia pasan a la variable de estado fitomasa seca (DSC). Estas 2 variables de estado representan el forraje disponible.

Condición del pastizal. La condición del pastizal (RC) se considera sin cambio cuando la desaparición total de forraje representa el 40, 50 y 60 % de la producción primaria neta anual (PPN). La tasa de cambio para diferentes niveles de utilización se basó en opinión de expertos. El forraje desaparecido representa pérdidas por consumo animal, pisoteo y heces, senescencia y descomposición a largo plazo.

Selección de la dieta. Estima la proporción de forraje verde en la dieta basado en la preferencia animal hacia el forraje verde y su cosechabilidad. La preferencia se basa en el contenido de proteína cruda y digestibilidad del forraje; la cosechabilidad se basa en una función de restricción no lineal (ec. de saturación o tipo Michaelis-Menten) con umbral variable. La restricción al consumo de forraje verde se presenta cuando su disponibilidad es ≤ 90 , ≤ 500 , ≤ 1000 , y $\leq 1100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para sitios de pastizal y años con PPN de 1000, 2000, 3000, and 4000 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$, respectivamente. La proporción de forraje verde en la dieta controla la concentración de energía de la dieta. Este submodelo se basó en Blackburn y Kothmann (1991).

Producción animal. El modelo genera 3 cohortes de vacas dependiendo del mes en que concibieron y estima los requerimientos dinámicos de las vacas de cada grupo para metabolismo basal (Rm), lactancia (RL), preñez (Rpreg) y gasto energético por la actividad de pastoreo (Ract). El consumo diario de materia seca por vaca (RI) es el producto de su consumo

volutario (PVI) y su cosechabilidad (IRC). El PVI se calculó con base a NRC (2000) y el IRC se calculó con un modelo no lineal con umbral variable. La restricción al consumo total de materia seca se presenta cuando la fitomasa aérea es menor o igual a 880, 1150, 1550, y 2050 kg·ha⁻¹ en sitios y años con PPN de 1000, 2000, 3000, and 4000 kg·ha⁻¹·año⁻¹, respectivamente. El consumo de energía es el producto de la concentración de energía de la dieta (DNE_m) y el consumo de materia seca (RI). La diferencia entre la energía consumida y la requerida para mantenimiento controlan el cambio en la condición corporal de cada grupo de vacas. La condición corporal controla la probabilidad de preñez. La mayor parte de este submodelo se basó en NRC (2000).

RESULTADOS DE SESS

5.1- APLICACIONES DEL MODELO A LOS PASTIZALES DE COAHUILA

Para analizar tasas de preñez, corrimos 100 repeticiones de simulaciones a 20 años para un grupo de pastizales del estado de Coahuila, México, con la carga animal (SR) recomendada por COTECOCA (1979), clase de productividad del pastizal buena (RPC inicial=1). La época de empadre fue fijada de Abril a Junio. Para parametrizar el modelo, asignamos los 127 sitios de pastizal reportados por COTECOCA (1979) para Coahuila dentro de 3 grupos con precipitación media anual (PPT) baja, media y alta. Para cada grupo calculamos medias para PPT (mm), características del suelo (SC, basado en profundidad y pendientes reportadas), y carga animal (SR; ha·UAA⁻¹) recomendadas para esos sitios de pastizal por COTECOCA.

En este trabajo parametrizamos el modelo solo para representar el grupo de precipitación media (n=37, PPT = 351, SC = 0.08, SR = 22.6). Como la precipitación y por lo tanto la producción de forraje son variables, reportamos las tasas de preñez como probabilidad de ocurrencia.

Las tasas de preñez simuladas, indicaron que la carga animal recomendada por COTECOCA para el grupo de precipitación media, es muy alta para alcanzar el 80% de preñez en 8 de cada 10 años sin proporcionar suplementos. La tasa de preñez mencionada anteriormente para ese grupo, puede ser alcanzada a una carga animal cercana a 27 ha·UAA⁻¹ (Figura 1).

5.2- APLICACION DE SESS COMO SISTEMA DE AVISO TEMPRANO PARA LA SEQUIA

Durante el desarrollo y la evaluación de SESS, nos percatamos que la condición corporal fue más afectada el año siguiente al año seco, aún y cuando el año tuviera una precipitación superior a la media (Figura 2). Para explorar las posibilidades de usar una versión de SESS re-parametrizado, como un sistema de aviso temprano para reducir los efectos de la

sequía sobre los productores, parametrizamos el modelo para las áreas de producción de becerros en el noreste y centro de Coahuila (500 mm), y evaluamos 3 estrategias de manejo bajo sequías simuladas.

Nuestro diseño experimental consistió de conducir 9 simulaciones de 7 años de cada una de las 3 prácticas de manejo para años secos (Testigo: tradicional (sin descarga por sequía), T1: descarga con rápido reemplazo de las vacas en el siguiente empadre, y T2: descarga con reemplazo de vacas retrasado), cada una se evaluó con 3 cargas animal (29 ha UAA⁻¹, 14 ha UAA⁻¹, y 7 ha UAA⁻¹), bajo sequía moderada (50% de precipitación media anual) de 1 año. Para cada simulación se registraron la productividad del pastizal, la mortalidad (número de muertes por 1000 ha por año), BCS (media del período de 7 años), y la producción de becerros (número de becerros nacidos por 1000 ha por año).

Definimos 3 esquemas de manejo como sigue: Testigo: Manejo tradicional; sin venta de vacas por sequía y compra de reemplazos para alcanzar la carga utilizada antes de cada época de empadre; T1: Descarga con rápido reemplazo de vacas; venta de vacas vacías 2 meses después del empadre, venta del 75% de las vacas en octubre del año seco, y compra de reemplazos para alcanzar la carga deseada antes de cada época de empadre; T2: Descarga con retraso en el reemplazo de vacas; venta de vacas como en (T1), pero durante el primero y segundo años después del año seco, la compra de reemplazos fue de solo el 25% de las vacas necesarias para alcanzar la carga total simulada. El tercer año después de la sequía los reemplazos fueron para alcanzar el 100% de la carga simulada.

Simulamos un año seco en el año 3 de cada simulación, reduciendo la precipitación a 250 mm anuales. Las probabilidades de niveles de sequía de 25, 50 y 75% de la precipitación media anual en esta región son de 2%, 8%, y 24%, respectivamente, basados en una media de 500 mm y un coeficiente de variación del 35% (Hanselka y Archer, 1998). En forma determinista, fijamos la media anual en 500 mm en los años 1 y 2, y 4 hasta 7 de cada simulación. El tercer año fue el año seco que forzamos a ser de 250 mm.

Los resultados de las simulaciones mostraron las respuestas esperadas en cambios en la productividad del pastizal, mortalidad, BCS, y producción de becerros, de las cargas animal evaluadas. Entonces, mantener una baja carga animal es una buena estrategia para reducir los impactos negativos de la sequía en la productividad del pastizal, aunque la producción animal sea baja. Los impactos de la sequía fueron magnificados a altas cargas animal (Cuadro 1).

La productividad del pastizal y la mortalidad fueron menos afectadas por la sequía bajo las estrategias T1 y T2, comparado con el manejo tradicional. Los efectos de las estrategias de manejo fueron menos obvios sobre la BCS; pero la BCS fue más afectada el año después de la

sequía, aún y cuando la precipitación regresó al promedio. La producción de becerros (número de becerros nacidos) se incrementó con el incremento de la carga animal.

CONCLUSIONES

En la investigación agropecuaria, el enfoque de sistemas debe ser el siguiente paso para la integración utilitaria del conocimiento producido. Los archivos de los Centros de Investigación y de las Universidades cuentan con mucha información sobre los diferentes procesos (submodelos) de sistemas de producción agropecuarios, y para obtener la mayor utilidad, la información se debe integrar de forma ordenada en modelos cuantitativos por sistema de producción.

El enfoque experimental sigue vigente como parte de una estrategia de investigación integral, ya que es útil para producir los parámetros de los modelos y en la validación de los mismos. Sin embargo, los análisis de varianza producen resultados estáticos, y en el área agropecuaria para entender un proceso, se debe describir en forma dinámica.

La ciencia está construida de hechos así como una casa está hecha de ladrillos; pero una acumulación de hechos no es más ciencia que lo que un montón de ladrillos es una casa.

Cuadro 1. Producción animal y productividad del pastizal bajo 3 estrategias para la sequía y 3 cargas animal. Precipitación media: 500 mm; año seco: 250 mm.

| TRATAMIENTO | CARGA ANIMAL (ha UAA ⁻¹) | CLASE DE PRODUCTIVIDAD DEL PASTIZAL ₁ | CONDICION CORPORAL ₂ | BECERROS ₃ | MORTALIDAD ₄ |
|-------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| CONTROL | | 1.05 | 4.5 | 27 | 1 |
| T1 | 29 | 1.06 | 4.5 | 24 | 1 |
| T2 | | 1.07 | 4.6 | 16 | 1 |
| CONTROL | | 1.00 | 4.2 | 51 | 4 |
| T1 | 14 | 1.01 | 4.3 | 45 | 2 |
| T2 | | 1.03 | 4.3 | 30 | 1 |
| CONTROL | | 0.93 | 3.5 | 77 | 24 |
| T1 | 7 | 0.95 | 3.7 | 79 | 8 |
| T2 | | 0.96 | 4.6 | 56 | 5 |

₁-RANGO 0.5 A 1.25

₂-PROMEDIO DE 5 AÑOS

_{3,4}-NUMERO*(1000 ha)⁻¹*(AÑO)⁻¹

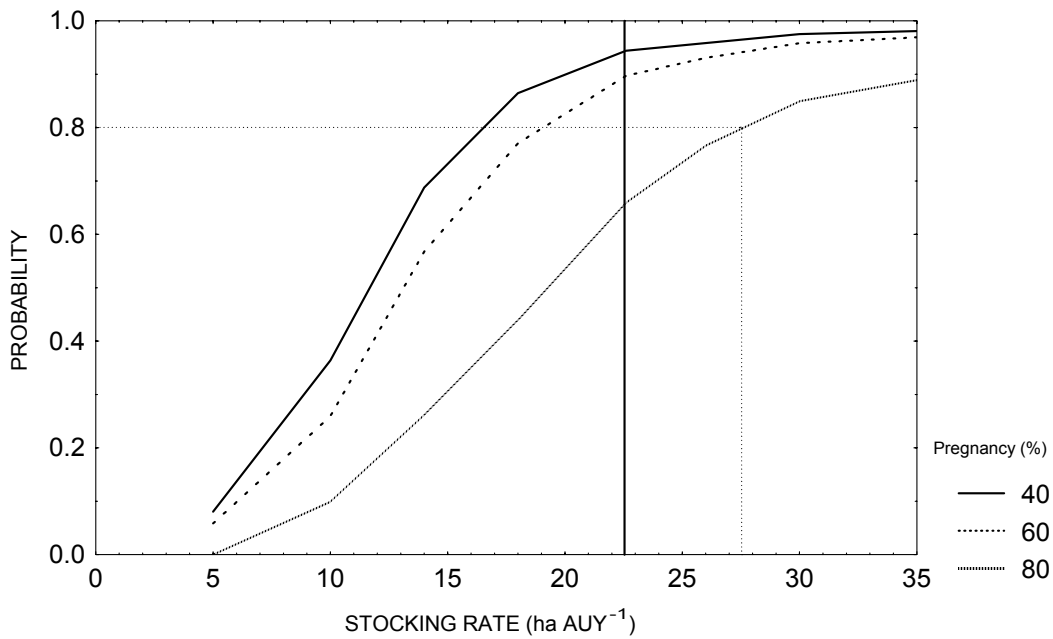


Figura 1. Probabilidad de alcanzar los porcentajes de preñez indicados como efecto de la carga animal. La línea vertical continua representa la carga animal recomendada por COTECOCA (1979) para esos sitios. La línea vertical punteada es la carga animal para alcanzar el 80% o más de preñez en 8 de cada 10 años.

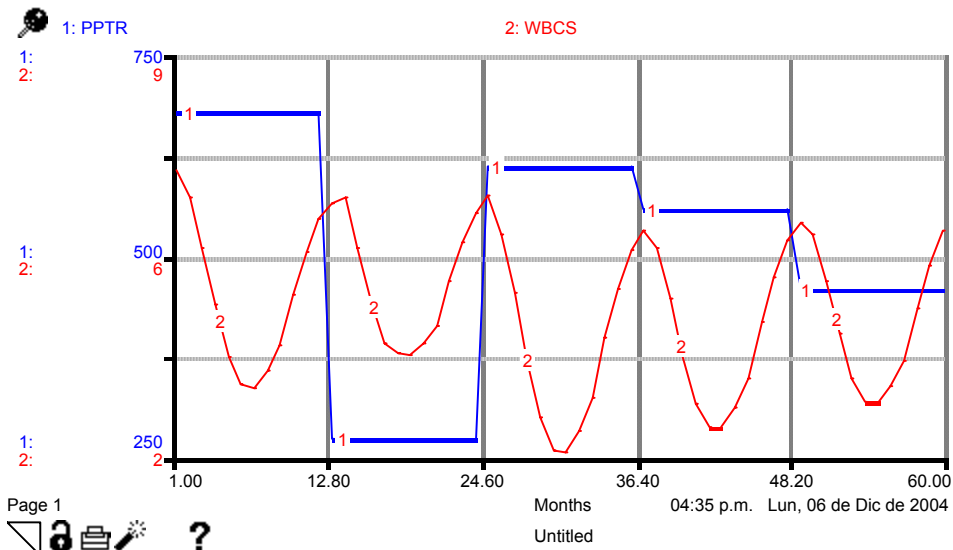


Figura 2. Precipitación (mm, PPTR) y condición corporal (WBCS) durante un período de 5 años. Precipitación media anual simulada = 500 mm.

BIBLIOGRAFIA

- Behnke, R.h. & Scoones, I. (1993). Rethinking range ecology: Implications for rangeland management in Africa. In: Range Ecology at Disequilibrium, eds R.H. Behnke, I. Scoones & C. Kerven. Pp. 1-30. Overseas Development Institute, London.
- Bertalanffy, L. von. 1968. General systems theory. Foundation, development, applications. George Braziller.
- Blackburn, H.D. & Kothmann, M.M. (1991). Modelling diet selection and intake for grazing herbivores. *Ecological Modelling* 57: 145-163.
- Carlson, D.H. & Thurow, T.L. (1992). Spur-91: Workbook and user guide. MP-1743, Tex. Agric. Exp. Stat., College Station.
- COTECOCA. (1979). Coahuila. Tipos de vegetación, sitios de productividad forrajera y coeficientes de agostadero. Secretaria de Recursos Hidráulicos. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. México.
- Charles-Edwards, D.A., Doley, D. and Rimmington, G.M. 1986. Modelling plant growth and development. Academic Press.
- Díaz-Solís H., M. M. Kothmann, W. T. Hamilton, & W. E. Grant. 2003. A Simple Ecological Sustainability Simulator (SESS) for Stocking Rate Management on Semi-arid Grazinglands. *Agricultural Systems* 76: 655-680.
- Díaz-Solís, H., M. M. Kothmann, W. E. Grant, y R. De Luna-Villarreal. 2005a. Application of a simple ecological sustainability simulator (SESS) as a management tool in the semi-arid rangelands of northeastern Mexico. *Agricultural Systems*. EN PRENSA.
- Díaz-Solís, H., M. M. Kothmann, W. E. Grant, and R. De Luna-Villarreal. 2005b. Use of irrigated pastures in semi-arid grazinglands: A dynamic model for stocking rate decisions. *Agricultural Systems*. EN PRENSA.
- Hanselka, C.W. & Archer, S. (1998). Rangeland ecosystems of South Texas: The keys to sustainability. Workshop Proceedings. Management of Grazinglands in Northern México and South Texas. June 25-26. Texas A&M International University, Laredo Texas.
- Ibarra, H., Vasquez, R., Mora, A. & Nava, G. (1998). Range ecosystems in northeast México and south Texas. Workshop Proceedings. Management of grazinglands in northern México and south Texas. June 25-26. Texas A&M International University, Laredo Texas.
- Illius, A.W., Derry, J.F. & Gordon I.J. (1998). Evaluation of strategies for tracking climatic variation in semi-arid grazing systems. *Agric. Systems* 57(3): 381-398.
- Jeffers, J.N. 1978. An introduction to systems analysis: with ecological applications. Univ. Park Press. Maryland.
- Knight, R.W. (1999). Water conservation on grazinglands. Proceedings. Conservation and use of natural resources and marketing of beef cattle. January 27-29. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- Kuhn, T.S. 1962. The structure of scientific revolutions. Univ. Press. Chicago.
- Le Houeou, H.N. (1984). Rain use efficiency: a unifying concept in arid-land ecology. *J. of Arid Environments* 7: 213-247.
- Le Houeou, H.N., Bringham, R.L. & Skerbek, W. (1988). Relationship between the variability of primary production and the variability of annual precipitation in world arid lands. *J. of Arid Environments* 15: 1-18.
- NRC. (2000). Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition: Update 2000. <http://www.nap.edu/openbook/0309069343/html/R11.html>. The National Academy of Sciences.
- Olivares, E. & Ibarra, H. (1999). Soil conservation and management on rangelands of northeast México. Proceedings. Conservation and use of natural resources and marketing of beef cattle. January 27-29. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- Redmon, L.A. (1999). Conservation of soil resources on lands used for grazing. Proceedings. Conservation and use of natural resources and marketing of beef cattle. January 27-29. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- Sorensen, J.T. 1998. Modeling and simulation in applied livestock production science. In: Peart, R.M. and Bruce, R.C. (Eds.). *Agricultural systems modeling and simulation*. Univ. Of Florida. Marcel Dekker, Inc.
-

- Van de Koppel, J. & Rietkerk, W. (2000). Herbivore regulation and irreversible vegetation change in semi-arid grazing systems. *Oikos* 90: 253-260.
- Van Dyne, G.M. (1969). Analysis of structure and function of grassland ecosystems: A progress report and a continuation proposal. Colorado State Univ., Fort Collins.
- Wight, J.R. & Skiles, J.W. (Eds.). (1987). SPUR: Simulation of Production and Utilization of Rangelands. Documentation and User Guide. U.S. Dept. Agric., Agric. Res. Serv., ARS 63, 372 p.
- Wight, J.R. (Ed.) (1983). SPUR--Simulation of Production and Utalization of Rangelands: A Rangeland Model for Management and Research. U.S. Dept. Agric., Misc. Pub. No. 1431, 120 p.

LOGROS Y AVANCES EN LA NUTRICIÓN DE RUMIANTES BAJO CONDICIONES DE LIBRE EN PASTOREO

Manuel Murillo O¹, Arturo S Juárez Reyes¹, Ma Andrea Cerrillo Soto¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de UJED.
Carretera Dgo-Mezquital. Km 11.5. Tel: 8-10-07-03

INTRODUCCION

La nutrición de rumiantes en pastoreo es una disciplina que forma parte de la ciencia del manejo de los pastizales y sus fundamentos fisiológicos se basan en la nutrición animal clásica. No obstante, con el avance del conocimiento científico en el área de la nutrición de rumiantes en pastoreo, se encontró que los fundamentos de la nutrición animal clásica no eran en su totalidad aplicables a animales en libre pastoreo puesto que en estas condiciones el animal forma parte de un ecosistema en el cual existe la interacción de diversos factores y que en realidad son pocos los factores que se pueden controlar (Morley, 1981).

De hecho, la necesidad de conocer la composición química del forraje disponible para el ganado en los agostaderos fue la clave para iniciar los primeros trabajos de investigación relacionados con la nutrición de rumiantes en pastoreo. En el marco de una producción animal sustentable, la nutrición de rumiantes en pastoreo la integran los siguientes componentes: a) comportamiento y bioenergética animal; b); selección de la dieta c) consumo voluntario de forraje y d) suplementación alimenticia (Morley, 1981). Estos cuatro componentes se encuentran estrechamente relacionados y recientemente se ha identificado un elemento adicional a los cuatro anteriores y que es la competencia y convivencia de los rumiantes en apacentamiento con la fauna silvestre.

En nuestro país, a 40 años de iniciados los trabajos de investigación relacionados con la nutrición de rumiantes en pastoreo se puede decir, que los logros y avances científicos son notables; sin embargo, por la complejidad que involucra su estudio queda mucho por seguir evaluando. Por lo anterior, los propósitos de este trabajo son presentar de manera sucinta algunos logros y avances de la investigación relacionada con la nutrición de rumiantes en libre pastoreo y en particular con en la suplementación de ganado en apacentamiento.

COMPONENTES DE LA NUTRICION DE RUMIANTES EN LIBRE PASTOREO

Comportamiento y Bioenergética Animal

El conocimiento de la conducta de rumiantes en pastoreo, es indispensable para tener un mejor entendimiento de los procesos relacionados con el consumo de forraje, la selección de la

dieta y el estado nutricional por medio de la evaluación y cuantificación de los gastos y los requerimientos energéticos de los rumiantes en libre pastoreo (Van Soest, 1994). El comportamiento del ganado en pastoreo está determinado por diversos factores entre los cuales destacan: a) disponibilidad del forraje; b) calidad del forraje; c) clima; d) disponibilidad de agua; e) sistema de manejo, f) distribución de pastoreo; g) época y estación del año y h) tamaño del hato, entre otros (Arnold, 1981).

Específicamente en rumiantes en libre pastoreo, su comportamiento se refiere a una serie de actividades que el ganado realiza y a los gastos energéticos que estas actividades representan (Caton y Dhuyvetter, 1996). Una de las principales actividades es el tiempo que el ganado dedica a pastorear y de esta actividad depende el estado nutricional del ganado. En promedio el ganado dedica a pastorear entre 8 y 14 h (Morley, 1981). El tiempo dedicado a pastorear depende principalmente de la disponibilidad del forraje.

Otra actividad de importancia es el tiempo que el ganado dedica a rumiar. El tiempo estimado para esta actividad se encuentra en un rango de entre 1 a 11 h diarias y depende de la cantidad y calidad de la dieta seleccionada (Osuji, 1974). Tomando como base el gasto energético que se produce, la acción de caminar tiene gran importancia en la nutrición del ganado en pastoreo (Osuji, 1974). Las distancias recorridas por el ganado bovino, caprino y ovino son muy variables, encontrándose en promedio entre 3 y 12 Km diarios (Arnold, 1981). Es necesario puntualizar, que cada una de las actividades que el ganado en pastoreo realiza, representan gastos energéticos que añadidos al metabolismo basal energético de mantenimiento y de producción, se puede obtener el gasto energético total y que este gasto energético es 50 % mayor que en animales en estabulación (Osuji, 1974).

Selección de la dieta

La dieta de los herbívoros se define como la mezcla de especies de plantas consumidas en un periodo específico de tiempo y con un determinado contenido de nutrientes (Morley, 1981). De esta manera, el conocimiento de la composición de la dieta es de particular importancia para el entendimiento de la nutrición así como para el manejo de los pastizales (Morley, 1981). De hecho, la necesidad de conocer la calidad nutritiva de la dieta fue el punto de partida para iniciar los trabajos de investigación de los rumiantes en libre pastoreo. Los primeros trabajos reportados en esta área, fueron los desarrollados por Esplín et al. (1937), quienes reportaron la composición química de muestras que incluían la mayoría de las plantas que fueron consumidas por los animales en pastoreo. En un principio, la dieta fue determinada multiplicando la composición de especies de la flora por el porcentaje de consumo de cada

especie al final del periodo de pastoreo. Con el desarrollo de la fístula esofágica, el conocimiento sobre la calidad nutritiva de la dieta de rumiantes en pastoreo evolucionó grandemente (Torell, 1954). Al obtener muestras de la dieta con animales fistulados del esófago, se demostró que el ganado es altamente selectivo durante el pastoreo y que además las muestras colectadas por el esófago difieren en composición química de las muestras colectadas con tijera, específicamente en minerales (Holecheck et al., 1982). En general, el ganado que pastorea pastizales nativos en dormancia selecciona una dieta que es aproximadamente de 1.5 a 2.0 unidades porcentuales mas alta en proteína cruda que el forraje disponible (McCollum, 1997). Por ejemplo, una vaca de carne que pastorea un pastizal nativo cuyo contenido de proteína cruda es 4 % de proteína seleccionará una dieta con un contenido entre 5.5 a 6 % de proteína cruda (McCollum, 1997). Así mismo, los estudios mas recientes en torno a la composición de la dieta de rumiantes en pastoreo se han orientado específicamente a caracterizar las diferentes fracciones nutritivas del forraje consumido. Lo anterior como respuesta a la implementación de nuevos sistemas de alimentación proteica y energética de los rumiantes (NRC, 1996, AFRC, 1993).

Consumo voluntario de forraje

Los primeros estudios para determinar el consumo de forraje en animales en agostaderos, fueron publicados en 1950 (Cook y Harris, 1950) utilizando la técnica de cortes antes y después del pastoreo. Posteriormente, se demostró que esta técnica no es muy precisa comparada con el uso de marcadores (Carter et al., 1960). Actualmente, no se cuenta con métodos para medir directamente el consumo de animales en el agostadero y para estimarlo se utilizan métodos indirectos. El uso de estos métodos requiere cuantificar la excreción total de heces así como la digestibilidad del forraje consumido.

La técnica que originalmente se empleó para medir la excreción total de heces en bovinos en pastoreo fue el uso de arneses. Hurís y Rush (1939) citados por Clanton y Raleigh (1987) fueron los primeros que reportaron el uso de bolsas colectoras para estimar la excreción fecal en novillos en agostadero. Debido a que la técnica de colección total de heces requería de mucho trabajo y modifica los hábitos alimenticios del ganado se han desarrollado técnicas alternas. Una de ellas es el uso de marcadores, la cual consiste en introducir el marcador al animal y enseguida se toman muestras de heces (Chamberlain y Thomas, 1983). De hecho, esta técnica ha reemplazado el uso de bolsas colectoras y cuando se utilizan marcadores la colección de heces en bolsas colectoras solo sirve como medio de ajuste (Cordova et al., 1978). En relación con la digestibilidad del forraje consumido por animales en pastoreo se puede decir

que al inicio del siglo, Dinsmore (1909) citado por Clanton y Raleigh, 1987) reportaron estudios de digestibilidad del forraje cosechado en el agostadero y posteriormente en la década de los cincuenta se reportaron otros estudios similares, pero en estos estudios el forraje se cosechó y se alimentó a bovinos en pruebas convencionales de digestibilidad (Walkins, 1955).

Actualmente los procedimientos que se utilizan son los métodos *in vitro* e *in situ*. Dentro de los métodos *in vitro* se encuentra la técnica de dos fases propuesta por Tilley y Terry (1963) y las técnicas enzimáticas a base de celulasas (Aufreere, 1982). Por lo que respecta a los métodos *in situ* el más común es de la incubación de bolsas con muestras de forraje en el rumen (Sowell et al., 2003; Murillo et al., 2005).

Suplementación alimenticia.

La suplementación se define como el aporte de nutrientes cuando la cantidad y calidad del forraje no es la apropiada para alcanzar los rendimientos deseados. Los primeros trabajos donde se reportaron deficiencias de fósforo y proteína en animales en agostaderos durante determinadas épocas fueron hechos en California (Hart y Guilbert 1928 citados por Clanton y Raleigh, 1987). Posteriormente, Watkins (1955) realizó una serie de investigaciones utilizando pruebas de digestibilidad y balance de minerales y concluyó que la harinolina era una excelente fuente de proteína y de fósforo para utilizarse en la suplementación de bovinos en agostadero. Después, los análisis de sangre fueron utilizados para detectar deficiencias de minerales y vitaminas en ganado en pastoreo (Black et al., 1943; Ross et al., 1950). Actualmente, se plantea que para establecer un programa de suplementación alimenticia para ganado en pastoreo es indispensable tomar en cuenta tres aspectos básicos: a) la disponibilidad de forraje; b) la calidad del forraje y c) los requerimientos nutricionales del ganado (Mathis et al., 2004).

Disponibilidad de forraje

Cuando el ganado no consume lo que requiere debido a la baja disponibilidad del forraje entonces la energía es el primer nutriente limitante; contrariamente, si la disponibilidad del forraje es alta pero el forraje consumido es de baja calidad nutritiva la proteína es el nutriente limitante (Moore y Kunkle, 1995). Entonces, un suplemento es requerido cuando alguno de los nutrientes afecta el rendimiento productivo del ganado. Normalmente, en situaciones donde no existen más de 800 a 1000 Kg de MS /ha, el ganado no podrá consumir la cantidad de forraje adecuada (Moore y Kunkle, 1995). En condiciones de agostadero, la disponibilidad de forraje depende de la precipitación pluvial, la cual presenta fluctuaciones extremas a través de años y entre estaciones del año.

Calidad del forraje

En condiciones de agostadero la calidad del forraje esta relacionada con el nivel de consumo, puesto que en estas condiciones el rendimiento productivo del ganado se ve mas afectado por una reducción en el consumo voluntario de forraje que por una disminución de la baja calidad nutritiva del forraje disponible (Fierro, 1980). Los forrajes verdes por lo general se consumen en altas cantidades (2.3 a 2.6 % del peso vivo); mientras que en los forrajes secos, el nivel de consumo depende de su contenido de fibra y de proteína cruda (Wallace y Parker, 1992). De hecho, se ha encontrado que el consumo del ganado en pastoreo se encuentra en un rango comprendido entre .91 a 4.3 % del peso vivo de los animales (Adams, 1985; Krysl et al., 1987).

Requerimientos nutricionales

Con el establecimiento de los requerimientos de proteína metabolizable para bovinos productores de carne se logrado un gran avance en la nutrición de rumiantes (NRC, 1996, AFRC, 1993). Sin embargo, a pesar de que los fundamentos de estos requerimientos nutricionales son científicamente sustentables su aplicación en animales en libre pastoreo es inadecuada y resta mucho por seguir evaluando en esta área de la nutrición de rumiantes en libre pastoreo. Dentro del mismo contexto de la suplementación alimenticia, se puede afirmar que en los últimos años, la investigación científica relacionada con rumiantes en libre pastoreo se ha orientado a ampliar los conocimientos en torno a como la suplementación proteica y energética afecta la optima utilización del forraje disponible y el rendimiento productivo del ganado en apacentamiento (Villalobos, 2000).

Suplementación proteica.

Bajo cualquier programa de suplementación, la cantidad de proteína suplementada es el factor clave que determina la ganancia bajo condiciones de pastoreo, sobre todo en animales en crecimiento (Villalobos et al, 1999). Los requerimientos de proteína para rumiantes normalmente se satisfacen por dos fuentes: la primera es la proteína que se degrada en el rumen, la cual se usa para la síntesis de aminoácidos microbiales y la segunda es la proteína de la dieta que escapa a la digestión ruminal pero es digerida en el intestino delgado (Klopfenstein, 1996). La proteína degradable en el rumen, es el principal nutriente limitante en los pastizales nativos (Klopfenstein, 1996). Regularmente, para cubrir los requerimientos de proteína de los rumiantes se utilizan suplementos proteicos a base de fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) y suplementos a base de proteína natural. Con los suplementos a base de NNP se parte del supuesto de que si el amoniaco es necesario para mejorar la digestión de la fibra

de forrajes de baja calidad entonces, el NNP proporciona niveles adecuados de amoníaco en el rumen. No obstante, Clanton (1978) resumió resultados de diversos experimentos conducidos en becerros en crecimiento en pastoreo en los cuales se utilizó NNP como fuente de proteína y concluyó que el NNP no es una fuente efectiva de proteína comparada con suplementos a base de proteína natural. Posiblemente los requerimientos de proteína metabolizable fueron suficientemente altos, puesto que los animales respondieron a proteína de escape adicional. También, en estos estudios se observó que los animales suplementados con biuret presentaron tasas de ganancia similares comparadas con los animales que se les ofreció urea. Lo anterior indica que el biuret no proporciona beneficios adicionales comparado con la urea. La urea y otras fuentes de NNP no parecen ser fuentes de adecuadas de proteína para el ganado que consume forraje de baja calidad. Lo anterior posiblemente se explica, a partir de que la urea y el biuret proporcionan proteína degradable necesaria para los microorganismos del rumen, pero no suministran proteína metabolizable

En relación con los suplementos a base de fuentes de proteína natural se han encontrado un amplio rango de efectos. Estos incluyen incrementos en el consumo de forraje, incrementos en la digestibilidad e incrementos en la tasa de pasaje de los forrajes (McCollum, 1997). Como respuesta a la suplementación proteica, en la mayoría de los estudios se han observado incrementos en el consumo y en la digestibilidad cuando el contenido de proteína de los pastizales nativos se encuentra por debajo de 7.0% (Paterson et al., 1994). En este sentido Minson (1990) señala, que forrajes cuyo contenido de proteína cruda es menor a 6.5 % disminuye la tasa digestión; pero cuando se suplementa proteína se observa un incremento en el consumo de forraje de entre 14 a 17 %. McCollum, (1997) señala que los forrajes que contienen un 7.5 % de proteína cruda su consumo es de aproximadamente 2.3 % del PV. No obstante, cuando el contenido de proteína cruda se encuentra por debajo de este valor, el consumo se reduce en 12 % por cada unidad porcentual de proteína cruda. Debido a las diferentes respuestas entre los suplementos basados en urea y proteína natural otro factor referente al amoníaco ruminal proporcionado por la proteína natural puede ser responsable de los efectos observados cuando los suplementos a base de proteína natural son proporcionados. Estos factores incluyen: 1) el suministro de nitrógeno en una forma diferente al amoníaco como pueden ser aminoácidos o péptidos los cuales posiblemente estimulan la población microbiana del rumen; 2) provisión de algún otro factor de crecimiento requerido por las bacterias del rumen, el cual puede incluir ácidos grasos volátiles de cadena ramificada; 3) provisión de proteína de escape la cual ayuda a cubrir las necesidades de proteína metabolizable del animal

y 4) estimulando la cinética ruminal permitiendo incrementar el flujo de nitrógeno (Petersen , 1987).

Diversas investigaciones en las que se ha evaluado la suplementación proteica de rumiantes en pastoreo indican que las respuestas a la proteína suplementaria es variable y depende del año. No obstante, la suplementación proteica de forrajes, los cuales son bajos en proteína cruda, incrementa el consumo (Kartchner, 1980, McCollun y Galyean, 1985; DelCurto et al, 1990, Stafford et al., 1996). En estos estudios los contenidos de proteína cruda variaron de 1.9 a 8.1 %. Sin embargo, otros estudios no reportan incrementos en el consumo cuando suplementos a base de proteína se proporcionaron al ganado consumiendo forrajes de baja calidad (Krysl et al., 1987; Villalobos, 1999, Forcherio et al., 1995). Los niveles de proteína cruda en estos estudios variaron de 4.8 a 11.5 %. Las respuesta de la digestibilidad a la suplementación proteica es también variable. Algunos trabajos reportan incrementos en la digestibilidad cuando se proporcionan suplementos a base de proteína natural (Fleck et al., 1988; Ovenell et al., 1991; Horney et al., 1996); mientras que otros no reportan diferencias en la digestibilidad debidas a la suplementación proteica (Petersen et al., 1985; Koster et al., 1996). Los efectos de los suplementos a base de proteína natural se pueden explicar en parte, al suministro de ácidos grasos volátiles de cadena ramificada a través de la fermentación de leucina, isoleucina y valina. Estos compuestos se requieren para estimular las bacterias celulíticas (Mackein y White , 1990). Sin embargo, en un estudio realizado por McCollum (1997) en novillos, no encontró diferencias en el consumo, la digestibilidad y la producción de proteína microbiana cuando se proporcionaron ácidos grasos de cadena ramificada a la dieta, lo cual indica, que no limitan la fermentación microbiana en el rumen.

Suplementación energética.

Numerosos investigadores han evaluado el uso de granos como suplementos para dietas a base de forraje. Cuando los granos o almidones son proporcionados como suplementos a forrajes de baja calidad nutritiva los resultados no han sido satisfactorios, debido a que en muchos casos la energía no es el nutriente limitante. (Klopfenstein, 1996). El consumo y la digestibilidad a menudo disminuyen cuando altos niveles de grano (0.2 % del PV) o almidón son ofrecidos como suplementos (Pordomingo et al., 1991). Horn y McCollum (1987) señalan que el nivel de suplementación energética que tiene efectos mínimos sobre la utilización del forraje es de 30g/kg PV^{0.75} lo que representa aproximadamente el 0.7 % del PV. La disminución del consumo y la digestibilidad de los forraje se atribuyen a la disminución del pH ruminal y a la prevalencia de bacterias amilolíticas sobre las bacterias celulíticas (Mould et al., 1983).

Cuando se utilizan fuentes altas en fibra digestible como suplementos energéticos en lugar de granos, la digestibilidad y el consumo de forrajes de baja calidad no se ven afectados (Gribsby et al., 1993). Parece ser que la calidad de los forrajes interactúa con la suplementación a base de granos. Matejovsky y Sanson (1995) reportan que cuando se suplementa con grano de maíz henos de alta calidad (14.2 % de PC) no se observaron efectos sobre la digestibilidad de la fibra detergente neutro y fibra detergente ácido. Sin embargo, cuando se suplementaron henos de baja calidad nutritiva el consumo y la digestibilidad disminuyeron. Independientemente de los efectos de la suplementación proteica y energética sobre la utilización de los forrajes, de algunos estudios se desprende que tanto la energía y la proteína se deben proporcionar de manera balanceada o sincronizada en una primera instancia a los microorganismos del rumen. En base a lo establecido por la NRC (1984) los microbios del rumen requieren una relación de materia orgánica digestible (energía) y proteína de 6 a 1. Esta relación se utiliza para decir cuando la suplementación energética y proteica pueden optimizar el uso del pastizal por el ganado en libre pastoreo (Villalobos, 2000).

Crterios adicionales a la suplementación estratégica.

Complementariamente, al establecimiento de las necesidades de suplementación proteica, energética y mineral, también las concentraciones de algunos metabolitos séricos así como de hormonas metabólicas se están utilizando para establecer el estado nutricional de rumiantes en pastoreo. Algunos de estos compuestos son los ácidos grasos no esterificados, los cuerpos cetónicos; la glucosa y la urea (Juárez et al., 2004). En el caso de los estudios de algunas hormonas metabólicas en rumiantes en pastoreo, se ha encontrado que cuando los pastizales se encuentran en dormancia (secos), las concentraciones de insulina disminuyen considerablemente (Obeidat et al., 2002). Entre otras funciones, la insulina regula el flujo de nutrientes hacia los tejidos, de tal manera de que si las concentraciones de esta hormona disminuyen los nutrientes no son utilizados adecuadamente (Obeidat et al., 2002). De igual manera, con el descubrimiento de la leptina en el tejido adiposo se ha postulado que esta hormona es un indicador del estado nutricional del ganado en pastoreo puesto que se ha encontrado que esta relacionada con la mayor parte de los procesos reproductivos (Foster y Nagatani, 1999). En nuestro país, la realización de investigaciones en esta área son pertinentes y relevantes.

CONCLUSIONES

En el presente documento se presentaron algunos logros y avances de la nutrición de rumiantes en libre pastoreo. No obstante, esta disciplina que forma parte del manejo de los pastizales es amplia y dinámica y queda mucho por seguir dilucidando. En relación con el compartimiento y la bioenergética de rumiantes en pastoreo se puede decir que se ha avanzado parcialmente sobre todo en el establecimiento de los requerimientos energéticos. En el caso de los conocimientos generados en nuestro país en torno a la selección de la dieta consumida por rumiantes en pastoreo los avances son relevantes. Actualmente, se cuenta con estudios de composición química y botánica de la dieta demasiado completos y de aplicación práctica en la nutrición de ganado en libre pastoreo. Por lo que respecta al estudio del consumo voluntario de forraje se puede decir, que se han realizado numerosos estudios en nuestro país. Sin embargo, no se puede hablar de determinaciones exactas del consumo de rumiantes en pastoreo debido a que las técnicas utilizadas hasta ahora tienen sus ventajas pero también serias limitaciones. Finalmente, en nuestro país los estudios de investigación relacionados con la suplementación de rumiantes de pastoreo están enfocados a identificar criterios más precisos para establecer las necesidades de suplementación proteica, energética y mineral.

BIBLIOGRAFIA

- Adams, D. C. 1985. Effect of time of supplementation on performance, forage intake and grazing behavior of yearling beef steers grazing Russian wild ryegrass in the fall. *J. Anim. Sci.* 61:1037.
- AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International. Wallingford. U. K. p 166.
- Arnold, G. W. 1981. Grazing Behavior. p 79. In: *Grazing Animals*. Morley, F. H. W. ed. Elsevier Scientific Publishing Company. University of Melbourne. Australia.
- Aufrere, J. 1982. Prediction of forage digestibility by an enzymatic method. *Annales de Zootechnie*. 31(2):111.
- Black, W. H., L. M. Tash., J. M. Jones and R. J. Klebeg. 1943. Effect of phosphorus supplements and cattle grazing on range deficient in this mineral. *USDA. Tech. Bull.* p 156.
- Carter, J. F., D. W. Bolin and D. Erickson. 1960. The evaluation of forages by the agronomic difference method and chromagen chromic oxide indicator technique. *North Dakota Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 426.
- Caton, J. S., and D. V. Dhuyvetter. 1996. Manipulation of maintenance requirements with supplementation. In: M. B. Judkins and F. T. McCollum III (Ed). *Proc. 3rd Grazing Livestock Nutrition Conference. Proc. West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci.* 47 (Suppl. 1) :72
- Caton, J. S., and D. V. Dhuyvetter. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and Responses. *J. Anim. Sci.* 75:533.
- Chamberlain, D. E. and P. C. Thomas. 1983. A note on the use chromium sesquioxide as marker in nutritional experiments with dairy cows. *Anim. Prod.* 36:155.
- Clanton, D. C. 1978. Non protein nitrogen in range supplements. *J. Anim. Sci.* 47: 765
- Clanton, D. C. and R. J. Raleigh. 1987. Forty year of grazing livestock. *Nutrition Conference. Jackson, Wyoming.* p 151.
- Cook, C. W., and E. L. Harris. 1950. The nutritive value of range forage as affected by vegetation type, site and state maturity. *Utah. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* p 344.
- Del Curto, T. R. C. Cochran., D. L. Harmon. A. A. Beharka., K. A. Jacques., G. Towne and E. S. Vanzant. 1990. Supplementation of dormant tallgrass prairie forage. I. Influence of varying supplemental

- protein and energy levels of forage utilization characteristics of beef cattle steers in confinement. *J. Anim. Sci.* 68:515-531.
- Esplin, A. C., J. E. Greavez and L. A. Stoddart. 1937. A study of Utah winter range composition of forage plant and use of supplements. *Utah Agr. Exp. Sta Bull.* p 277.
- Fierro, L. C. 1980. Nutrición animal bajo condiciones de libre pastoreo. Serie Técnico- Científica. INIP-SARH p 20.
- Fleck, A. T., K. S. Lusby., F. N. Owens and F. T. McCollum. 1988. Effects of corn gluten feed on forage intake, digestibility and ruminal parameters of cattle fed native grass hay. *J. Anim. Sci.* 66: 750-757.
- Forcherio, J. C., G. E. Catlett., J. A. Paterson., M. S. Kerley and M. R. Ellersick. 1995. Supplemental protein and energy for beef cows consuming endophyte infected tall fescue. *J. Anim. Sci.* 73:3427-3436.
- Foster, D. L. and S. Nagatani. 1999. Physiological perspectives on leptin as a regulator of reproduction: Role in timing puberty. *Bio. Reprod.* 60:205
- Grigsby, K. N., M. S. Kerley., J. A. Paterson and J. C. Weigel. 1993. Combinations of starch and digestible fiber in supplements for steers consuming a low quality bromegrass hay diet. *J. Anim. Sci.* 71:1057-1064.
- Holecheck, J. L., M Viura and R. D. Piper. 1982. Botanical composition determination of range herbivore diets: A review. *J. Range. Manage.* 35:309.
- Horn, G. W. and F. T. McCollum. 1987. Energy supplementation of grazing ruminant. *Proc. Graz Nutr. Conf. Jackson Hole. WY.*
- Horney, M. R. T DelCurto., M. M. Stamm, R. K. Bailey and S. D. Brandy. 1996. Early vegetative tall fescue hay vs alfalfa hay as a supplements for cattle consuming low quality roughages. *J. Anim. Sci.* 74:1959-1966.
- Juárez, R. A. S., M. A. Cerrillo., C. A. Meza., and G. Nevarez. 2004. Diet composition, intake, plasma metabolites reproductive and metabolic hormones during pregnancy in goats under semi arid grazing conditions. *J. Agri. Sci.* 142:697-704.
- Kartchner, R. J. 1980. Effects of protein and energy supplementation of cows grazing native winter range on intake and digestibility *J. Anim. Sci.* 51:432-438.
- Klopfenstein, T. K. 1996. Need for escape protein by grazing cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 60:191.
- Koster, H. H., R. C. Cochran., E. C. Titgemeyer, E. S. Vanzant, I. Abdelgadir and G. S. Jean. 1996. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low quality tallgrass prairie forage by beef cows. *J. Anim. Sci.* 74:2473-2481.
- Krysl, L. J. M. L. Galyean., D. J Wallace., F. T. McCollum M. B. Judkins., E. E. Branine and J. S. Caton. 1987. Cattle nutrition on blue grama rangeland in new Mexico. *New Mexico State Univ. Agric. Exp Sta. Bull.* p 727.
- . 69:2168.
- Mackie, R. L., and B. A. White. 1990. Symposium: Rumen ecology and nutrition. Recent advances in rumen microbial ecology and metabolism: Potential impact on nutrient output. *J. Dairy. Sci.* 73:2971-2995.
- Matejovky, E. and D. W. Sanson. 1995. Intake and digestion of flow medium and high quality grass hay by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. *J. Anim. Sci.* 73:2156-2163.
- Mathis C. P. 2004. Protein and energy supplementation to beef cows grazing new Mexico rangelands. *Texas Agric. Ext. Service. Publ. B-564.*
- McCollum, F. T. 1997. Supplementation strategies for beef cattle. *Texas Agric. Ext. Service. Publ. B-6067.*
- McCollum, F. T., and M L Galyean. 1985. Influence of cottonseed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate passage of prairie hay in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2156-2163.
- Minson, D. J. 1990. *Forage in Ruminant Nutrition* Academic Press. San Diego California USA.
- Moore, J. E. and W. E. Kunkle. 1995. Improving forage supplementation programs for beef cattle. In: *Sixth Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, Gainesville, F. L.* p 65.
- Morley, F. H. W. 1981. *Grazing Animals.* Elsevier Scientific Publishing Company. University of Melbourne. Australia. p 28.
- Mould, F. L. and E. R. Orskov. 1983. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulose in sacco dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. *Anima. Sci. Tech.* 10:1.
- Murillo, O, M., O. Reyes., C. Palacio., O. F. Carrete., O. Ruiz and E. Herrera. 2005. Consumo voluntario y valor nutricional de la dieta de bovinos en pastoreo en un pastizal mediano arbosufrutescente en

- dos épocas de año. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Zacatecas, Zac (Méx.) p 125.
- NRC, 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle 7th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle (6th Ed). National Academy Press. Washington, DC.
- Obeidat, B. S., M. G. Thomas, D. M. Hallford., D. H. Keiser., M. K. Petersen., W. D. Bryant., M. D. Garcia., L. Narro and R. Lopez. 2002. Metabolic characteristic of multiparous Angus and Brahman cows grazing in the Chihuahua Desert. J. Anim. Sci. 80:2223-2233.
- Osuji. P. O. 1974. The physiology of eating and energy expenditure of the ruminants pasture. J. Range. Manage. 27: 237.
- Ovenell, K. H., K. S. Lusby., G. W. Horn and R. W. McNew. 1991. Effects of lactational status on forage intake, digestibility and particulate passage rate of beef cows supplemented with soybean meal, wheat middling and corn and soybean meal. J. Anim. Sci. 69:2617-2623.
- Paterson, J. A., R. L. Belyea., J. P. Bowman., M. S. Kerley and J. E. Williams. 1994. The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. p 59-114. In: Forage Quality, Evaluation and Utilization. G. C. Fahey et al., ed. Proc National Symposium on Forage Quality, Evaluation and Utilization. Lincoln, Neb.
- Petersen, M. K. 1987. Nitrogen supplementation of grazing livestock. p 115. Proc. Grazing Livest. Nutr. Conf. Univ. of Wyoming. Laramie.
- Petersen, M. K., D. C. Clanton., R. Briton. 1985. Influence of protein degradability in range supplements on abomasal nitrogen flow nitrogen balance and nutrient digestibility. J. Anim. Sci. 60:1324-1329.
- Pordomingo, A. J., J. D. Wallace., A. S. Freeman and M. L. Galyean. 1991. Supplemental corn grain for steers grazing native rangeland during summer. J. Anim. Sci. 69:1678-1687.
- Ross, O. B., R. W. Mac vicar., D. F. Stephens. 1950. Feeding trials with mineral and protein supplements for two and three year old steers wintered on dry grass. Oklahoma. Agr. Exp. Sta. Bull. p 302.
- Sowell, B. F. J. G. P. Bowman., E. E. Grings and M. D. McNeil. 2003. Liquid supplement and forage intake by range beef cows. J. Anim. Sci. 81:204-303.
- Stafford, S. D. R. C. Cochran., E. S. Vanzant and J. O. Fritz. 1996. Evaluation of the potential of supplements to substitute for low quality tallgrass prairie forage. J. Anim. Sci. 74:639-647.
- Tilley, J. M.A and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. British. Grassl. Soc. 18:104.
- Torell, D. T. 1954. An esophageal fistula from animal nutrition studies. J. Anim. Sci. 13:878.
- Van Soest 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. O and B books. Corvallis Oregon.
- Villalobos, J. C. 2000. Interrelación de suplementos proteicos y energéticos con la calidad del forraje de animales en pastoreo. VIII Congreso Internacional de Nutrición Animal. Chihuahua, Chih. p 3.
- Villalobos. J. C. C. M. Briton., D. B. Wester. 1999. Predicting stocker average daily gain on tobosagrass range using digestible organic matter to crude protein ratio. Nutritional Ecology of Herbivores. Fifth International Symposium on the nutrition of herbivores. Stone G Forbes TDA. Stuth J. W. Byers FM editors. San Antonio Texas. US.
- Wallace, J. D, and E. E. Parker. 1992. Range supplements what we have learned. New Mexico Cattle Growers Short Course. p 20
- Watkins, W. E. 1955. Digestibility of range grasses and grass-lugume mixtures. New Mexico Agr. Exp. Sta. Bull p 400.

PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE TOMATE BAJO INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA

**Pedro Cano Ríos¹, Cándido Márquez Hernández²,
Uriel Figueroa Viramontes¹, Norma Rodríguez Dimas²,
Víctor Martínez Cueto³ y Alejandro Moreno Resendez³**

¹Investigador, Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coah. México. cano.pedro@inifap.gob.mx.

²Postgrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coah. México.

³Maestro-Investigador, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coah. México

INTRODUCCIÓN

La historia de la humanidad se puede dividir en tres etapas -salvajismo, barbarie y civilización- según los progresos obtenidos en la producción de los medios de existencia. La habilidad en esa producción desempeña un papel decisivo en el grado de superioridad y de dominio del hombre sobre la naturaleza: el hombre es, entre todos los seres, el único que ha logrado un dominio casi absoluto de la producción de alimentos. Todas las grandes épocas del progreso de la humanidad coinciden, de manera más o menos directa, con las épocas en que se extienden las fuentes de existencia. En forma resumida los logros de la humanidad en cada una de esas etapas serían: *Salvajismo*: Período en que predomina la apropiación de productos que la naturaleza da ya hechos; las producciones artificiales del hombre están destinadas, sobre todo, a facilitar esa apropiación, *Barbarie*: Período en que aparecen la ganadería y la agricultura y se aprende a incrementar la producción de la naturaleza por medio del ingenio humano y *Civilización*: Período en el que el hombre sigue aprendiendo a elaborar los productos naturales, período de la industria, propiamente dicha y del arte (Engels, 2000).

De acuerdo a Gómez y Castañeda (2000) y siendo congruentes con lo señalado por Engels (2000) la agricultura es la actividad en la cual el hombre maneja los recursos naturales, la calidad de la energía disponible, los medios y técnicas para producir y reproducir los vegetales y animales que satisfagan sus necesidades. Sin embargo, dichas necesidades no han sido totalmente satisfechas, debido a la gran explosión demográfica que a escala mundial ocurrió a mediados del siglo pasado, obligando al hombre a producir más intensivamente, desarrollando sistemas de producción con monocultivos y alta fertilización (la famosa revolución verde), situación que ocasionó un gran incremento de los insectos-plaga, enfermedades y malezas, motivando el uso indiscriminado de agroquímicos y por ende a la contaminación ambiental que es de todos conocida.

La Comarca Lagunera es un ejemplo de la gran contaminación que se ha generado por el uso indiscriminado de agroquímicos, la aplicación de plaguicidas en los 60s provocó serios

problemas de intoxicaciones de trabajadores del campo. En 1963 se registraron 343 casos de intoxicaciones y tres muertes, debido a la falta de protección y educación; así como al escaso control del uso de plaguicidas. En 1974 ocurrieron 847 intoxicaciones y cuatro muertes, debido a los factores antes señalados y por el aumento en las aplicaciones terrestres con aspersoras manuales (Restrepo, citado por Nava, 2005).

Nava (2005) indica que Viveros y Albert en un estudio realizado en la Comarca Lagunera durante 1976, 1978 y 1988, encontraron concentraciones de residuos de los insecticidas o sus metabolitos DDT, BHCH y HCB en la leche materna que superaban los límites permisibles en 2.1 a 10.3 veces. También reportaron que la ingesta diaria de DDT por lactantes fue de 9 a 10 veces mayor que la ingesta diaria aceptable. Por otro lado, Recio *et al.*, citado por Nava (2005) indica que estos investigadores encontraron una asociación positiva entre la exposición a los insecticidas órgano fosforados (metabolitos DEP y DETP) de los trabajadores del área agrícola de Cd. Juárez, Dgo. y la cantidad de aneuploidias en sus células espermáticas.

Conociendo los efectos de la contaminación por agroquímicos, la tendencia actual de los consumidores, es conocer, en la medida de lo posible, el origen de los productos, de cómo fueron cultivados o si son seguros para comerse, así como del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente por los alimentos que se consumen en fresco (Gewin, 2004; Macilwain, 2004; Schlermeler, 2004).

Lo anterior, implica buscar sistemas de producción apegados lo más cercano posible a lo no-aplicación de agroquímicos, uno de esos sistemas es la agricultura orgánica, que en forma general, es una forma de producción en la cual no se utilizan fertilizantes ni plaguicidas sintéticos, como se menciona en las siguientes normas: FAO (2001); DOF (1995); EU (1991); USDA (2004); JAS (2004) e IFOAM (2003).

Aunque se pueden considerar varios tipos de agricultura, en general, Guerreo (1998) y Gómez y Castañeda (2000) reconocen tres principales:

Agricultura convencional. Basada en el uso de agroquímicos como insecticidas, fungicidas, fertilizantes, herbicidas y otros productos químicos sintéticos. Por consiguiente este tipo de agricultura se caracteriza por su alto nivel de contaminación ambiental y de la gran mayoría de los productos así obtenidos, lo cual, repercute en la salud de los consumidores.

Agricultura sustentable. Es una combinación de métodos genéticos, agronómicos, biotecnológicos y químicos en un sistema de producción económico, mismo que optimiza la calidad del producto y protege el medio ambiente y la salud humana.

Agricultura Orgánica. Basada en el uso de productos naturales, no contaminantes, como las compostas. Apoyándose en alternativas biológicas y culturales para el control de plagas y enfermedades. Teniendo como uno de los componentes principales la incorporación del nivel social, ya que un sistema orgánico, debe de considerar el bienestar económico y social de las personas involucradas en el proceso de producción.

Los principales problemas que enfrenta la agricultura orgánica, en México y en algunos otros países del orbe son: la comercialización, las limitantes ambientales, los costos de producción, la insuficiencia de capacitación e investigación (Gómez *et al.*, 1999).

Aunado a lo anterior, las normas previamente señaladas, establecen un periodo de tres a cinco años para la reconversión de un predio para certificarlo como orgánico y los productores, no están dispuestos a arriesgar su capital en dicha etapa de transición, debido a que los rendimientos disminuyen y la cosecha aun, no es orgánica y por consiguiente no se obtiene aun, el precio premium que oscila entre 30 y 40% mas que el convencional (Gómez *et al.*, 1999; Govindasamy, e Italia, 1999).

Huxham *et al.* (2005) señalan que una alternativa para reducir dicho período de transición es la rotación con trébol rojo mas rye grass, logrando así, la conversión en dos años, mientras que Márquez y Cano (2005) mencionan que la entrada inmediata a la producción orgánica, puede ser utilizando un sustrato orgánico a partir de composta mas arena o perlita, el cual se puede en invernadero en combinación con productos orgánicos para controlar los organismos dañinos.

Por otro lado, la tendencia actual de producción de tomate, es realizarla bajo invernadero, que según, Castilla (2003) dichas estructuras pretenden mejorar las condiciones ambientales para incrementar la bioproductividad, presentándose producciones de tomate de 300 a 500 ton/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).

En la actualidad, la producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en Baja California Sur (Navejas, 2002), pero si bien la cosecha es orgánica certificada, los rendimientos son bajos, debido a lo anterior, es conveniente, producir en invernadero, con rendimientos mucho más elevados, utilizando obviamente insumos orgánicos para el control de plagas y enfermedades para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo, por lo que la obtención de un buen sustrato orgánico, evitaría los tres años mencionados. Por otro lado, Diver *et al.* (1999) mencionan que la producción de tomate orgánico a campo abierto es de 32.12 ton/ha

En la Comarca Lagunera se producen mensualmente alrededor de 49 mil toneladas de materia seca de estiércol de bovino (Luévano y Velásquez, 2001), por consiguiente una alternativa muy viable sería crear dicho sustrato a partir de estiércol composteado; la composta resultante se podría mezclar con medios inertes como arena o perlita, materiales también abundantes en la región, con el propósito de mejorar las características fisicoquímicas del sustrato.

La composta, es por excelencia, la principal fuente de nutrimentos en la agricultura orgánica, ya que los fertilizantes convencionales no están dentro de la normativa en dicho sistema de producción; aunado a lo anterior, la autoelaboración de las compostas, permiten un ahorro por \$118,000 por concepto de fertilizantes para un ciclo de 10 meses de tomate en invernadero (Castellanos, 2003).

Por otro lado, el tomate es la segunda hortaliza de mayor producción y por ende, de consumo en el mundo y en México, con consumo per cápita de 18.8 y 20.47 kg, respectivamente (FAOSTAT, 2004); para garantizar lo anterior, se realizan aplicaciones preventivas de cantidades considerables de pesticidas y fertilizantes, lo cual, puede afectar la calidad del fruto y tener efecto en los consumidores finales, ya que en el mejor de los casos, solo algunos cumplen con los límites máximos de residuos (Lockwood, 2004).

Considerando lo antes expuesto, un grupo interdisciplinario compuesto por investigadores del Campo Experimental La Laguna-INIFAP y de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna se dieron a la tarea de desarrollar un paquete tecnológico para producir tomate orgánico bajo condiciones de invernadero. Es por tanto el objetivo del presente trabajo presentar los resultados de los principales experimentos que dentro de esta investigación se han desarrollado en los últimos cinco años.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de los experimentos

Los experimentos se realizaron en dos invernaderos, uno localizado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna (UAAAN-UL), ubicada en Periférico y carretera Santa Fe, Torreón Coahuila, en un invernadero con una superficie de 200 m², de tipo semicircular compuesto de cubierta de plástico (polietileno) con estructura de PTR, con una ventilación por medio de pared húmeda con dos extractores, sin calefacción. El otro invernadero esta ubicado en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), localizado en el km 17.5 de la carretera Torreón-Matamoros, en el municipio de Matamoros, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera. El invernadero tiene una área de 250 m² con estructura totalmente

metálica, cubierto lateralmente por láminas de policarbonato y doble capa de plástico en el techo; el sistema de enfriamiento consistió en pared húmeda y dos extractores, mientras que la calefacción fue suministrada por un quemador de gas, ambos equipos, programados automáticamente. Ambos invernaderos con sistema de riego por goteo y localizados dentro de la Comarca Lagunera.

La Comarca Lagunera se encuentra comprendida entre los paralelos 24° 10' y 26°45' de latitud norte y los meridianos 101°40' y 104°45' de longitud oeste de Greenwich, con una altura sobre el nivel medio del mar de 1, 100 metros. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi-calido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992).

A continuación se describen cada uno de los experimentos, principalmente en cuanto a su fecha de siembra y diseño de tratamientos dado que el manejo y demás practicas fueron similares para todos los experimentos.

Experimento 2001-2002. Se evaluaron los genotipos de tomate Adela y Andre, los cuales se sembraron el día 25 de Junio del 2001 en el rancho Santo Tomas en el municipio de Matamoros Coahuila, el transplante, se realizó el día 14 de Agosto. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones, el diseño para los sustratos fue el que se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Sustratos evaluados en el cultivo de tomate, bajo condiciones de invernadero. 2001-2002.

| Sustrato | Porcentaje utilizado para la mezcla vermicomposta-arena | |
|-----------------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| | Vermicomposta (%) | Arena (%) |
| S1 | 12.5 | 87.5 |
| S2 | 25.0 | 75.0 |
| S3 | 37.5 | 62.5 |
| S4 | 50.0 | 50.0 |
| S5 Solución nutritiva | 0.0 | 100 |

Se formaron un total de 10 tratamientos resultante de la combinación de los sustratos (5) con los genotipos (2).. Al sustrato cinco se le aplico la solución nutritiva propuesta por Zaidan (1997).

Experimentos 2003-2004.

Se realizaron dos experimentos, ambos en el invernadero del CELALA, el primero con el híbrido Bosky, que es tipo bola y el segundo con genotipo FA-1325, que es tipo cherry, la siembra de ambos genotipos se realizó el 14 de agosto en el Rancho Santo Tomas y el trasplante el 11 de septiembre. Para cada experimento, se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones con un arreglo trifactorial 2x2x4, en donde el factor A fueron compostas (Biocomposta, composta comercial y Vermicomposta, lombricultura); el factor B, sustratos inertes (Arena y Perlita); y factor C, cuatro niveles de composta (12.5%, 25%, 37.5% y 50%), dando lugar a 16 tratamientos, los cuales únicamente fueron regados con agua sin adición de fertilizantes; además se usó como testigo, un sustrato de arena con fertirrigación, usando la solución nutritiva propuesta por Zaidan (1997).

Experimentos 2004-2005.

En este ciclo se desarrollaron dos experimentos uno en cada invernadero. En el invernadero del CELALA, la siembra se realizó el 29 de agosto del 2004, mientras que el trasplante se efectuó el 1 de octubre. El diseño experimental fue completamente al azar, siendo la unidad experimental de 20 macetas; se utilizaron cinco repeticiones con un arreglo factorial 2x4, en donde el factor A fueron las fuentes de fertilización: 1) vermicomposta 50% + arena50%, irrigado con solo agua (A); 2) vermicomposta50% + arena50%, irrigado con agua + quelatos, (Q); 3) vermicomposta50% + arena50%, irrigado con agua +fertilizantes orgánicos, (O); 4) vermicomposta50% + arena50%, irrigado con agua + fertilizantes inorgánicos, (In); y 5) testigo, (T), en arena mas solución nutritiva (Zaidan, 1997), mientras que el factor B, fueron los genotipos Bosky (B) y Big Beef, (BB), dando lugar a 10 tratamientos; cabe señalar que los fertilizantes orgánicos utilizados son comerciales y aprobados por las normas de producción orgánica; la adición de los tratamientos inició al presentarse síntomas visuales de inicios de amarillamiento. Las fuentes de fertilizantes acordes a los lineamientos orgánicos son agua, quelatos y fertilizantes orgánicos. Mientras que en el invernadero de la UAAAN-UL, la siembra se llevo el 2 de octubre del 2004 y se transplantó el 20 de noviembre, se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos Sustratos: S1) 50% arena + 50% composta aplicada en forma graduada; el 50% de la capacidad de la maceta al inicio, el 25% a los 79 DDS días después de la siembra (20- dic) y el 25% restante a los 134 DDS (14-feb-2005) más quelatos . S2). 50% arena + 50% composta aplicada el 100% de la capacidad de la maceta desde el inicio sin fertilizante. S3) 100% arena + fertilizantes inorgánicos. La solución nutritiva

para el testigo fue la recomendada por Zaidan (1997). Se utilizó el híbrido de tomate Red Chief. La parcela experimental fue de 40 plantas de tomate, en una superficie de 180 m²

Para todos los experimentos se utilizaron macetas de 18 kg llenadas sobre la base de volumen. La densidad de plantas fue de 4 plantas/ m². Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, sosteniéndolas con rafia. Cuando inicio la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico), el cual se paso el vibrador diariamente, entre 11 AM y 2 PM. Durante la fructificación en el punto rosado de los frutos de los primeros racimos se procedió a deshojar, eliminando las hojas que quedan debajo de éste, la poda apical se realizó al octavo racimo. Se establecieron trampas amarillas para el monitoreo de plagas y se realizaron revisiones visuales de la planta cada semana. Las variables evaluadas fueron rendimiento y calidad de fruto (peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grados brix y espesor de pulpa). Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 2001-2002.

Rendimiento. De acuerdo con el análisis de varianza en la variable rendimiento se obtuvo que los tratamientos utilizados tuvieron diferencia significativa estadística ($P < 0.05$), Los tratamientos de mayor rendimiento y estadísticamente iguales fueron Adela consoliación nutritiva, Andre con el 12.5%, Andre testigo y Andre al 50% de vermicomposta con 173.6, 170.5, 151.0 y 131.1 ton/ha respectivamente mientras que los tratamientos con menor rendimiento y estadísticamente iguales fueron Adela 50% y Andre 25% con un rendimiento de 78.47 y 74.44 ton/ha respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias de tratamientos, para la variable rendimiento de tomate en los tratamientos evaluados. 2003.

| Número de tratamiento | Media Ton/ha | Nivel de significancia | | | |
|-----------------------|--------------|------------------------|---|---|---|
| Adela (s) | 173.69 | a | | | |
| Andre (12.5%) | 170.52 | a | b | | |
| Andre (s) | 150.99 | a | b | c | |
| Andre (50%) | 131.06 | a | b | c | d |
| Adela (37.5%) | 105.40 | | b | c | d |
| Andre (37.5%) | 92.15 | | | c | d |
| Adela (25.0%) | 88.60 | | | c | d |
| Adela (12.5%) | 81.14 | | | c | d |
| Adela (50%) | 78.47 | | | | d |
| Andre (25%) | 74.44 | | | | d |

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.
s = solución nutritiva; (n%) nivel de vermicomposta.

Los resultados obtenidos también superan en rendimiento a los reportados por Rodríguez (2002) quien evaluó genotipos de tomate con solución nutritiva bajo condiciones de invernadero, reportando un rendimiento para el genotipo Andre de 91.7 ton/ha.

Calidad de fruto.

Peso de fruto. El análisis de varianza para la variable peso del fruto detectó diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos presentando un valor promedio de 189 g. En la comparación de las medias para la variable peso de fruto se puede observar que el genotipo Andre en los tratamientos (12.5%), al (50%) de las mezclas vermicomposta-arena y Andre (testigo) resultaron estadísticamente iguales y fueron los tratamientos que presentaron el mayor peso de fruto con 224.7, 223.4 y 218.3 g., respectivamente, mientras que los tratamientos de menor peso fue Adela al 50% de vermicomposta con 134.7 g (Cuadro 3).

En el presente experimento la variable peso de fruto superó al peso de fruto de tomate obtenido por Acosta (2003) quien reportó que el tratamiento testigo presentó el mayor peso de fruto con 134.07 g, en este experimento el valor más bajo lo presentó el tratamiento con el genotipo Adela al 50% de vermicomposta con 134.7 g.

Cuadro3. Peso de fruto de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero, 2003.

| Tratamiento | Peso gr | Nivel de significancia | |
|---------------|---------|------------------------|-----|
| Andre (12.5%) | 224.71 | a | |
| Andre (50%) | 223.38 | a | |
| Andre (s) | 218.26 | a | |
| Andre (25.5%) | 196.27 | a | b |
| Adela (s) | 177.48 | | b |
| Adela (12.5%) | 174.70 | | b |
| Adela (37.5%) | 171.70 | | b |
| Adela (25.5%) | 170.50 | | b c |
| Andre (37.5%) | 170.38 | | b c |
| Adela (50%) | 134.69 | | c |
| CV | 34.8 | | |
| Media | 186.2 | | |

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

S = Solución nutritiva; (n%) = nivel de vermicomposta.

Diámetro polar. Para esta variable el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos, los cuales generaron un valor medio de 6.1cm y un coeficiente de variación de 13.2%. En el cuadro 4 se observa que el genotipo Andre en la concentración (50%) de la mezcla vermicomposta-arena supera a los testigos Andre y Adela al

cual se les aplicó solución nutritiva. Los tratamientos de menor diámetro polar fueron Adela al 50% y al testigo Adela al cual se le aplicó solución nutritiva.

Cuadro 4. Diámetro polar del fruto de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero, 2003.

| Tratamiento | Diámetro polar | Nivel de significancia | | |
|---------------|----------------|------------------------|---|-----|
| Andre (50%) | 6.881 | a | | |
| Andre (12.5%) | 6.513 | b | | |
| Andre (25%) | 6.363 | b | c | |
| Andre (37.5%) | 6.263 | b | c | |
| Adela(50%) | 6.206 | b | c | |
| Andre (s) | 6.048 | | c | d |
| Adela (25%) | 6.044 | | c | d |
| Adela (12.5%) | 5.788 | | | d e |
| Adela (50%) | 5.763 | | | d e |
| Adela (s) | 5.525 | | | e |
| CV | 13.200 | | | |
| Media | 6.100 | | | |

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

S = Solución nutritiva; (n%)= nivel de vermicomposta.

Diámetro ecuatorial. El análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos, detectó una media de 7.0 cm y un coeficiente de variación de 14.7 en el cuadro 6 se puede observar que los tratamientos Andre con el nivel 50 y 12.5 % de vermicomposta presentan los mayores diámetros con 7.6 y 7.5 cm respectivamente, el resto de los tratamientos fueron estadísticamente iguales y el tratamiento que presentó el menor valor fue Adela al 50% de vermicomposta con 6.4 cm (cuadro 5).

Grados Brix. El análisis de varianza presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos con un valor promedio de 7.6 y un coeficiente de variación de 14.9. En el cuadro 6 se observa que el porcentaje de vermicomposta-arena al (12.5%) en el genotipo Andre y Adela fueron los que presentaron la mayor concentración de sólidos solubles 6.2 y 5.9 grados. Mientras que el genotipo Adela al cual se le aplicó la solución nutritiva fue el que obtuvo la menor cantidad de sólidos solubles 5.3 grados. Por lo ya mencionado anteriormente el porcentaje ideal de vermicomposta-arena para obtener la mayor cantidad de sólidos solubles es el (12.5%) en cualquiera de los dos genotipos. Los resultados obtenidos en este experimento para el testigo Adela son similares a los citados por Ríos (2002), evaluando genotipos de tomate en invernadero reporta para el genotipo Adela 5.3 grados Brix. De acuerdo con Díez (1995) los tratamientos evaluados se consideran de buena calidad ya que según este

investigador, los tomates para procesado y consumo en fresco deben contar con un contenido de sólidos solubles que oscilen entre 4.4 y 5.5° Brix. (Cuadro 6).

Cuadro 5. Diámetro ecuatorial del fruto de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero. 2003.

| Tratamientos | Diámetro ecuatorial | Nivel de significancia |
|---------------|---------------------|------------------------|
| Andre (50%) | 7.590 | a |
| Andre (12.5%) | 7.469 | a |
| Andre (37.5%) | 6.939 | b |
| Adela (12.5%) | 6.937 | b |
| Adela (25%) | 6.925 | b |
| Andre (s) | 6.914 | b |
| Andre (25%) | 6.863 | b |
| Adela (37.5%) | 6.743 | b |
| Adela (s) | 6.665 | b |
| Adela (50%) | 6.427 | b |
| CV | 14.700 | |
| Media | 7.000 | |

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

S = Solución nutritiva; (n%)= nivel de vermicomposta.

Cuadro 6. Grados Brix del fruto en tratamientos evaluados en tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero. 2003.

| Tratamientos | Media grados Brix | Nivel de significancia | | | | |
|---------------|-------------------|------------------------|---|---|---|---|
| Andre (12.5%) | 6.219 | a | | | | |
| Adela (12.5%) | 5.955 | a | b | | | |
| Adela (50%) | 5.877 | a | b | c | | |
| Andre (50%) | 5.769 | | b | c | d | |
| Andre (25%) | 5.645 | | b | c | d | e |
| Adela (37.5%) | 5.553 | | b | c | d | e |
| Andre (s) | 5.522 | | | c | d | e |
| Andre (37.5%) | 5.442 | | | c | d | e |
| Adela (25%) | 5.344 | | | | d | e |
| Adela (s) | 5.341 | | | | | e |
| CV | 14.800 | | | | | |
| Media | 5.600 | | | | | |

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

S = solución nutritiva; (n%)= nivel de vermicomposta.

Espesor de pulpa. Para esta variable el análisis de varianza no encontró diferencia significativa en ninguna fuente de variación se puede decir que los genotipos Andre como el Adela en

cualquiera de sus niveles de vermicomposta presentan al frutos el mismo espesor de pulpa; así como también la solución nutritiva en cualquiera de los dos genotipos responde de igual manera por lo que no hay diferencia significativa (cuadro 7).

Cuadro 7. Espesor de pulpa del fruto en tratamientos evaluados en tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero 2003.

| Tratamiento | Espesor de pulpa cm | Nivel de significancia |
|---------------|---------------------|------------------------|
| Andre (37.5%) | 0.863 | a |
| Adela (s) | 0.858 | a |
| Adela (37.5%) | 0.856 | a |
| Andre (50%) | 0.842 | a |
| Andre (s) | 0.802 | a |
| Adela (12.5%) | 0.792 | a |
| Adela (25%) | 0.774 | a |
| Andre (12.5%) | 0.765 | a |
| Andre (25%) | 0.763 | a |
| Adela (50%) | 0.750 | a |
| CV | 40.900 | |
| Media | 0.810 | |

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

S = solución nutritiva; (n%)= nivel de vermicomposta.

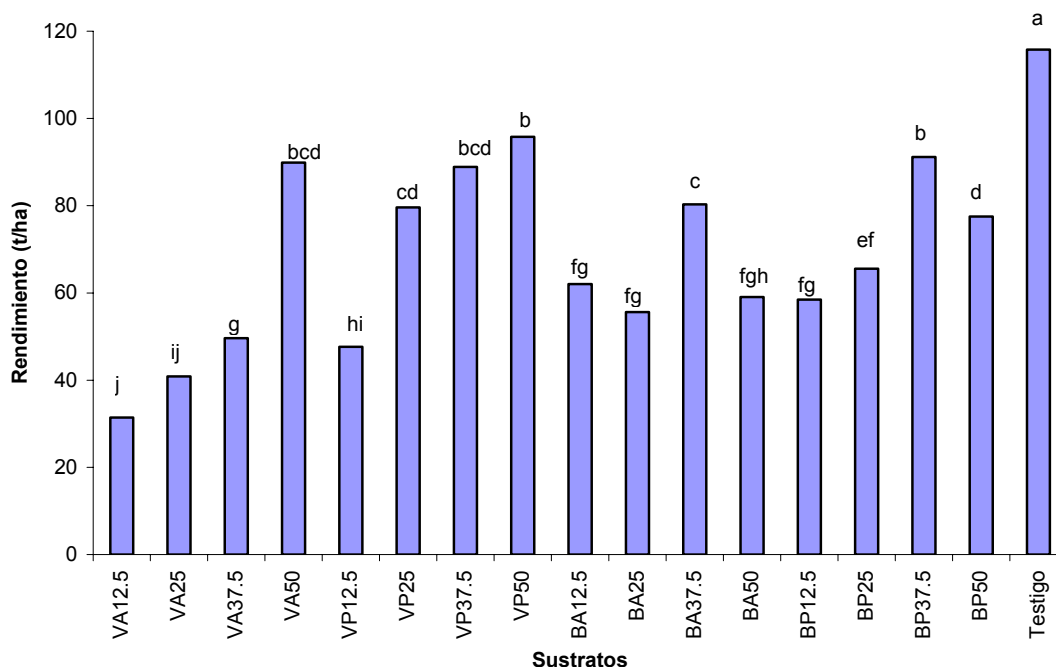
Experimentos 2003-2004

Rendimiento experimento 1. El análisis estadístico no detectó diferencias significativas para compostas, las cuales presentaron una media de 67.08 t/ha, lo anterior nos permite utilizar cualquiera de las compostas utilizadas sin afectar el rendimiento esperado. Por otro lado, en los sustratos inertes, la perlita superó en 22.46% a la arena, es decir, que es preferible mezclar la composta con perlita, ya que mejora las características generales del sustratos, tales como aireación, retención de humedad, etc.; sin embargo, es conveniente señalar, que el costo del material, actualmente es alto y la arena puede funcionar aceptablemente, donde no se disponga de los medios para obtener la perlita.

La triple interacción fue altamente significativa, lo cual implica que el comportamiento de los híbridos es diferente dependiendo del porcentaje de la composta y el material inerte. En la figura 1 se puede apreciar que el mayor rendimiento lo presenta el testigo, superando a los mejores sustratos orgánicos en 21.03%; sin embargo, por su método de fertilización, no está dentro de la normatividad orgánica.

Los mejores sustratos orgánicos fueron vermicomposta tanto con arena al 50% como con perlita al 37.5% y al 50%, así como la biocomposta mas perlita al 37.5%, con una media de 91.42 t/ha, superando los rendimientos obtenidos en campo en 284.62%, es decir que con

éstos sustratos, se puede producir orgánicamente bajo invernadero, evitando así el período de transición



V, vermicomposta; B, biocomposta; A, arena; P, perlita;
Barras con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS, $p \leq 5\%$)

Figura 1. Comparación de medias de rendimiento de tomate en sustratos orgánicos. 2004.

Calidad de fruto experimento 1

Peso de fruto. Los mejores tratamientos para la variable peso de fruto fueron vermicomposta mas arena al 50 y 37.5%, vermicomposta mas perlita al 50 y 37.5% así como el testigo con una media de 238.4 g; éstos tratamientos superan a lo obtenido tanto por Ríos (2002) como López (2003), ya que mencionan valores en hidroponía para el mismo genotipo utilizado de 154.09 y 221.52 g, respectivamente.

Espesor de pulpa. En el caso de espesor de pulpa, se obtuvieron cuatro grupos de significancia dentro de un rango de 0.70 y 0.89 cm, siendo los tratamientos, biocomposta mas arena al 12.5% y vermicomposta mas arena al 37.5%, respectivamente.

Diámetro polar y ecuatorial. No se presentó diferencia significativa para las siguientes variables: diámetro polar y ecuatorial, sólidos solubles y numero de lóculos, con medias, respectivamente de 5.40 cm, 6.62 cm, 4.04 °Brix y 4 lóculos.

Sobre la base de lo anterior, se concluye que la calidad no se ve afectada al utilizar los sustratos orgánicos

Rendimiento experimento 2. Los resultados muestran diferencia significativa para todas las fuentes de variación, incluyendo la triple interacción, es decir, que existe un efecto conjunto entre las tres variables. El testigo fue el de mayor rendimiento con 95.051 t ha^{-1} , seguido de los sustratos orgánicos de mayor rendimiento, que presentaron una media de 52.65 t ha^{-1} , los cuales fueron vermicomposta mas perlita al 50%, vermicomposta mas perlita al 25%, biocomposta mas arena al 12.5% y vermicomposta mas perlita al 37.5% (Tabla 3);

Calidad de fruto experimento 2. Se presentó diferencia significativa para todas las variables. En el caso, de grados Brix, se obtuvo una media de $7.23 \text{ }^\circ\text{Brix}$ para todas las mezclas a excepción de biocomposta mas arena al 25%, que presentó un valor de $7.93 \text{ }^\circ\text{Brix}$.

Los medias obtenidas de los mejores sustratos orgánicos (Cuadro 8) tanto para peso de fruto como para diámetros ecuatorial y polar, respectivamente fueron 12.96 g , 2.76 y 2.58 cm . El sustrato orgánico que presentó la fruta de menor calidad fue biocomposta mas perlita al 50%, ya que los valores respectivamente para peso de fruto, y diámetros ecuatorial y polar fueron de 9.13 g , 2.40 y 2.20 cm

Los resultados muestran que se puede producir orgánicamente, mencionando que el rendimiento obtenido por los mejores sustratos orgánicos, supera en 309.7% , los rendimientos obtenidos a campo abierto y sobre todo que la calidad de la fruta no se ve perjudicada, lo anterior coincide con lo mencionado por Tuzel et al. (2003). Así pues, se recomienda, en forma general, utilizar la vermicomposta con perlita en una proporción del 37.5 y/o 50% , sin embargo, por cuestión de costos, la arena representa una mejor alternativa

Experimentos 2004-2005

Rendimiento experimento 1. Se obtuvieron diferencias significativas para el caso de fertilizantes y la interacción; no se encontró diferencia significativa entre genotipos, se obtuvo una media general de $116.419 \text{ t ha}^{-1}$. En el Cuadro 9 se observa los rendimientos obtenidos en función de las fuentes de fertilizantes, donde sobresale el testigo, superando en promedio a los fertilizados orgánica e inorgánicamente, los cuales son iguales estadísticamente, en un 9.11% . En el caso de la interacción (Figura 2), el genotipo Bosky en el tratamiento testigo fue el de mayor rendimiento con 146.4 t ha^{-1} superando al tratamiento de menor rendimiento en 49.8% que fue Bosky irrigado solo con agua.

Cuadro 8. Rendimiento, peso de fruto, diámetro ecuatorial y polar de tomate cherry en sustratos orgánicos. 2004.

| C | S. I. | N. P. | Rendimiento (t/ha) | Peso de fruto (g) | Diámetro Ecuatorial (cm) | Diámetro Polar (cm) |
|----|-------|---------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| B* | A | 12 | 47.485 bc | 12.56 bcd | 2.66 abcd | 2.43 bd |
| B | A | 25 | 36.029 cd | 12.83 bcd | 2.73 abc | 2.53 abc |
| B | A | 37 | 40.737c | 11.53 cdef | 2.70 abcd | 2.46 bcd |
| B | A | 50 | 22.506 d | 9.76 fg | 2.43 cd | 2.33 cd |
| B | P | 12 | 32.62 cd | 11.20 def | 2.60 bcd | 2.4 bcd |
| B | P | 25 | 29.669 cd | 12.36 bcde | 2.73 abc | 2.5 bc |
| B | P | 37 | 39.566 c | 10.63 efg | 2.60 bcd | 2.46 bcd |
| B | P | 50 | 33.311 cd | 9.13 g | 2.40 d | 2.26 d |
| V | A | 12 | 13.475 d | 10.53 efg | 2.56 bcd | 2.33 cd |
| V | A | 25 | 24.245 cd | 13.0 bcd | 2.80 ab | 2.56 ab |
| V | A | 37 | 29.959 cd | 11.96 cde | 2.66 abcd | 2.46 bcd |
| V | A | 50 | 37.639 cd | 12.53 bcd | 2.76 ab | 2.46 bcd |
| V | P | 12 | 27.066 cd | 13.10 bc | 2.83 ab | 2.56 ab |
| V | P | 25 | 57.513 bc | 14.10 b | 2.73 abc | 2.56 ab |
| V | P | 37 | 47.411 bc | 13.23 bc | 2.96 a | 2.40 bcd |
| V | P | 50 | 58.198 b | 12.03 cde | 2.66 abcd | 2.46 bcd |
| | | Testigo | 95.051 a | 16.30 a | 2.93 a | 2.73 a |

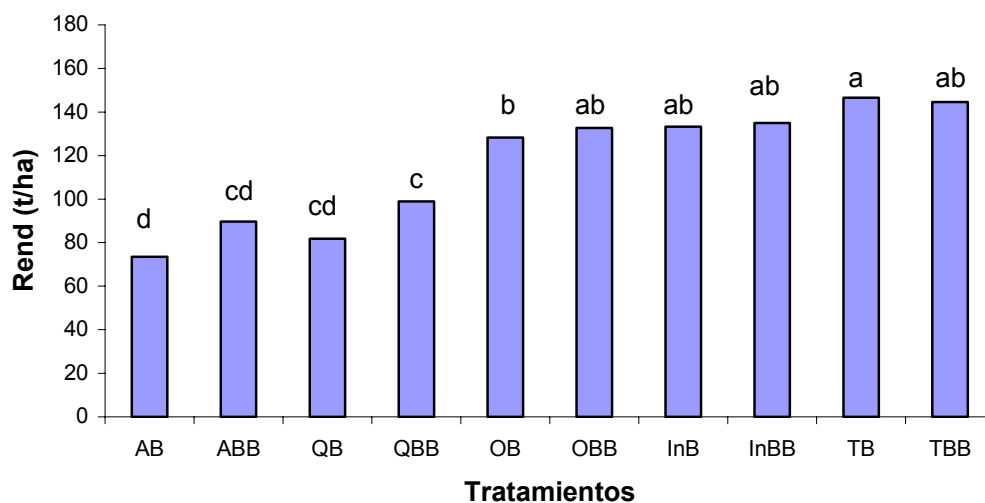
*B = biocomposta; V = vermicomposta; A = arena; P = perlita

Tratamientos con diferente letra son diferentes estadísticamente DMS al 5%.

Cuadro 9. Efecto de las fuentes de fertilizantes sobre el rendimiento de tomate bajo invernadero. 2005.

| Fuente de fertilizante | Rendimiento t ha ⁻¹ |
|---------------------------|--------------------------------|
| Testigo | 145.54 a* |
| Fertilizantes inorgánicos | 134.11 ab |
| Fertilizantes orgánicos | 131.46 b |
| Quelatos | 90.38 c |
| Agua | 81.56 c |

*Tratamientos con diferente letra son significativamente diferentes (DMS, $p \leq 0.05$)



* Barras con diferente letra son significativamente diferentes (DMS, $p \leq 0.05$)

Figura 2. Rendimiento y comparación de medias de diez tratamientos evaluados en tomate bajo invernadero. 2005.

El tratamiento fertilizado con productos orgánicos fue estadísticamente similar a los tratamientos con solución nutritiva, implicando que las plantas de tomate fertilizadas con las fuentes orgánicas fueron tan bien nutridas como las de las fuentes inorgánicas.

La media obtenida en el tratamiento fertilizado con orgánicos, 130.46 t ha^{-1} , supera a lo obtenido por Tuzel *et al.* (2003), ya que mencionan rendimientos ente 9.37 y 10.67 kg m^{-2} ; igualmente, difiere a lo mencionado por Subler *et al.* (1998) y Riggle (1998) ya que mencionan que el mejor desarrollo del cultivo se da con pequeñas proporciones de composta, entre 10 y 20%, así mismo con lo mencionado por Atiyeh *et al.* (2000a y 2000b) ya que mencionan que usando mas del 20% del sustrato hay un decremento en la productividad de la planta.

Cabe recalcar pues, que es necesario suministrar elementos nutritivos ya que, la demanda de éstos por la planta, sobrepasa a los contenidos en la composta (Hashemimajd *et al.*, 2004); caso contrario, mencionan Márquez y Cano (2004), probablemente las diferencias se pueden atribuir al contenido de las elementos nutritivos de las compostas usadas en los experimentos.

Es necesario señalar, que el tratamiento de compostas mas fertilizantes inorgánicos es una alternativa para disminuir la aplicación excesiva de fertilizantes a base de nitratos que hoy en día son las mas utilizadas en las producciones intensivas y los cuales, como se menciona, pueden causar cáncer.

Calidad de fruto experimento 1.

En las variables peso de fruto, diámetro ecuatorial, número de lóculos y espesor de pulpa, no se presentó diferencia significativa, con valores medios de 231.2 g, 7.78 cm, 5.78 lóculos y 0.73 cm, respectivamente.

Para el caso de diámetro polar (Cuadro 10 y 11) se presentó diferencias significativas tanto para las fuentes de fertilización así como entre genotipos. En el caso de las fuentes de fertilización, el de menor diámetro fue donde se utilizó agua, es decir, que es necesario suplir elementos debido al agotamiento de los mismos. Entre genotipos, Bosky presentó mayor diámetro que Big Beef.

Por otro lado, sólidos solubles, mostró diferencias significativas tanto en las fuentes de fertilizantes como en genotipos (Cuadro 10 y 11). Respecto a las fuentes de fertilización, no hubo diferencias en los tratamientos con composta, los cuales superaron estadísticamente al testigo en 8.84%, lo anterior puede deberse a la baja retención de humedad de la arena y por consiguiente la no acumulación de azúcares. Resultados similares fueron encontrados por Márquez y Cano (2004), ya que mencionan un déficit porcentual de 23.24% del tratamiento testigo, arena más solución nutritiva, respecto a los mejores tratamientos en compostas. En el caso de los genotipos, Bosky tiene mayor concentración de azúcares que Big Beef. Osuna (1983) menciona un valor deseable, mayor o igual a 4.0, además, encontró una relación directa entre sólidos solubles y firmeza; a mayor concentración de sólidos, mayor firmeza.

Cuadro 10. Efecto de fuentes de fertilizantes en diámetro polar y sólidos solubles en tomate orgánico bajo invernadero. 2005.

| Variables | Fuentes de fertilizantes | | | | Testigo |
|--------------------------|--------------------------|----------|-------------------------|---------------------------|---------|
| | Agua* | Quelatos | Fertilizantes orgánicos | Fertilizantes inorgánicos | |
| Diámetro polar (cm) | 6.12 b | 6.40 ab | 6.39 ab | 5.52 a | 6.64 a |
| Sólidos solubles (°Brix) | 4.60 a | 4.72 a | 4.61 a | 4.50 a | 4.20 b |

*Tratamientos con diferente letra son significativamente diferentes (DMS $p \leq 0.05$)

Cuadro 11. Efecto de genotipos en diámetro polar y sólidos solubles en tomate orgánico bajo invernadero. 2005.

| Variables | Genotipos | |
|------------------|-----------|----------|
| | Bosky | Big Beef |
| Diámetro polar | 6.56 a | 6.27 b |
| Sólidos solubles | 4.75 a | 4.31 b |

*Tratamientos con diferente letra son significativamente diferentes (DMS $p \leq 0.05$)

Rendimiento experimento 2. Se encontró diferencias altamente significativas para rendimiento, el promedio general fue de 210.9 ton ha⁻¹ con un coeficiente de variación de 34.4%. En la comparación de medias se observa que el testigo arena + fertilizantes inorgánicos y el tratamiento con la mezcla de arena 50% + composta 50% en forma graduada, fueron estadísticamente iguales, mientras que el tratamiento con el menor rendimiento, lo mostró el tratamiento de la mezcla de arena 50% + composta al 50% sin fertilizante. En el cuadro 12 se puede observar que el testigo (S3) es 53.1% mayor que S2, y el sustrato S1 es 49.5% más productivo que S2.

Considerando lo anterior, el tratamiento S1, puede ser sugerido para la producción orgánica de tomate bajo invernadero. Castellanos (2003) menciona que el consumo de nutrientes en los cultivos en invernaderos es muy elevado, por lo que es necesario el suministro de nutrientes, sin embargo, los nutrimentos contenidos en las compostas, en los quelatos más los del agua son suficientes para obtener buenos rendimientos (Cuadro 12).

Estos resultados superan a los obtenidos por Marquéz y Cano (2004) quienes evaluaron sustratos y genotipos con manejo orgánico y reportaron un rendimiento para el testigo de 114.5 y para el sustrato 50% composta + 50% de arena con 71.8 ton ha⁻¹. Fricke (2004) evaluando la influencia de diferentes dosis de agua y sustratos en la producción de tomate en invernadero menciona que la permanente irrigación incrementa el rendimiento reporta 14.9 kg /m² mientras que en el presente estudio se obtuvo 26.3 Kg/m² superando los resultados de este autor. No así con Pívo et al. (2004) quien evaluando la calidad de agua en sustrato en el cultivo de tomate en invernadero con sistema cerrado reporta 33.1 kg /m².

Cotter y Gómez (1981) mencionan que para una producción exitosa bajo invernadero se deben producir 100 ton/acre por año es decir 200 Ton ha⁻¹ por año. En el presente trabajo el rendimiento obtenido fue de 263.4 Ton ha⁻¹ en ocho meses lo cual superan a lo indicado por dichos autores.

Cuadro 12. Rendimiento total de tomate en tres tratamientos de sustratos con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero. 2005.

| Sustrato | Rendimiento Ton ha ⁻¹ |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| S3=(Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico | 263.4 a* |
| S1 = mezcla de 50% arena + 50% composta graduada + quelatos | 244.0 a |
| S2 = mezcla de 50% arena + 50% composta sin fertilizante | 123.5 b |
| CV = 34.4 | Media = 210.9 |

*Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes (DMS=0.05).

Calidad de fruto experimento 2.

Se detectaron diferencias altamente significativas en peso de fruto y sólidos solubles. El peso del fruto fluctuó entre 184 y 161.7 g, el sustrato que presentó el mayor peso fue el testigo (S3), mientras que el de menor peso S2. Para sólidos solubles los valores fluctuaron entre 5.3 y 4.8 grados Brix (Cuadro13). En el diámetro ecuatorial se encontró diferencias significativas, mostrando una media de 7.2 cm. Para el diámetro polar del fruto promedio fue de 6.1 cm, el análisis no mostró diferencias significativas entre sustratos, a si mismo tampoco se encontró diferencias significativas para espesor de pulpa y número de lóculos.

Cuadro13. Calidad de fruto de tomate en tres tratamientos de sustratos con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero.2005.

| Sustrato | Peso Fruto gr | Diam. Polar cm | Diam. Ecu. cm. | Grad. Brix | E. pulpa Cm | No loculos |
|-----------------|---------------|----------------|----------------|------------|-------------|------------|
| S3 ¹ | 184.2 a * | 5 NS | 7.33 a* | 4.8 b * | 0.72 NS | 5 NS |
| S1 ² | 163.7 b | 4 | 7.1 b | 5.33 a | 0.75 | 5 |
| S2 ³ | 161.7 b | 5 | 7.0 b | 5.26 a | 0.73 | 5 |
| Media | 171.2 | 6.1 | 7.2 | 5.1 | 0.73 | 5 |
| C. V. | 17.5 | 18.8 | 6.6 | 8.8 | 15.3 | 13.4 |

*Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes (DMS=0.05).

¹S3=(Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico.

²S1 = mezcla de 50% arena + 50% composta graduada + quelatos.

³S2 = mezcla de 50% arena + 50% composta sin fertilizante.

Plagas y Enfermedades

Plagas. La principal plaga que se presentó fue la mosquita blanca *Bemisia argentifolli* Bellows & Perring (Figura 3) y *Trialeurodes abutilonea* Haldeman (Figura 4) y como plagas secundarias se presentaron el minador de la hoja (*Liriomyza munda* Frick, Figura 5) y el pulgón (*Aphis gossypii* Glover, Figura 6). El acaro del bronceado del (*Aculops licopersici* Masee, Figura 7) se presentó principalmente en el invernadero de la UAAAN-UL, lugar donde falló la bomba y hubo deficiencia de agua, lo cual fue favorable para el desarrollo de esta plaga.



(a)

(b)

Figura 3. Adulto (a) y huevecillos (b) de la mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring) 2005.



Figura 4. Adulto, huevecillos y ninfas de la mosquita blanca de la hoja plateada (*Trialeurodes abutilonea* Haldeman). 2005.



(a)



(b)

Figura 5. Adultos (a) y daño en hoja (b) de planta de tomate del minador de la hoja (*Liriomyza munda* Frick). 2005.



Figura 6. Adulto (a) y ninfas (b) de pulgón amarillo (*Aphis gossypii* Glover) CELALA, 2003



Figura7. Adultos y huevecillos (a) y daños en planta de tomate del ácaro del bronceado (*Aculops lycopersici* Masee). 2005.

Enfermedades. Las principales enfermedades infecciosas que se presentaron fueron: La Cenicilla (Oidiopsis) *Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud (Figura 8). . Las condiciones optimas para su desarrollo son humedad relativa de 50 a 70%, temperatura de 20 a 25 °C (Blancard, 1996).



Figura 8. Presencia de síntomas (a) y daño en hojas (b) en el cultivo del tomate por cenicilla (*Leveillula taurica*). 2005.

La otra enfermedad infecciosa que se presentó fue la el tizón temprano (*Alternaria solani* [(Ell, & Mart.) Jones & Grout]) (Figura 9), Este patógeno se propaga a través del viento y de la lluvia. Las condiciones óptimas para su desarrollo son humedad relativa alta, temperatura de 18 a 25 °C (Blancard, 1996).



Figura 9. Daño en tallo (a) y hoja (b) en el cultivo del tomate por tizón temprano (*Alternaria solani*). 2005.

El moho verde *Cladosporium fulvum* [Cooke o *Fulvia fulva* (Cke.) Ciferri] (Figura 10), fue la tercer enfermedad que se presentó. Este patógeno se propaga a través del viento. Las condiciones favorables para su desarrollo son humedad relativa superior al 80% y temperatura de 20 a 25 °C (Blancard, 1996).



Figura 10. Daño en hoja en el cultivo del tomate por moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*). 2005.

En la producción orgánica es muy importante la prevención, en el sentido de mantener una estricta vigilancia de la entrada de organismos dañinos, es decir, vigilar que la plántula que entre al invernadero este completamente sana, (pasando por la constante vigilancia de las personas que entran al invernadero) hasta la continua aplicación de insecticidas y fungicidas permitidos en la agricultura orgánica. En la presente investigación se logro una producción satisfactoria sin aplicación de agroquímicos sintéticos.

CONCLUSIONES

Al inicio de la presente investigación sé tenía un total desconocimiento practico del como realizar la producción de tomate con sustratos sobre la base de compostas de estiércol de bovino, quizás eso fue la razón principal del porque en el experimento de 2001-2002 se presentaron resultados no muy claros, sin embargo esperanzadores. La producción promedio de alrededor de 186 ton/ha, significo un gran paso en nuestra investigación. Es decir se podía producir con compostas de estiércol de bovino con más del 20% de la misma.

Los experimentos de 2003-2004 fueron más claros, sin embargo con más bajos rendimientos que el experimento anterior, la posible explicación a dicha baja en rendimientos fueron que se irrigaron con más agua de la necesaria, lo cual lixivia los nutrimentos de la composta.

Los experimentos conducidos durante 2004-2005 pretendían resolver la señalada lixiviación, por un lado con suplir fertilización y por otro lado con fraccionar la suplementación de la composta. En ambos caso, se logra un incremento explicable en el rendimiento. En el caso de la suplir fertilización orgánica se logro igualar estadísticamente el rendimiento del tratamiento hidropónico y en el caso de la suplementación de la composta se logro también un rendimiento estadísticamente similar al hidropónico.

Con lo actualmente logrado, se dispone realmente de un paquete tecnológico para producir tomate orgánicamente bajo condiciones de invernadero con un rendimiento 1000% superior al promedio del rendimiento del campo lagunero, no más palabras. Tenemos los laguneros ya una forma de producir tomate orgánico con los materiales regionales necesarios para realizar dicha producción. Los rendimientos que se garantizan, siguiendo lo actualmente logrado es de al menos de 20 Kg./m²/ciclo.

¿Que sigue, para disponer de un sistema de producción orgánica de tomate bajo condiciones de invernadero con una alta productividad?

Para lograr lo anterior se debe dar respuesta al menos a las siguientes interrogantes.

¿Cuanta agua se debe de aplicar por etapa fenológica, en este sistema de producción? Es una de las preguntas que se deben de resolver en forma precisa, dado que nuestra región necesita de un uso más eficiente del agua para riego. La mezcla de composta + arena o perlita tiene una mejor retención de humedad que el sistema hidropónico con algún sustrato inerte. Se debe de ahorrar agua.

¿Conque debemos de suplir, cuando la composta acabe con los nutrimentos que llevo a mineralizar y que la planta de tomate acabo? Una de la formas alternativas seria la suplementación fraccionada, sin embargo, a nivel comercial, eso puede ser impractico, otra alternativa seria la creación de té de composta, que al suplir dicho té vía fertirriego, con todos los nutrimentos de la composta sería más que suficiente para una producción superior a 30 kg/m²/ciclo. Esto se debe de estudiar.

¿Cuáles son los productos autorizados dentro de la agricultura orgánica más eficientes para el control de organismos dañinos? Para este caso se deben diseñar experimentos que permitan dilucidar que productos actualmente promocionados, realmente sirven para controlar los organismos dañinos señalados en la paginas anteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- Atiyeh R.M.; Arancon N.; Edwards C.A.; Metzger J.D. 2000a. Influence of eartworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresours. Technol* 75:175-180
- Atiyeh R.M.; Subler S.; Edwards C.A.; Bachman G.; Metzger J.D. 2000b. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiología* 44: 579-590
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- Castellanos J.Z. 2003. Manejo de la fertirrigación en suelo. p.109-129. *En: Muñoz J.J.-Ramos y J.Z. Castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INACAPA. México.*
- Castellanos, Z. J. 2003. Análisis de costos de inversión y producción de tomate en invernadero. *En: Muñoz, R. J. J.; Castellanos Z. J. (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INACAPA. México. pp.321-332*

- Castilla, N. 2003. Estructuras y equipamientos de invernaderos. En: Castellanos, Z.J.; Muñoz, R.J.J. Memoria del Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. INIFAP. México. pp. 1-11.
- Cotter, D.J., y Gomez, R.E. 1981. Cooperative extension service. 400 H11. 4.NMSU. New Mexico, U.S.A.
- Diver, S.; Kuepper, G and Born, H. 1999. Organic tomato production. National center for appropriate technology . ATTRA publication #ct073/149. University of Arkansas. Fayetteville, Ar.
- DOF. 1995. Diario oficial de la federación. *Norma Oficial Mexicana NOM – 037 - FITO-1995*, por lo que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. México, D. F., 23 de abril de 1997. 11 p.
- Engels, F. 2000. El origen de la familia, la propiedad privada y el estado. <http://www.marxists.org/espanol/m-e/1880s/origen/index.htm>
- EU. 1991. Boletín Oficial de la Comunidad Económica Europea. Reglamento CEE No. 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. 24 de junio.
- FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia
- FAOSTAT.2004. <http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&series=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN>. Ultima actualización 14 de julio de 2005.
- Fricke A. 2004. Influence of different surplus irrigation and substrate on production of greenhouse tomatoes.- Institute of Vegetable Crops, University of Hanover, D-30419 Hannover, Germany *En: <http://www.icia.es/eventos/wqq96/boa/session3.html#>*
- Gewin, V. 2004. Organic Faqs. Nature 428:796-798
- Gómez, A., R. y R. Castañeda C. Tecnologías de producción orgánica en las condiciones del tropico. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Tropicó Hunedo de Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur/Unidad Tabasco. Villahermosa, Tabasco.
- Gómez, T. L.; Gómez, C. M. A.; Schwentesius, R. R. 1999. Producción y comercialización de hortalizas orgánicas en México.. *En: C de Grammont, H.; Gómez, C. M. A.; González, H.; Schwentesius R. R (eds) Agricultura de exportación en tiempo de globalización. El caso de las hortalizas, frutas y flores. CIESTAAM/UACH. pp 121-158.*
- Govindasamy, R., y J. Italia. 1999. Predicting Willingness-to-Pay a Premium for Organically Grown Fresh Produce. Journal of Food Distribution Research July: 44-53.
- Guerrero, P., V. M. 1998. Introducción a la agricultura orgánica. En: V. M. Guerrero, K. Rivas, B. Sastré, A. A. Gardea y J. J. Martínez (Eds). Simposium, sobre Agricultura orgánica y de Baja Residualidad. CIAD, Cuauthemoc. Cuauthemoc, chihuahua, México.
- Hashemimajd K.; Kalbasi M.; Golchin A. & Shariatmadari H. 2004. Comparison of vermicomposts and composts as potting media for growth of tomatoes. Journal of plant nutrition 27: 1107-1123
- Huxham K., S.;SparkesL., D and Wilson P. 2005. The effect of conversion strategy on the yield of the first organic crop. Agriculture, Ecosystem and Environment 106: 345-357
- IFOAM. 2003. Normas para la producción y procesado orgánico. Victoria, Canadá.
- JAS. 2004. Normas agrícolas japonesas. Consulta en 20 de noviembre de 2004, <http://www.maff.go.jp/soshiki/sgokuhin/hinshitu/organic/eng_yuki_top.htm>
- LockwoodH., A. 2004. Human testing of pesticides: ethical and scientific considerations. American Journal of public health 94: 1908-1916
- López E. J. I. 2003. Producción de 7 híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno 2001-2002 en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah. México
- Luévano, G. A.; Velásquez; N. E. G. 2001. Ejemplo singular en los Agronegocios estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. Agronegocios, 9: 306-318.
- Macilwain, C. 2004. Organic: is it the future of farming. Nature 428:792-793
- Márquez H. , C. P. Cano R. 2004. Producción de tomate orgánico en invernadero. *En: Segundo Simposium internacional de producción de cultivos en invernadero. 20 y 21 de mayo 2004. Fundación UANL y Facultad de agronomía UANL.*
- Márquez, C. y Cano, P. 2005. Producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Actas Portuguesas de Horticultura. No 5, Vol 1: 219-224
- Muñoz R.J.J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. En: Muñoz, J. J. ; Castellanos, Z. J. (eds) Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México. pp. 226-262.

-
- Nava, C. U. 2005. Manejo integrado de plagas (MIP): Uso y riesgos de plaguicidas. (En prensa).
- Navejas J.J. 2002. Producción orgánica de tomate.. Desplegable técnica No. 5. INIFAP-CIRNO. Cd. Constitución, B.C.S. México.
- Osuna, G. A. 1983. Resultados de la investigación Tomates para uso industrial en el Edo de Morelos, 1980- 1982., SarH. INIA, CITAMC CAEZ. México
- Riggle D. 1998. Vermicomposting research and education. *Biocycle* 39:54-56
- Ríos C. J. A. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah. México.
- 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.
- Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera, ensayo monográfico. 1ª edición. Tipográfica Reza. S. A. Torreón Coahuila, México. p. 14
- Schlermeler, Q. 2004. Organic world view. *Nature*: 428:794-795.
- Subler S.; Edwards C.A.; Metzger J. 1998. Comparing vermicomposts and composts. *Biocycle* 39: 63-66.
- Tuzel, Y., Yagmur, B & Gumus. 2003. Organic tomato production under greenhouse conditions. Consultado en: http://www.actahort.org/books/614/614_114.htm
- USDA. 2004. National Organic Program. Federal register. USDA. United States Department of Agriculture.
- Zaidan, O. 1997. La producción del tomate. Ministerio de relaciones exteriores, Centro de Cooperación Internacional y Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, Centro Internacional para el Desarrollo Agrícola del estado de Israel.

COLECTA DE SEMILLAS DE ZACATES NATIVOS, UNA OPCIÓN PARA LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA

Ramón Gutiérrez Luna
Francisco G. Echavarría Ch.

1 Investigador titular programa de Manejo de Pastizales del Campo Experimental Zacatecas-INIFAP. Km. 24.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo. A.P. No. 18. Tel. (478) 98 50198, 98 50199 y FAX 98 5 0363
ramong@inifapzac.sagarpa.gob.mx , gutierrez.ramon@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

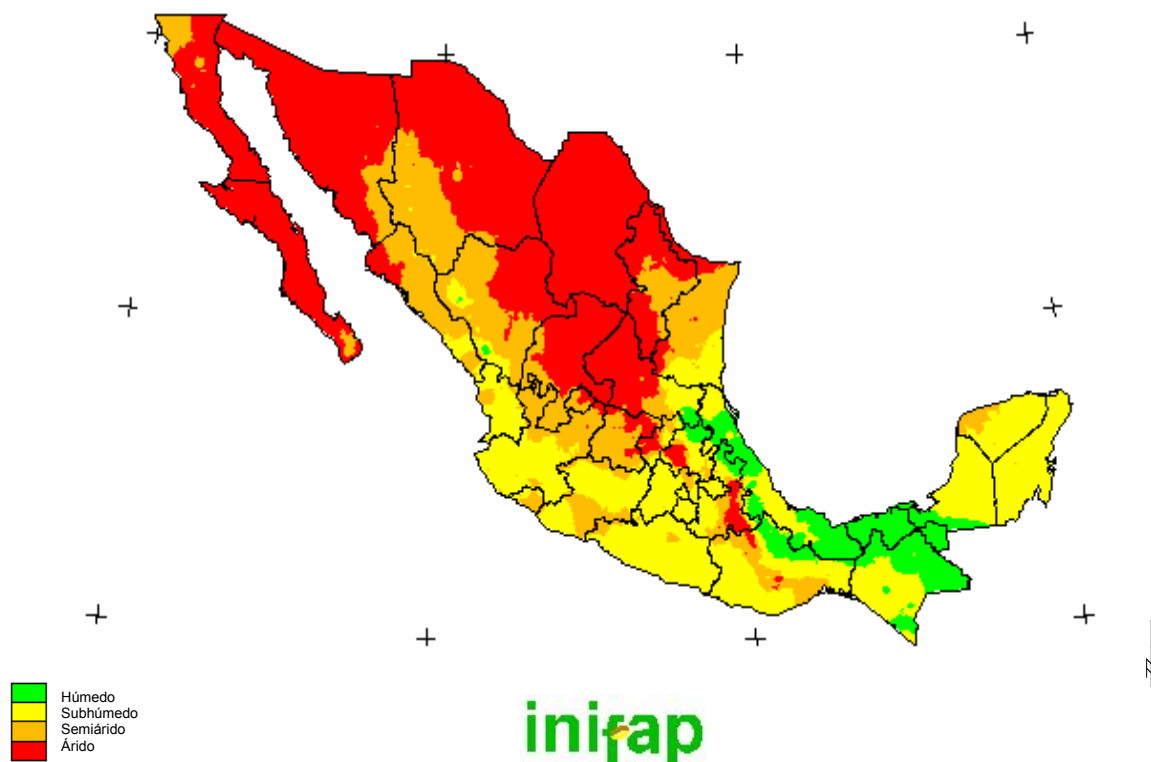
Cerca de un tercio de la superficie terrestre del planeta es clasificada como árido o semiárido, estas tierras producen poco, principalmente por la escasa lluvia, de ahí que la producción vegetal sea impredecible. La superficie desértica del planeta es del orden de 37,000,000 km² de los cuales 25,560,000 km² son empleados como pastizal (Verstraete y Schwartz, 1991), sin embargo en el planeta cerca del 20% de la población total del planeta se ubica en estas áreas desérticas.

El Desierto Chihuahuense no es la excepción respecto a magnitud, ya que es el de mayor dimensión en Norteamérica, además de localizarse la mayor parte de él en México (Mapa 1) (Mac Mahoon y Wagner, 1985). Éste, se caracteriza por presentar periodos prolongados de sequía con precipitaciones entre 280 hasta 500 mm (Medina, 2005), aspecto que enfatiza la problemática a que se somete a los sistemas producto desarrollados en esta región.

Uno de las principales formas en que se induce el deterioro de la condición de los recursos naturales, especialmente aquellas áreas de baja aptitud productiva, es la apertura de tierras al cultivo. Ante estas prácticas, la reconversión productiva ha sido la respuesta de programas de instituciones gubernamentales, buscando cambiar la actividad productiva de áreas de baja aptitud productiva hacia una actividad de menor nivel extractivo (DOF,2002), como en el caso de cambiar de la actividad agrícola hacia la pecuaria.

Para rescatar aquellas áreas que erróneamente se abrieron al cultivo, se requiere la identificación de las mismas con procedimientos sencillos que permitan actualizar la información disponible y separar las áreas de menor aptitud. Debido a ello, se ha optado por el uso de indicadores de fácil identificación y muestreo que presenten características como correlación espacial, y permitan la interpolación y el mapeo (Echavarría, *et al.*, 2004). Los niveles de erosión hídrica actual puede ser un indicador aceptable.

En la región Norte-Centro de México, al evaluar la pérdida de suelo en áreas de pastizal por el mal manejo de la cobertura basal, se ha determinado la perdida de hasta 7 ton de suelo



Mapa 1. Zonas áridas y semi-áridas de México

$\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ contra 70 kg de suelo por unidad de superficie en el mismo periodo de tiempo bajo precipitación de 350 mm en lluvia de verano (Serna y Echavarría, 2002). En las áreas agrícolas llegan a perderse hasta 200 ton de suelo ha^{-1} al año.

Parizek *et. al.*, (2002), establecieron que con respecto a la sostenibilidad de la productividad primaria de los pastizales, la erosión de los suelos fue el factor fundamental que afecta negativamente.

Existen experiencias de trabajo de campo donde se ha evaluado a diferentes especies con enfoque de recolonización, donde se ha identificado al zacate banderilla (*Bouteloua*

curtipendula) entre otras especies vegetales nativas con capacidad para revegetar sitios en ambientes áridos y semiáridos.

En los programas de gobierno sobre la revegetación de pastizales es importante considerar especies o germoplasma del mismo sitio o al menos de lugares ecológicamente similares, ya que ello garantiza que las semillas sean portadoras de una base genética capaz de garantizar el éxito de establecimiento de las plantas, aun bajo condiciones de estrés ambiental.

En México, los pastizales en las zonas áridas y semiáridas representan aproximadamente 52 millones de ha, de las cuales solo el 5% se encuentra en condición excelente, 5'753,732 ha requieren de resiembra parcial y 32'399,428 ha de resiembra total. Los antecedentes mencionados, justifican ampliamente la rehabilitación o reconversión de las tierras de cultivo o del pastizal deterioradas, sin embargo dicha acción a través de la resiembra depende de la disponibilidad de semilla de zacates.

Debido a la gran importancia que revisten los pastizales para la industria ganadera de México, su revegetación es urgente, sin embargo la disponibilidad de semillas de especies nativas para tal fin es escasa. De León (1986) reportó que se requerían más de un millón de toneladas de semillas de especies nativas para revegetar tan solo el pastizal del norte de México. Sin embargo, debido a que la disponibilidad de semillas a nivel comercial es limitada, en ocasiones, se requiere acudir al mercado internacional a fin de acceder a semilla de especies nativas.

Por otra parte, si se considera la resiembra de especies nativas como opción de rehabilitación, esta no es limitada únicamente por la disponibilidad de semillas, sino que también requiere de la adecuada manipulación de suelos, como uno de los factores importantes que limitan el establecimiento de plantas. Otros factores que limitan la revegetación de pastizales áridos y semiáridos son la limitada y errática precipitación pluvial, así como temperaturas altas en verano (Nelson et al., 1970., Miller y Donart, 1979., y Wilson y Briske, 1979). Estos autores señalan que en ambientes áridos, la temperatura así como la humedad del suelo es de igual importancia para las plántulas.

Por otra parte Cox *et al.*, (1986), mencionan que en Arizona-USA, y Norte de México las condiciones ambientales propicias para el establecimiento ocurre una vez cada 10 años, situando el establecimiento como el punto crítico en la revegetación de las áreas abandonadas al cultivo o los pastizales que se pretende mejorar dentro de los programas de reconversión productiva.

Colecta de Semilla

Debido a la complejidad para obtener de forma oportuna (con respecto al tiempo) semillas adecuadas a las condiciones ecológicas de México, en el Campo Experimental Zacatecas-INIFAP, el año 2002 se recurrió a la colecta de semilla de zacates nativos: Navajita (*Bouteloua gracilis*) y Banderilla (*Bouteloua curtipendula*).

A fin de facilitar la colecta se coordinó el programa de colecta con la Delegación estatal de SAGARPA y SEDAGRO a fin de llegar al productor. Se impartió capacitación sobre que especies objetivo se colectarían así como las características respecto a madurez y de longitud de tallo floral en la cosecha. Además de la forma de almacenamiento hasta el acopio de semilla.

El beneficio de las semillas se realizó en el Campo Experimental Zacatecas, lográndose un acopio total entre las diversas especies de 18 ton en el año 2002-2003. Con la cantidad colectada para el año 2004 se apoyó al programa de reconversión productiva del estado de Zacatecas en aproximadamente 2500 ha y en 2005 se están apoyando a 600 ha.

Con respecto al costo de acopio y beneficio, el precio por kg fue alrededor de \$100.00, cantidad que difiere en gran medida con el precio internacional por ejemplo de navajita, ya que esta especie alcanza valores de hasta \$300.00 el kg.

Establecimiento

El establecimiento de plantas de zacate en áreas deterioradas, dado que es un aspecto crítico, requiere de especial atención, no solo en la(s) especie(s) vegetal(es) a utilizar, sino que deben de considerarse aspectos de potencial ecológico por región, por lo que se debe prestar atención a la identificación de la aptitud del suelo y a partir de ahí, identificar aquellos donde existen mayores posibilidades de éxito.

Con respecto a la microtopografía Harper y Benton (1966), así como Silvertown y Smith (1989) señalan que el microrelieve es de especial valor en el proceso de establecimiento ya que ello permitirá la captura de más humedad. Por otra parte la presencia de materia orgánica es fundamental ya que contribuye a retener una mayor cantidad de humedad.

Durante el proceso de preparación de camas de siembra es común que exista disturbio, sin embargo la emergencia y establecimiento de plántulas es afectado negativamente cuando el mantillo es excesivamente disturbado (Evans y Young, 1987). En adición Scifres (1980), reporta que la perturbación de la estructura del suelo afecta negativamente la temperatura del suelo así como la disponibilidad de humedad para las plántulas.

Gutiérrez (2000), al evaluar la dispersión de semillas de zacate banderilla a través del escurrimiento superficial, encontró que las semillas viajan hasta 300 m de distancia desde su

punto de origen, seguido de asociación entre las semillas y sitios seguros para su potencial establecimiento, caso de ello fue que alrededor del 70% de las semillas, se alojaron entre la materia orgánica arrastrada por el escurrimiento superficial. Por otra parte cuando las plántulas emergieron lo hicieron en mayor proporción en islas de fertilidad, además de que lograron mayor sobrevivencia.

Aptitud del suelo

La aptitud del suelo es un componente muy importante a considerar en la reconversión. A principios de los años 70's, se estimuló el incremento de la producción agrícola por la vía del incremento de la superficie laborable. A un costo ecológico alto por la apertura de suelos de baja aptitud productiva agrícola. De ahí la importancia de identificar aquellos sitios con mayor aptitud para ser reconvertidos.

Reconversión se refiere a la acción de cambiar la actividad productiva de áreas de baja aptitud productiva hacia una actividad de menor nivel extractivo (DOF, 2002), como es el caso de cambiar de actividad agrícola a pecuaria. Para rescatar dichas áreas que se abrieron al cultivo, se requiere la identificación de las mismas. Para la definición de la aptitud de los suelos, es útil la metodología desarrollada por SEMARNAT (2000), la cual se basa a su vez en los trabajos de agrología desarrollados por el Colegio de Postgraduados (1977). En esta metodología se utilizan árboles de decisiones que muestran los criterios o parámetros que debe contener cada nivel de aptitud, de acuerdo con las clases de suelos. Los insumos o bases de datos utilizados son los siguientes:

1. Carta edafológica 1:50000, elaborado por el CETENAL (CETENAL, 1972).
2. Mapa de pendientes elaborado a partir del modelo de elevación digital desarrollado por INEGI a una escala de 1:50,000 y con resolución de 180 X 180 m.
3. Mapa de los climas de México, desarrollado por INIFAP (Medina, *et al.*, 1998) el cual para su elaboración considera la relación precipitación – evapotranspiración, lo que ayuda a determinar los períodos en que la humedad es deficitaria.
4. Mapa de fases fisicoquímicas del suelo, a partir de información del INEGI, que muestra las principales limitantes físicas de los suelos, como jocosidad en distintos grados (fase gravosa, fase pedregosa y fase lítica) o presencia de caliche (fase petrocálcica), tepetate (fase dúrica) o yeso (fase petrogypsica). También señala las características químicas del suelo, como áreas salinas, salinosódicas o sódicas.
5. Mapa de uso del suelo desarrollado por la UNAM (1995), usado para delimitar las áreas de uso agrícola y pecuario.

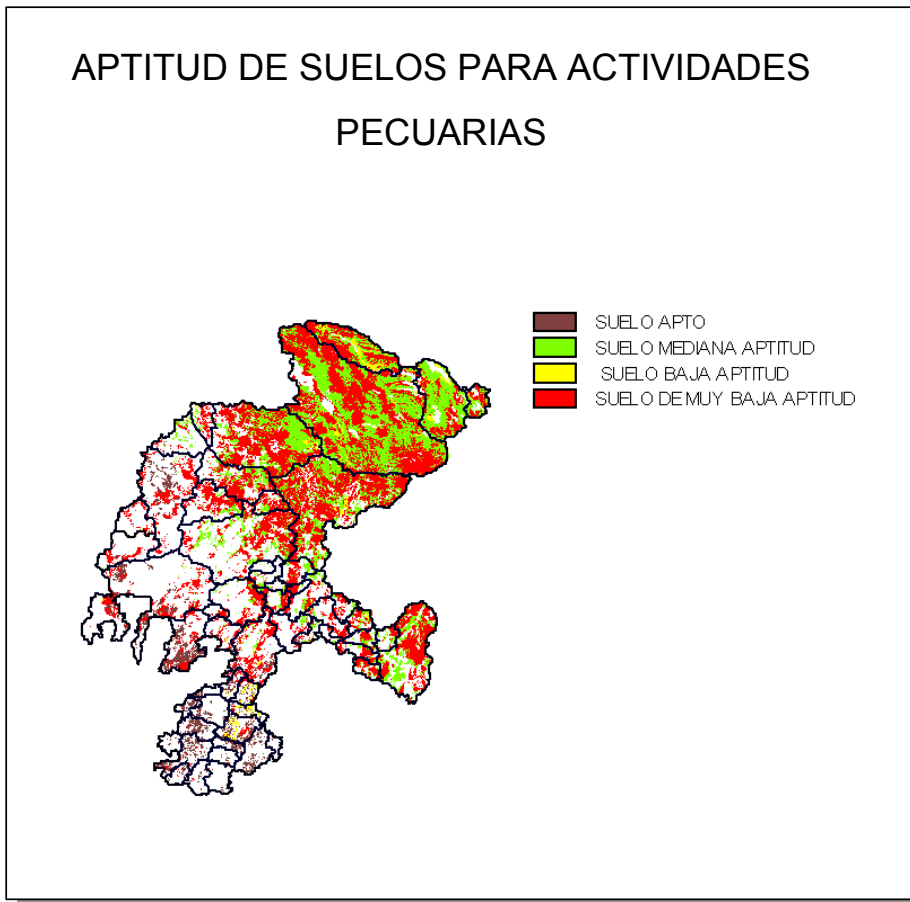
Aplicando la información al estado de Zacatecas; la definición de aptitud genera cuatro clases de aptitud agrícola y cuatro de tipo pecuaria. Sin embargo, lo importante es la definición de acciones para cada una de ellas, por lo cual se propone el siguiente orden de acciones tecnológicas, en función del nivel de aptitud (Cuadro 1 y 2).

Cuadro 1. Aptitud de suelos de uso pecuario asociados al manejo de reconversión.

| CLASIFICACIÓN | SUPERFICIE | CARACTERÍSTICAS | MANEJO SUGERIDO |
|---------------|------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|
| CLASE 1 | 289,454 | Actividades pecuarias sin limitaciones | Cambio tecnológico, mejorar sistema de pastoreo |
| CLASE 2 | 1' 387,529 | Técnicas de bajo costo, aptitud media | Reducción de carga, inicio de sist. de pastoreo |
| CLASE 3 | 111,326 | Necesidad de mayor nivel tecnológico | Exclusión temporal, inicio sistema de pastoreo |
| CLASE 4 | 2'303,955 | Baja o nula aptitud | Exclusión temporal, otras actividades |

El Cuadro 1 presenta el nivel de manejo sugerido en agostaderos, de acuerdo a su aptitud productiva. La clase 1 es aquella donde el establecimiento de Zacates es recomendable y existen las características que permiten un establecimiento exitoso. En este caso, el cambio tecnológico se refiere a la decisión de mantener o incrementar cobertura, tipo de especie, nivel de pastoreo, etc.

El manejo de la carga animal así como el establecimiento de un sistema de pastoreo, son recomendadas desde la clase 2 en adelante. El inicio de una exclusión temporal o la suspensión del pastoreo son recomendadas para las clases 3 y 4, respectivamente. Estas dos últimas categorías de aptitud pecuaria representan 2'415,281 ha. Sin embargo, en el nivel más bajo de aptitud pecuaria son 2'303,955 ha, las cuales debieran excluirse temporalmente o cambiar de actividad y representan el 56% de la superficie pecuaria en Zacatecas. Este último representa un tipo de reconversión que deberá ser abordada por programas de gobierno (Mapa 2).



Mapa 2. Aptitud de suelos para uso pecuario del estado de Zacatecas.

CONCLUSIONES

La utilización de grandes volúmenes de semillas nacionales de forma inmediata, solo es posible a través de la colecta en áreas del pastizal; que se encuentren en condición excelente, donde se prevea no causar daño a las poblaciones naturales al momento de cosechar su producción anual.

Es importante la colecta de semillas en las comunidades, ya que a los productores se les despierta el interés por conservar sus recursos naturales, además de que validarán el hecho de que tienen en su poder un ingreso económico alternativo a sus actividades principales.

Con respecto a la preparación de camas de siembra este es un punto de igual importancia que la selección de genotipos o de la aptitud productiva, ya que los resultados indican que las resiembras que implican el movimiento de suelos, si se pretende tener un monocultivo, requerirá de inversiones posteriores a fin de mantener dicha condición. O bien si una cama de siembra no es preparada adecuadamente se limitara la germinación e incluso la emergencia y sobrevivencia de plántulas.

Por otra parte la definición de la aptitud de suelo de cada sitio a recuperar debe ser evaluada a fin de garantizar el establecimiento de las plantas de zacates. La inducción de recuperación de áreas degradadas o bien áreas destinadas a la reconversión productiva, deben de ser evaluadas a detalle, ya que la mala selección de genotipo o incluso de especie será motivo de fracaso.

BIBLIOGRAFIA

- CETENAL (1972). Carta edafológica. Escala 1:50000. Comisión de estudios del territorio Nacional. Presidencia de la República. México, D.F.
- Cox, J.R., M.H.R. Martin, F.A.F. Ibarra, and H.L. Morton. 1986. Establishment of range grasses on various seedbeds at Creosotebush (*Larrea tridentate*) sites in Arizona, U.S.A., and Chihuahua, Mex. *J. of Range Manage.* 39:540-546.
- Colegio de Postgraduados (1977). Manual de conservación del suelo y del agua. Colegio de Postgraduados-SARH-SPP, Chapingo, México, pp. 65-105.
- Diario Oficial de la federación. 2002. Lineamientos y mecanismo específico de operación del subprograma de apoyos a la conversión del cultivo de frijol, del ciclo primavera verano 2002, por el cultivo de avena forrajera, del estado de Zacatecas. Gobierno de la República. 27 de septiembre de 2002: 19-26.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Ley general de vida silvestre. Presidencia de la República. Última reforma aplicada el 10 de Enero de 2002.
- De León, G.R. 1986. Semillas para la resiembra de pastizales degradados en México: "Un reto gigante para un problema gigante." En: Gutiérrez, C.J. (Ed.) Manejo de Pastizales. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. Departamento de Recursos Naturales Renovables. UAAAN. Saltillo, Coah., Méx. pp. 65-69.
- Echavarría C., F.G., G. Medina G., R. Gutiérrez L., A. Serna P. 2004. Identificación de áreas susceptibles de reconversión de suelos agrícolas hacia agostadero y su conservación en el Ejido Pánuco, Zacatecas. *Revista Técnica Pecuaria en México.* Vol. 42 (1): 39-53.
- Evans, R.A. y J.A. Young. 1987. Seedbed microenvironment, seedling recruitment, and plant establishment on rangelands. p 212-220. In: Frasier, G.W. (ed.), *Proceeding of symposium "Seed and seedbed ecology of rangeland plants"*. USDA-ARS. Tucson-Arizona.
- Harper, J.L., and R.A. Benton. 1966. The behavior of seeds in soil. II. The Germination of seeds on the surface of a water supplying substrate. *J. of Ecol.* 54:151-166.
- Mac Mahoon, J.S., and F.H. Wagner. 1985. The Mojave, Sonoran and Chihuahuan Deserts of North America. In: M. Evanari, I. Noy-Meir and D.W. Gooldall (Editors). *Hot deserts and arid shrublands. Ecosystems of the world.* 12 A. Elsevier, Ámsterdam. pp. 105-202.
- Medina, G.G. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Zacatecas. (Período 1961-2003)
- Medina, G., G., J.A. Ruiz C., R. A. Martínez P. 1998. Los climas de México. Una estratificación basada en el componente climático. CIRPC-INIFAP. México, D.F. pp103.
- Miller, R.F., and G.B. Donart. 1979. Response of *Bouteloua eriopoda* (torr)

- torr. and *Sporobolus flexuosus* (thurb. Rybd). Range plants to season of defoliation grazing tolerance. *J. of Range Manage.* 32:63-67.
- Nelson, J.R., A.M. Wilson, and C.J. Goebel. 1970. Factors influencing broadcast seeding in Bunchgrass range. *J. of Range Manage.* 23:163-170.
- Parizek, B., C.M. Rostagno, and R. Sottini. 2002. Soil erosion as affected by shrub encroachment in North eastern Patagonia. *J. Range Manage.* 55:43-48.
- SEMARNAT, 2000. Ordenamiento ecológico general del territorio. Memoria Técnica 1995-2000. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. Dirección de Ordenamiento General del Territorio. México, D.F. 540 pp.
- Serna, P.A., y F.G.Ch. Echavarría. 2002. Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. I. Perdidas de suelo. *Téc. Pecu. Méx.* 40:37-54.
- Scifres, C.J. 1980. Brush management "Principles and practices for Texas and the Southwest". Texas A&M University Press. 360 pp.
- Silvertwon, J., and B. Smith. 1989. Mapping the microenvironment for seed germination in the field. *Ann. of Bot.* 63:163-167.
- UNAM (1995). Carta de uso del suelo. Universidad Autónoma de México.
- Verstraete, M.M., and Schwartz, S.A. 1991. Desertification and global change. *Vegetatio* 91:3-13.
- Wilson, A.M., and D.D. Briske. 1979. Seminal and adventitious root growth of Blue Grama seedlings on the Central Plains. *J. of Range Manage.* 32:209-213.

EL USO DEL AGUA EN EL DESIERTO Y EL MAR DE CUATRO CIÉNEGAS.

**Valeria Souza, Laura Espinosa, Ana Escalante,
Rene Cerritos, Luisa Falcón y Luis Eguiarte**

Dept. Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología,
UNAM. AP 70-275 Coyoacan 04510. Mex. DF.

INTRODUCCION

El valle de Cuatro Ciénegas, localizado en la zona central de Coahuila, es considerado el humedal más importante dentro del Desierto Chihuahuense y uno de los humedales más importantes en México. En este valle subsisten una gran cantidad de especies endémicas, por lo que el 7 de noviembre de 1994 fue decretado como área natural protegida en la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna (APFF). Cuatro Ciénegas de Carranza (CCC) se encuentra orientado hacia al este de la región conocida como altiplano septentrional o como Desierto Chihuahuense, a 80 km. al oeste de la ciudad de Monclova; y está localizado entre los dos macizos montañosos más grandes de México, al sur de la Sierra Madre Oriental y al oeste la Sierra Madre Occidental. La humedad que viene tanto del Golfo de México como del Pacífico es bloqueada por ambas montañas, fenómeno que dio origen al desarrollo de este desierto que cuenta con una precipitación anual de menos de 200mm. El valle está rodeado por montañas de hasta 3000 m de altura, y en promedio tiene una altitud de 740 m (Minckley 1969), con una extensión aproximada de 40 Km de este a oeste y 30 km de norte a sur (Minckley 1969), y está cortado en dos por la Sierra de San Marcos y Pinos. Dentro del APFF de CCC se cultiva alfalfa al igual que en dos valles que colindan con ella: "El Hundido" y "Calaveras". Esto se debe a que cuando se decretó el Área de Protección de Flora y Fauna no se contempló una veda del agua ni en el valle protegido y sus 2 vecinos, ni en las sierras de recarga. Esto probablemente se debió a los ya existentes intereses lecheros en la región, ya que en 94 ya existía el desarrollo de Calaveras/Ocampo y el de CCC. A pesar de que CCC es un foco rojo de diversidad acuática, existe escasa información sobre la flora y fauna de los valles colindantes aunque se sospecha una gran cantidad de endemismos ya que esta zona del desierto Chihuahuense medio es muy diversa. Sin embargo se sabe que los recursos hídricos principales de estos valles han sido sobre explotados (la explotación supera la recarga de acuíferos) (CONABIO, página web).

El Área de Protección de Flora y Fauna de Cuatro Ciénegas tiene una superficie de cerca de 85,000 ha, y se localiza entre las coordenadas 26° 45' 00" y 27° 00' 00" Latitud Norte; 101° 48' 49" y 102° 17' 53" Longitud Oeste. Es parte del municipio de Cuatro Ciénegas de Carranza, Coahuila, que cuenta con una población de 13,465 habitantes. Con tan poca precipitación anual (menos de 200mm) la recarga del manto freático por lluvias es muy lenta por

lo que se sospecha que la mayor parte del agua subterránea es de origen fósil formando un sistema hidráulico complejo con un gradiente de sales y temperaturas. Este sistema es la causa de la existencia de manantiales en el valle de Cuatro Ciénegas, que a su vez forman arroyos permanentes y áreas inundadas donde se concentra el agua de los manantiales. Casi todos estos ambientes acuáticos tienen agua con pocos nutrientes (casi nada de fósforo) y con altas concentraciones de minerales, sobre todo iones magnesio, sulfato y calcio; que son el resultado de la evaporación y precipitación del sistema cárstico formado por carbonato de calcio y yeso (Winsborough 1990).

Los manantiales oligotróficos no permiten el desarrollo de algas, por lo que la base de la pirámide alimenticia parece estar formada por las bacterias (Elser et al., 2004). En muchas de las pozas y ríos tanto de agua salada como de agua dulce hay estromatolitos vivos (depósitos de carbonatos construidos por cianobacterias filamentosas en consorcio con comunidades de bacterias y archaeas) que son poco comunes en el mundo (Winsborough and Seeler, 1984, Winsborough 1990). La mayor parte de los manantiales se ubican en las faldas de la Sierra de San Marcos y Pinos, formando alrededor de 200 pozas dentro del valle de Cuatro Ciénegas. Las características físico- químicas de las pozas son muy variables, la temperatura varía en un rango de 18 a 35 °C, el pH es de 5.76 a 8.3, la conductividad tiene valores entre 782 mS y 7.52 mS y los sólidos disueltos se encuentran en un rango que va de 292 mg/l a 3.77 g/l.

Como resultado de la exportación del agua fuera del valle y de su uso dentro del mismo, se provocaron serios disturbios, como son la interconexión artificial de los manantiales, la disminución de las áreas inundadas y cambios en los niveles de agua en muchas de las pozas (INE 2000). La explotación de agua dentro y en los alrededores de Cuatro Ciénegas ha sido motivo de preocupación para la conservación del sitio, ya que la escasa información geológica o hidrológica de la zona no ha permitido determinar con claridad las rutas de flujo del agua subterránea, permitiéndose la sobreexplotación en los valles vecinos, lo cual podría afectar seriamente a esta área natural protegida. De hecho es muy alarmante observar que el nivel de las pozas ha descendido notablemente estos últimos 2 años independientemente de que han sido los dos años mas húmedos de los últimos 100 años en CCC. Las nogaleras y los viñedos del valle se están secando al igual que se secó el río del cañon que comunica a Calaveras con CCC.

Dada la dificultad para esclarecer la conexión hidráulica entre los valles y dada la importancia Ecológica del APFF/CCC hemos sugerido utilizar a las bacterias como marcadores del flujo del agua subterránea y superficial en el municipio de CCC.

Hasta ahora no existen antecedentes de otros estudios con información sobre las comunidades bacterianas en ambientes acuáticos del valle de Cuatro Ciénegas y de los valles vecinos. Muchos de los estudios de bacterias que han sentado las bases para el desarrollo de la microbiología han sido sobre cultivos puros, pero hoy sabemos que las bacterias cultivables son sólo una pequeña parte de las bacterias que existen en la naturaleza. Los métodos moleculares desarrollados en la última década han permitido el estudio de comunidades bacterianas no cultivables que han mostrado un asombroso número de linajes filogenéticos, así como tipos ecológicos dominantes de bacterias y arqueas desconocidos para los estudios basados en cultivos. Gran parte de estos trabajos se basan en la secuencia del gen 16S ribosomal, el cual que ha sido elegido para clasificar a distintos tipos de organismos gracias a que está presente en los tres dominios de la vida conocidas: Bacteria, Archaea y Eucarya (Woese *et al.* 1990). El RNA 16S es una molécula muy interesante ya que contiene información para ensamblar la maquinaria de producción de proteínas en el ribosoma. Sin embargo, su gran utilidad taxonómica se basa no sólo en su función esencial sino en que tiene regiones altamente conservadas y regiones con variación considerable en su secuencia (Woese 1987), por lo que se pueden detectar grupos taxonómicos a diferentes niveles (reino, familia, género etc...) con un mismo marcador para prácticamente todos los seres vivos (Hill *et al.* 2000). Hasta ahora la clasificación de los microorganismos se ha basado principalmente en estas secuencias del 16S ribosomal.

Esto es especialmente importante en las especies no cultivables de microorganismos de los cuales solo se puede obtener su firma genética ya que la microscopia no nos ayuda a distinguir grupos dentro de las bacterias y Archaeas. Para obtener la firma genética de un microorganismo lo que se necesita es aislar el ADN del ambiente, amplificar la señal del gen de interés (en este caso el 16S ribosomal) utilizando un aparato llamado PCR (Polimerase Chain Reaction) que copia muchísimas veces el gen que queremos utilizando la maquinaria genética de una bacteria termófila (taq) y un muy eficiente manejo de la temperatura de reacción. Una vez que se amplifica nuestro gen, queremos separar las copias de los miles de organismos que fueron juntados en nuestra muestra de ADN. Para hacer esto requerimos de la maquinaria bacteriana de *Escherichia coli* recombinante, la cual va a tomar una sola hebra de nuestro gen y copiarlo por separado millones de veces para que nosotros podamos secuenciarlo. A esto se le llama librería de clonas.

A partir de muestrear el agua de manantiales dentro de CCC, pozos en el valle el Hundido y Calaveras y una muestra de agua de la mina el Rosario, y de aislar DNA de esta agua y obtener librería de clonas de cada uno de los sitios, se obtuvieron 98 secuencias

parciales del gen 16S ribosomal, las cuales se compararon con secuencias conocidas del Genbank utilizando el programa BLAST. Con estos datos se asignó a cada clona su afiliación taxonómica aproximada. Se encontraron 38 “especies” diferentes a partir de las clonas. Para entender su origen buscamos que secuencias son más parecidas a las nuestras en las bases de datos, en base a esto le asignamos un origen y un genero posible a nuestra secuencia.

Para comparar nuestro estudio con otros estudios seleccionamos 9 artículos con las siguientes características: estudios con metodologías similares (principalmente que se hicieran clonas ambientales del 16S), con un registro en GenBank de las secuencias reportadas en los artículos, y que fueran representativos de distintos hábitat: cuerpos de agua similares a Cuatro Ciénegas, y otros diferentes. Estas secuencias de la literatura se trataron de igual manera que las nuestras, y obtuvimos que los artículos enfocados al estudio de bacterias marinas quedan agrupados junto con nuestro estudio, y son significativamente distintos del grupo de artículos en sitios no marinos (incluidos aquí lagos salados). Hemos así demostrado que es posible rastrear el origen de las bacterias utilizando para ello análisis de las firmas genéticas como el que aquí presentamos.

La presencia de bacterias características de ambientes marinos en el valle de Cuatro Ciénegas y en los valles colindantes es similar únicamente en zonas que también existe un origen marino, como el desierto de Atacama o los lagos de la Antártida. Esto, junto con los datos geológicos de la zona son evidencias que sugieren un origen marino del agua subterránea de CCC. Esto no es inusual, la mayor parte del agua del norte de México es de origen fósil y proviene del Protogolfo de México. Lo que es único, es que esta señal del mar se haya mantenido viva desde hace 150 millones de años en el área de Cuatro Ciénegas y que se mantengan vivas comunidades relictas complejas de microorganismos, estromatolitos, caracoles y peces. Asimismo, el hallazgo de bacterias marinas dentro del Desierto Chihuahuense y a 700 km de la costa más cercana, enfatiza la importancia de conservar no sólo el valle de Cuatro Ciénegas, sino también los valles colindantes, en los que también encontramos secuencias de origen marino. Las condiciones para explotar los recursos naturales de Cuatro Ciénegas y valles vecinos deben de ser cuidadosamente controladas, enfatizando un uso racional del agua en el desierto, si queremos preservar esta increíble riqueza ecológica que funciona como maquina del tiempo biológica para las generaciones futuras.

Consideramos que los estudios microbiológicos son contundentes mientras que en el centro de la controversia están una serie de estudios hidrológicos, geológicos y de mecánica de fluidos que han tenido problemas de interpretación. Dejando la controversia sobre la conexión

entre los valles abierta. Sin embargo lo que no está a discusión es la sustentabilidad del riego por gravedad a un cultivo altamente evaporativo en el desierto chihuahuense.

Agradecimientos

Gracias a CONABIO AE015, NASA NCC2-1051, CONACyT/SEMARNAT C01-0246 y CONACyT/SEP 44673Q por el financiamiento. Antonio Cruz, Aldo Valera y Rodrigo González por su ayuda técnica.

BIBLIOGRAFIA

- CONABIO página web (http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_049.htm).
- James J.Elser, John H. Schampel, Ferran Garcia-Pichel, Brian D. Wade, Valeria Souza, Luis Eguiarte, Ana Escalante, and Jack D. Farmer. En prensa. Effects of phosphorus enrichment and grazing snails on modern stromatolitic microbial communities. *Freshwater Biology*,
- Hill G.T., Mitkowski, N.A., Aldrich-Wolfe, L., Emele, L.R., Jurkonie, D.D., Ficke A., Maldonado-Ramírez, S., Lynch, S.T. y Nelson, E.B. (2000). Methods for assesing the composition of soil microbial communities. *Applied Soil Ecology*. 15: 25-36.
- Minckley, W. L. (1969). Environments of the Bolsón of Cuatro Ciénegas, Coahuila, México, with special reference to the aquatic biota. University of Texas El Paso Science Series. El Paso: Texas Western Press
- Winsborough, B.M. And J.S. Seeler 8th Diatom Symposium (1984). Diatom Epiflora, Limnic Stromatolites and Microbial Mats The relationship of diatom epiflora to the growth of limnic stromatolites and microbial mats. 395-407 Plates 1-4
- Winsborough, B.M. (1990). Some ecological aspects of modern freshwater stromatolites in lakes and streams of the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, México. Doctoral Dissertation, University of Texas, Austin.
- Woese, C.R. (1987). Bacterial evolution. *Microbiol. Rev.* 51: 221-271.
- Woese, C.R., Kandler, O. y Wheelis, M.L. (1990). Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria and Eucarya. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 87: 4576-4579.

PROGRAMA DE ENTIDADES DISPERSORAS: PLAN NACIONAL DE MICROCUENCAS

Faustino Favila Favila, Gerardo Rangel Ramírez

Financiera Rural

LA FINANCIERA RURAL OPERA CON INTERMEDIARIOS FINANCIEROS RURALES FORMALES Y CON ENTIDADES DISPERSORAS

- **Etapa I. Entidades Dispersoras.** Programa de Crédito destinado a atender a todas aquellas Entidades que entre sus actividades se encuentra el dispersar crédito, que no son contempladas como Intermediarios Financieros Rurales en la Ley Orgánica de la Financiera Rural.
- **Etapa II. De Transición.** Programa enfocado a atender a los grupos que recidan constituirse en uno de los cuatro Intermediarios Financieros Rurales que la Ley Orgánica de la Financiera Rural. En esta etapa se ofrecerán los apoyos necesarios a dichos grupos dando seguimiento a su evolución y gradualmente ofreciéndoles mejores condiciones en el otorgamiento de crédito.
- **Etapa III. Intermediarios Financieros Rurales (IFR).** Programas de Crédito en los que se establecen los términos y condiciones para operar con cada uno de los IFR.

ENTIDADES DISPERSORAS ETAPA I

Descripción:

Este programa simplifica las labores de la Financiera Rural (Financiera), reduce el riesgo y amplía el alcance de sus recursos crediticios, al tiempo que pretende generar las condiciones para que cualquier Entidad que ofrezca servicios de crédito al sector rural, se transforme y constituya en alguno de los IFR's reconocidos por la Financiera Rural.

Mercado Objetivo:

Este Programa está enfocado a la atención de las Entidades Dispersoras (Entidades), entendida como aquella figura cuya capacidad y actividad le permite dispersar recursos y que además, no está reconocida en la Ley Orgánica de la Financiera Rural como Intermediario Financiero Rural (IFR), ni regulada por Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

DESTINO DEL CREDITO

- Apoyar con créditos directos a la entidad con el propósito de mejorar su infraestructura física y estructura administrativa.
- Y contratación de líneas de crédito para que ésta, a su vez otorgue prestamos a sus socios ó clientes.

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, en su Artículo Cuarto establece que Las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal establecerán los mecanismos necesarios para la coordinación de los distintos ordenes de gobierno y la concertación con los diversos grupos sociales y de los particulares, con la finalidad de promover su participación amplia y responsable en la consecución de los objetivos, para la aplicación de los instrumentos de política económica y social que promuevan la inducción de acciones de los diversos grupos sociales y de los particulares.

PROGRAMA SECTORIAL DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

En este mismo sentido, el Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería. Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2001-2006, tiene como objetivos los siguientes:

1. Propiciar un desarrollo económico y productivo sostenible en el medio rural, mediante la promoción de proyectos de inversión rural, fortalecimiento organizativo y capacitación.

La estrategia general para el impulso al desarrollo rural consiste en la definición de tres grandes programas que se aplicarán bajo tres modalidades o áreas estratégicas, integrando así los variados y diversos programas que existen:

- Apoyos a proyectos de inversión
- Desarrollo de capacidades
- Fortalecimiento de la organización rural

Programas que se aplicarán considerando las siguientes áreas estratégicas:

- Fortalecimiento de cadenas productivas con amplia inclusión rural
 - Promoción del desarrollo regional sustentable
 - Atención a grupos sociales prioritarios
2. Reducir los efectos de las prácticas nocivas en la agricultura y mejorar las condiciones de operación de las zonas en que prevalecen condiciones adversas. Entre las líneas estratégicas de este objetivo destaca la siguiente:

Elaborar e instrumentar conjuntamente con los productores, proyectos rentables, identificando y desarrollando Microcuencas a nivel regional que den sustentabilidad a sus recursos, y que además de capitalizar sus activos, generen empleos temporales y permanentes requeridos por la población rural.

LEY DE DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE

La Ley de Desarrollo Rural Sustentable, establece en su Artículo Primero que sus disposiciones están dirigidas a, "Promover el desarrollo rural sustentable del país, propiciar un medio ambiente adecuado, en los términos del párrafo 4o; y garantizar la rectoría del Estado y su papel en la promoción de la equidad, en los términos del Artículo 25 de la Constitución".

"Se considera de interés público el desarrollo rural sustentable que incluye la planeación y organización de la de la producción agropecuaria, su industrialización y comercialización, y de los demás bienes y servicios, y todas aquellas acciones tendientes a la elevación de la calidad de vida de la población rural, según lo previsto en el Artículo 26 de la Constitución, para lo que el Estado tendrá la participación que determina el presente ordenamiento, llevando a cabo su regulación y fomento en el marco de las libertades ciudadanas y obligaciones gubernamentales que establece la Constitución"

Es importante señalar que basado en los contenidos de esta Ley se soportan los objetivos del Plan Nacional de Microcuencas.

PLAN NACIONAL DE MICROCUENCAS

En la actualidad, el crecimiento y desequilibrios de la población, son problemas estrechamente relacionados con la escasez de alimentos y su dificultad para conseguirlos; siendo unas de las principales causas, la degradación de los recursos naturales por la presión

que se ejerce sobre ellos y por las inadecuadas sistemas de producción que son utilizados en las actividades productivas.

Para lograr, la rehabilitación de los recursos naturales y el desarrollo comunitario en una Microcuenca, se requiere de manera definitiva contar con la participación plena y decidida de los habitantes de la misma. Ello para que de manera consciente se involucren desde el inicio del proceso en los trabajos requeridos, los cuales contemplan: el diagnóstico de su entorno, el planteamiento de sus proyectos, la selección de las alternativas y la toma de decisiones más acordes a su realidad socioeconómica y cultural, así como, en la ejecución y evaluación de las mismas para el manejo racional, eficiente y rentable de sus unidades de producción.

En este propósito, el C. Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), encomendó al Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) poner en marcha como una de las estrategias prioritarias de la Secretaría, el Plan Nacional de Microcuencas, con el objeto de realizar acciones simultaneas en todo el país, con el propósito básico de rehabilitar, conservar y aprovechar de manera sustentable, integral, racional y eficiente los recursos naturales y asociados, como premisa básica para elevar los niveles de producción y productividad de las actividades económicas desarrolladas en el medio rural y con ello propiciar el mejoramiento de las condiciones y calidad de vida de los habitantes de las Microcuencas.

Como resultado de la encomienda hecha, de la inducción y promoción del Plan Nacional de Microcuencas ante diversas instancias federales, estatales, habitantes y productores de estos espacios geográficos y la participación e involucramiento pleno de los H. Ayuntamientos a los cuales la Ley de Desarrollo Rural Sustentable les confiere un papel preponderante en los procesos de desarrollo integral de sus municipios.

Es importante señalar que dentro de los objetivos generales del Plan Nacional de Microcuencas está el propiciar, fortalecer y asegurar la coordinación y participación interinstitucional de los tres niveles de gobierno e involucrar a las organizaciones no gubernamentales, así como el conjuntar los recursos humanos, materiales, tecnológicos y económicos para la elaboración y puesta en marcha de los Planes Rectores de Producción y Conservación, y proyectos ejecutivos que de estos mismos se deriven. Asimismo entre sus objetivos específicos propone formar recursos humanos, técnicos y productores con un enfoque

de manejo racional y eficiente de los recursos naturales y asociados; de forma puntual se pueden señalar los siguientes objetivos específicos:

- Formar recursos humanos en el ámbito municipal, con un enfoque de atención y manejo racional y eficiente de los recursos naturales y asociados en el ámbito de Microcuencas.
- Elaboración mediante Convenios de Coordinación con Municipios, los Planes Rectores de Producción y Conservación por parte del personal técnico de estos mismos.
- Promover y apoyar la integración y participación activa y comprometida de Grupos Técnicos Inter y Multidisciplinarios.
- Promover en el ámbito municipal la divulgación e información, mediante diversos medios de comunicación de las tecnologías y metodologías adaptables a la solución de problemas específicos.

La principal problemática a solucionar con este enfoque de formación de recursos humanos es la siguiente:

- Implementación de los programas con diversidad de criterios y escenarios con dispersión de recursos.
- Carencia de visión y filosofía comunes.
- Carencia de una estructura operativa capacitada en los aspectos técnico metodológicos.
- Desconocimiento de conceptos, prácticas y acciones en materia de rehabilitación de recursos naturales y desarrollo comunitario.
- Carencia de personal capacitado y concientizado para implementar estrategias para el desarrollo integral de áreas rurales; considerando como un todo a los aspectos social, económico, político y geofísico bajo un enfoque sistémico.

En este mismo sentido el Plan Nacional de Microcuencas define al Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC), como un instrumento de planeación integral, interinstitucional y multidisciplinario que se elabora para intervenir técnica y socialmente en las Microcuencas y desarrollar programas, proyectos y acciones, resultantes de un proceso de planeación acción-participativa, mismo que facilita la toma de decisiones y la participación comunitaria hacia objetivos de mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, de desarrollo sustentable tanto de los sistemas de producción como de los recursos naturales de estos espacios geográficos que son las Microcuencas.

El fin principal es lograr el manejo y uso adecuado de los recursos agua, suelo, vegetación y otros relacionados con los agroecosistemas. Esto último, se considera como premisa para lograr un desarrollo rural armónico y sostenido de las comunidades. Además, es preciso considere como puntos centrales: Los objetivos, las necesidades y la problemática que perciben los habitantes de las áreas geográficas seleccionadas.

La utilización fundamental del PRPC es de constituirse como el instrumento para planear el uso integral y manejo ordenado de los recursos agua, suelo, vegetación y otros relacionados con los agro-ecosistemas y lo relacionado con el mejoramiento de las condiciones y calidad de vida de los habitantes de estos espacios geográficos que son las Microcuencas.

También sirve para que las instituciones públicas, privadas y los propios habitantes, de manera ordenada y coordinada, programen y canalicen recursos económicos, humanos y tecnológicos hacia proyectos consensuados con los habitantes de las Microcuencas, lo cual sin duda alguna permitirá en primer lugar, hacer un uso más racional de los presupuestos que se logren obtener y hacerlos concurrir, así como el permitir una concentración más eficiente de capacidades, esfuerzos y recursos en áreas específicas y posteriormente, el éxito a corto plazo de los diversos programas, proyectos y acciones, tanto de inversión como de atención, al contar con la **participación directa, consciente y activa** de los habitantes de las microcuencas seleccionadas.

El proceso de planeación participativa propuesto se facilita mediante la realización de diez etapas, las cuales llevan a la obtención y desarrollo del documento base de planeación-acción identificado como Plan Rector de Producción y Conservación. A continuación, se presenta el proceso metodológico (Figura 1) con cada una de las etapas a seguir para que los representantes de las comunidades, con el apoyo del grupo interdisciplinario o asesores técnicos, logren realizar un adecuado Plan en el ámbito de su Microcuenca.

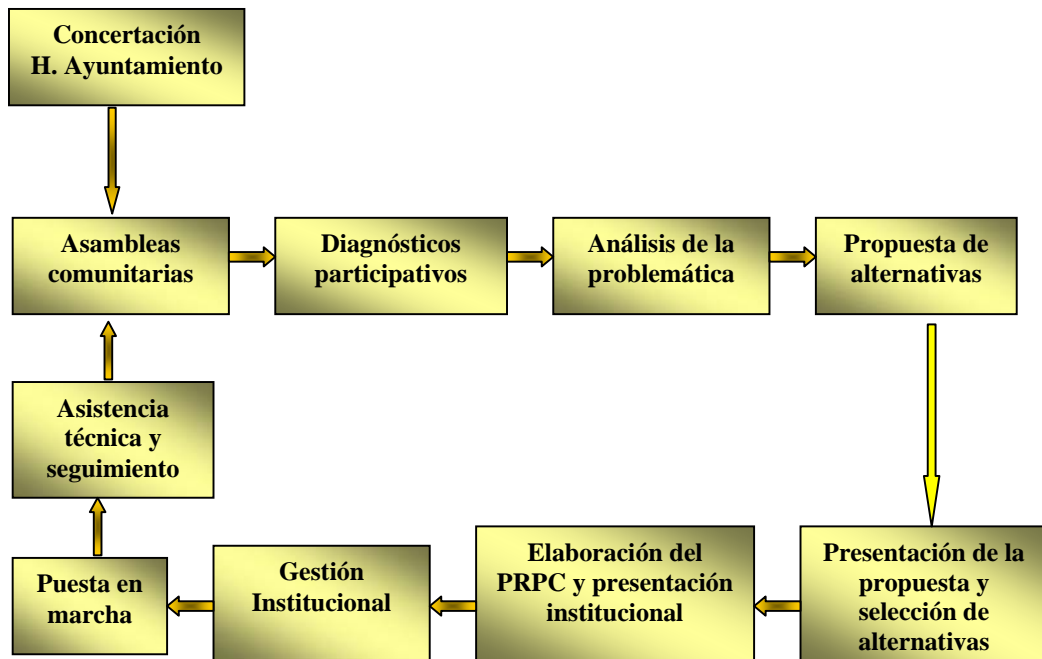


Figura 1. Proceso metodológico

SECCIÓN DE CARTELES

COMPARACION DE DOS METODOLOGIAS DE CALENDARIZACION DE RIEGOS USADAS EN RIEGO POR GOTEO

Román López Abel ¹, Marco A. Inzunza Ibarra, S. Felipe Mendoza Moreno, Ernesto A. Catalán Valencia, Ignacio Sánchez Cohen

¹Centro Nacional de investigación Disciplinaria en relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID-RASPA-INIFAP), Canal Sacramento Km. 6.5 Margen derecha, Ejido las Huertas, CP 35140. Gómez Palacio, Durango México. Correo: roman.abel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En el diseño y operación de sistemas de riego por goteo resulta fundamental la estimación de la evapotranspiración máxima en forma práctica y con datos disponibles en la mayoría de las estaciones agroclimáticas. Dos metodologías de amplio uso por cumplir con lo expuesto, son: el tanque evaporímetro estándar tipo "A" y la ecuación propuesta por Hargreaves y Samani (1985) que se basa en el uso de la temperatura del aire para el cálculo del citado parámetro. La estimación de la evapotranspiración con estas dos metodologías ha sido ampliamente utilizada en la programación del cuándo y cuánta agua aplicar tanto en México como otros países que tienen restricciones de datos de más alcance físico como son los balances de energía y flujos de vapor de agua.

En México, la programación de riegos mediante el uso del tanque evaporímetro tipo "A" se generalizó desde los años 60's y aún sigue siendo utilizado por investigadores, docentes y productores agrícolas. Investigaciones realizadas para el uso de la primer metodología se puede encontrar desde tiempos remotos hasta la época actual como se aprecia en las presentaciones de congresos y simposios. A esta referencia, por ejemplo Rodríguez 1988 menciona a pioneros como Pruit (1960), Jensen *et al.* (1961) y hasta la creación de una tabla o regla de cálculo manual con partes movibles generada por Pruit y Jensen reportada por Hagan *et al.* (1967). Más recientemente, Rodríguez (1988) propuso una metodología para el uso del tanque evaporímetro y generó formatos y gráficos en una programación de riegos para el cultivo de trigo con aspersion en la modalidad de lateral con ruedas. La metodología del uso del evaporímetro se ha empleado generalmente para la aplicación de riegos a cultivos en numerosas investigaciones en sistemas de irrigación por superficie y presurizados, también en trabajos bajo invernaderos utilizando botes de un litro y diversos coeficientes de evaporación. Los objetivos de este trabajo es el presentar una comparación de la calendarización de riegos con las metodologías citadas. La del tanque evaporímetro tipo "A" y la de aquella reportada por Hargreaves y Samani (1985) utilizando datos de un experimento de chile jalapeño irrigado con un sistema de riego localizado de goteo-cintilla, con acolchados plástico de diferentes colores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el campo experimental del CENID-RASPA INIFAP, localizado en Gómez Palacio Dgo. Las características generales del lote experimental son: suelo clasificado como Xerosol Háplico y pertenece a la serie Coyote representativa de la región, suelos de textura migajón arcilloso. Como método de riego, se utilizó el sistema de riego por goteo de cintilla superficialmente con espesor de pared de 0.38 mm. conocida comercialmente como 10 mil y con caudal nominal de 2.4 L h⁻¹ por metro lineal de cintilla. El gasto real utilizado fue de 2.2 L h⁻¹ m⁻¹ con una presión de operación de 41.4 KPa. Posteriormente de instalado el sistema de riego, se colocó el acolchado plástico y se inició el riego para la formación de bulbo de humedad del suelo. Este se logró en un tiempo de riego continuo de 45 horas durante el cual se tuvieron franjas de suelo humedecidas de 40 a 45 cm de ancho por línea regante. Después se procedió al trasplante que se realizó el 28 de Marzo. Se manejó una densidad de 40,000 plantas por hectárea para la variedad Mitla. El riego se aplicó diariamente o cada tercer día conforme a las necesidades requeridas por el cultivo de acuerdo al balance de humedad usando los muestreos de humedad realizados en forma continúa durante el desarrollo del chile y las aportaciones que por lluvia se tuvieron. El estudio se realizó para dos etapas del cultivo: de trasplante a inicio de fructificación (86 días) y de inicio de fructificación hasta el final del ciclo (57 días). El cuadro 1 muestra los tratamientos estudiados (Mendoza *et al.*, 2004).

Cuadro 1. Tratamientos bajo estudio de calendarización de riegos

| Tratamiento | Tipo de acolchado | Nivel de aplicación del riego (% Ev) | |
|-------------|-------------------|-----------------------------------------|----------|
| | | Etapas 1 | Etapas 2 |
| 1 | Plástico Negro | 30 | 70 |
| 2 | Plástico Rojo | 30 | 70 |
| 3 | Plástico Blanco | 30 | 70 |
| 4 | Plástico Azul | 30 | 70 |
| 5 | Plástico Verde | 30 | 70 |
| 6 | Sin acolchar | 30 | 70 |

Para la metodología del tanque evaporímetro se estimó la evapotranspiración máxima del chile al afectar la evaporación diaria histórica en mm día⁻¹ por el coeficiente experimental del cuadro 1. La programación del riego se obtuvo cuando la evapotranspiración máxima (ETm) del

chile se multiplicó por el área irrigada del emisor y su producto se dividió entre el gasto de emisión para obtener el tiempo de riego.

La segunda metodología usada para realizar la comparación, fue la propuesta por Hargreaves y Samani (1985) que se refiere a la estimación de la Evapotranspiración de referencia en base únicamente de las temperaturas del aire.

Dicha evapotranspiración de referencia fue afectada por el coeficiente de ajuste por desarrollo del chile para obtener la evapotranspiración máxima y así poder compararla con la estimada de la evaporación medida en el evaporímetro tipo A.

Para el cálculo de la evapotranspiración máxima con la segunda metodología se utilizó el programa PRORIEGO desarrollado en el CENID RASPA y disponible en la página Web del INIFAP (www.inifap.gob.mx).

Para el diseño de sistemas de riego presurizado, la demanda máxima del cultivo es obtenida por medio de la mayor evaporación del tanque "A" que ocurre durante el ciclo del cultivo que multiplica a la área a irrigar y un coeficiente del cultivo, de esta manera se inicia el proceso de selección de los emisores del sistema (Román *et al.*, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las estimaciones de la evapotranspiración máxima acumulada durante el ciclo del chile, utilizando las metodologías expuestas anteriormente y además, las láminas reales aplicadas, se muestran en la figura 1, donde se muestra la información de ET máxima para ser comparadas.

Al utilizar los datos del tanque evaporímetro para la primer metodología (ET_{EV}) se alcanzó una $ET_{EV} = 68.6$ cm, con la segunda metodología o método de Hargreaves y Samani (ET_{HS}) el valor fue de $ET_{HS} = 88.7$ cm y además, la lamina aplicada con el sistema ET_A fue de 82.9 cm. En la figura 1 se observa que las cantidades de agua procedentes del tanque evaporímetro tipo "A" subestiman sus valores mientras que la ET máxima de Hargreaves y Samani sobrestima el consumo de agua del chile.

Con el propósito de comparar la afinidad de las estimaciones entre ET_{EV} y ET_{HS} con respecto a la ET_A , se realizó un análisis estadístico de correlación y covarianza y se muestra en el Cuadro 2. Con dicho análisis se deduce que hubo una mayor asociación para los datos de evapotranspiración máxima estimadas con la metodología de Hargreaves y Samani (ET_{HS}) con respecto a la Evapotranspiración máxima estimada con la evaporación actual (ET_{EA}) debido a que esta relación de parámetros presentó un mayor valor de la covarianza (Infante y Zárate, 1984).

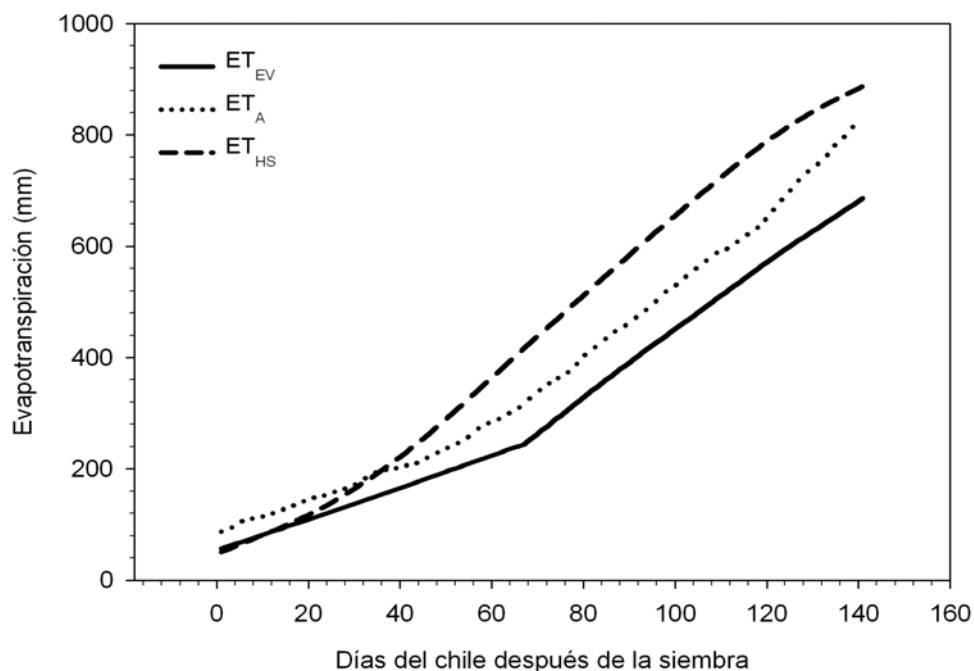


Figura 1. Comparación de dos metodologías para la estimación de la evapotranspiración del cultivo de Chile Jalapeño

Cuadro 2. Correlación (R) y Covarianza (COV) entre ET_{EV} y ET_{HS} y actuales ET_A con riego por goteo-cintilla en Chile jalapeño.

| Parámetro | Valor | Parámetro | Valor |
|-------------------------------------------|--------|-------------------------------------------|-------|
| R (ET _A , ET _{HS}) | 0.99 | R (ET _A , ET _{EV}) | 0.99 |
| COV (ET _A , ET _{HS}) | 190097 | COV (ET _A , ET _{EV}) | 44255 |

La comparación del comportamiento del ascenso y descenso de la demanda de agua por el cultivo durante su ciclo de desarrollo para las dos metodologías referidas de programación de riegos, se muestra en la figura 2. De acuerdo a los resultados con ambas metodologías se deduce que para la primera etapa las dos metodologías sobreestiman las necesidades de agua del chile, con un mayor grado con la ET_{HS}. Con respecto a la segunda etapa se observa que ET_{HS} es similar en su estimación de la evapotranspiración del chile que la ET_A que se utilizó en tiempo real. En cambio, la ET_{EV} subestimó las necesidades de agua del cultivo con respecto a la ET_A. Los valores de demanda máxima para efectos de diseño, oscilaron desde 6.86 para ET_{EV}, 7.7 para ET_{HS} y 9.31 mm día⁻¹ para ET_A. Se considera la metodología ET_{HS} como la más adecuada por su consistencia en la estimación de la evapotranspiración.

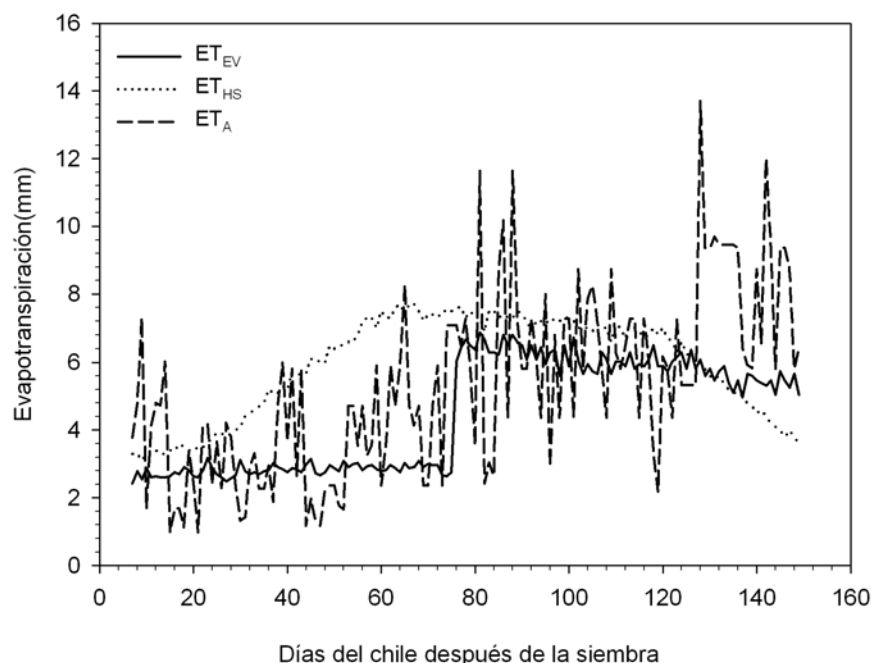


Figura 2. Requerimientos de agua del cultivo de Chile Jalapeño durante su ciclo, usando dos metodologías: tanque evaporímetro tipo "A" y Hargreaves y Samani

CONCLUSIONES

La metodología de Hargreaves y Samani es más confiable en el diseño de riego localizado debido a que el parámetro de evapotranspiración crítica estimado presenta una mayor similitud o robustez estadística con respecto a la estimada en tiempo real.

Se sugiere realizar un estudio donde la programación de tratamientos de riegos se realice utilizando la metodología de Hargreaves y Samani.

BIBLIOGRAFÍA

- Catalán V.E.A. 2005. Estimación de la demanda de agua de los cultivos y calendarización del riego. CENID RASPA INIFAP <http://www.inifap.gob.mx>.
- Hargreaves, G.H. y Z.A. Samani. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Engineering in Agriculture 1(2):96-99.
- Mendoza M. S. F., M. A. Inzunza I., E. A. Catalán V., M. Magdalena V. C., A. Román L., I. Sánchez C. 2004. Efecto del color del acolchado plástico en la productividad del agua del chile jalapeño de trasplante irrigado con cintilla. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED, Septiembre del 2004. p 266-271
- Rodríguez C. A. 1988 Uso del tanque evaporímetro tipo "A" para programar riegos en sistemas de aspersión. Seminario Técnico del CENID-RASPA, INIFAP-SARH. Vol. 5 num. 5 1988. p. 93-112
- Román L. A., S. F. Mendoza M., I. Sánchez C., M. A. Inzunza I., L. Moreno D. 2004. Diseño de sistemas de riego presurizado. Folleto Técnico N° 15 del CENID-RASPA, INIFAP, ISBN: 968-800-594-0 p. 19.
- Infante S.G. y G. P. Zárate L. 1984. Métodos estadísticos. Un enfoque interdisciplinario. Trillas, México.

DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA DEL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS EN *Ficus carica* VARIEDAD Misión

Aguilera Ortiz Miguel¹, Alanis Guzmán María Guadalupe²
y Reza Vargas María del Carmen¹

¹Facultad de Ciencias Químicas-UJED. ²Facultad de Ciencias Biológicas-UANL. Av. Artículo 123 s/n, Fracc. Filadelfia. Gómez Palacio, Dgo. Tel. 01 (871) 715 88 10. Fax 01 (871) 715 29 64 e-mail: maotsetung@mixmail.com.

INTRODUCCIÓN

Las antocianinas, una de las principales clases de flavonoides, parecen contribuir significativamente a sus propiedades poderosas antioxidativas (Vinson, 1998; Lepidot *et al*, 1999). Hay una fuente importante de colorantes naturales presentes en frutas rojas tales como cerezas, ciruelas, fresas, frambuesas, zarzamoras, uvas, pasas rojas y negras (Jackson *et al*, 1978; Frankel *et al*, 1995; Lepidot *et al*, 1999). Restricciones en el uso de colorantes sintéticos en alimentos ha conducido al interés en el uso potencial de antocianinas como un colorante alimenticio en bebidas, jarabes, jugos de frutas, gelatinas, mermeladas, helados, dulces de pasta y yogures, tan bien como en pasta dental, farmacéuticos, cosméticos y productos similares (Clydesdale y Francis, 1976; Durante, 1995). Pigmentos presentes en pieles de higo negro pueden ser industrialmente extraídos usando dos procesos de extracción junto con ácido fórmico. La producción de éste pigmento bajo estos métodos de extracción no es solamente para recuperar la mayor cantidad posible pero también para obtener un ingrediente valuado comercialmente alto. El presente trabajo fue conducido para desarrollar un método para extraer antocianinas de pieles de higo congelado usando soluciones de metanol y acetona como solventes, para evaluar cuál de los dos pudiera ser elegido como método de extracción. Los valores de absorbancia observadas fueron tomadas como parámetros de referencia en cada proceso para decidir su elección.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los higos *Ficus carica* var. Misión fueron adquiridos directamente de la planta procesadora de higo, ubicada en Álvaro Obregón, Mpio. de Lerdo, Dgo. Los higos frescos fueron almacenados en un cuarto frío de 0-5°C conforme llegaban de la planta procesadora. Posteriormente, se separó la piel y la pulpa del tejido manualmente con un cuchillo. Una vez separadas las pieles, se almacenaron en un congelador a -20°C aproximadamente en bolsas de plástico hasta el momento de ser analizadas.

Extracción de antocianinas. Se llevó a cabo la extracción de las antocianinas, probando

soluciones de metanol acidificado y soluciones de acetona. Para poder correr la extracción con metanol acidificado, se manejaron cinco tamaños de muestra (en base al % sólidos) que fueron 40, 80, 120, 160 y 200 mg, respectivamente. El método se basó en obtener un extracto metanólico (metanol:agua:ácido fórmico) a partir de la piel de higo congelada, donde posteriormente se hizo un screening a diferentes longitudes de onda en un espectrofotómetro en la región visible (510, 515, 520, 535, 546 y 550 nm, respectivamente). Enseguida, la piel de higo congelada y homogenizada se colocó en un frasco de vidrio conteniendo éste 10 mL de una solución de metanol acidificado (MeOH:H₂O:ácido fórmico; 70:28:2). La mezcla se colocó en una licuadora (Osterizer) y se molió por espacio de 10 min a una velocidad de 4. Después de la molienda, la mezcla obtenida se filtró a vacío. Finalmente, el filtrado se dejó reposar por 1 hora en la oscuridad. Pasado este tiempo, se hizo un escanéo a diferentes longitudes de onda en un espectrofotómetro en la región visible y por último se tomaron las lecturas de absorbancia para cada longitud de onda. Cada corrida se hizo por duplicado. Para la extracción con acetona, se manejaron tres tamaños de muestra (en base al % sólidos) que fueron 40, 80, y 120 mg, respectivamente.

El método se basó en obtener un extracto acetónico (concentrándolo a vacío y resuspendiéndolo en agua acidificada) a partir de la piel de higo congelada, donde posteriormente se hizo un screening a diferentes longitudes de onda en un espectrofotómetro en la región visible (510, 515, 520, 535, 546 y 550 nm, respectivamente). Se pesaron los tamaños de muestra (previamente homogenizada) indicados y se colocaron en un vaso de precipitado conteniendo 15 mL de una solución de acetona. Enseguida, se dejó reposar esta mezcla por 5 min a temperatura ambiente. Como no se obtuvo el extracto acetónico en esta etapa, adicionalmente realizamos dos corridas experimentales usando 2, 4 y 6 g como tamaños de muestra. Partiendo de este hecho, una vez obtenido el extracto acetónico, se filtró a vacío. Estos filtrados se concentraron en una estufa a vacío a 35°C por 6 horas aproximadamente. Después, se resuspendieron los extractos concentrados con 5 mL de una solución de agua acidificada (3% de ácido fórmico). Finalmente, se hizo un escanéo a diferentes longitudes de onda en un espectrofotómetro en la región visible y por último se tomaron las lecturas de absorbancia para cada longitud de onda. Cada corrida se hizo por duplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Soluciones de metanol acidificado fueron efectivas en la extracción de antocianinas de piel de higo congelada a tamaños de muestra menores de 1 g, como se puede observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores Promedios de Absorbancia de Extractos Metanólicos Acidificados a Diferentes Longitudes de Onda (Región Visible) y con Diferentes Tamaños de Muestra.

| Tamaño de muestra, mg | Longitud de Onda, λ | | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 510 | 515 | 520 | 535 | 546 | 550 |
| 40 | 0.740 | 0.763 | 0.778 | 0.776 | 0.682 | 0.633 |
| 80 | 0.842 | 0.861 | 0.877 | 0.860 | 0.782 | 0.738 |
| 120 | 0.819 | 0.848 | 0.872 | 0.848 | 0.726 | 0.656 |
| 160 | 1.365 | 1.424 | 1.470 | 1.447 | 1.240 | 1.117 |
| 200 | 1.140 | 0.973 | 1.013 | 0.996 | 0.824 | 0.724 |

De acuerdo al Cuadro 1, la tendencia observada fue que el valor de la absorbancia aumentaba conforme pasábamos de una onda de longitud pequeña a una más grande, sin embargo al llegar a 520 nm aquí se registraban los valores más altos y a partir de este valor nuevamente descendía el valor de la absorbancia. De la misma manera pasó con el tamaño de muestra, sin embargo, al pasar de un tamaño de muestra cuatro (160 mg) a un tamaño de muestra cinco (200 mg) descendió el valor de la absorbancia. Con lo anterior, confirmamos que a mayor tamaño de muestra se extraen mejor las antocianinas y que la mejor lectura se da en 520 nm en la región visible, usando el método de metanol acidificado. El pigmento extraído como una función del tamaño de muestra y de la longitud de onda es mostrado en la Fig. 1.

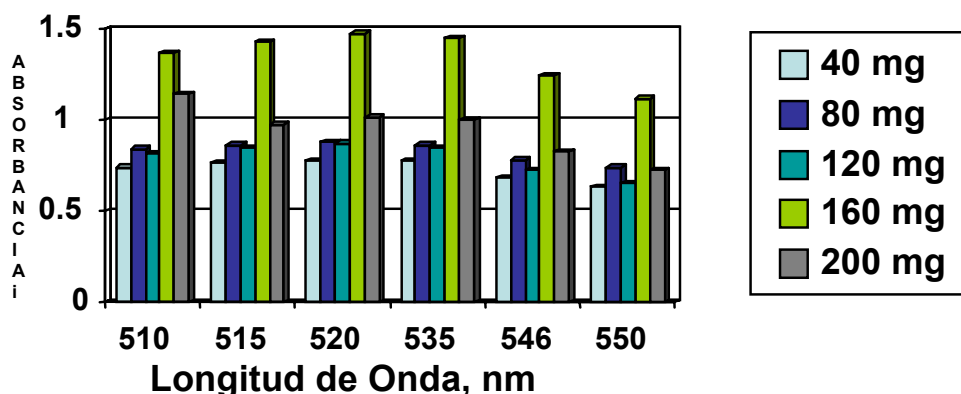


Figura 1. Espectro de Absorción de Extractos Metanólicos Acidificados de Antocianinas en la Región Visible a Diferentes Tamaños de Muestra.

Por otro lado, soluciones de acetona no fueron efectivas al menos a tamaños de muestra menores de 1 g, sin embargo, a tamaños de muestra superiores a 2 g, soluciones de acetona son recomendadas. Los resultados obtenidos para este método no fueron los esperados, ya que en la etapa de mezclar la piel de higo congelada con la acetona y dejar reposar el tiempo

recomendado (García-Viguera, 1998a) no se obtuvo respuesta alguna, es decir, visualmente no se detectó pigmentación alguna en los tamaños de muestras usados, incluyendo sus repeticiones. Por lo tanto, concluimos que este método de extracción no es el recomendado al menos, usando estos tamaños de muestras, porque en comparación con el método de metano acidificado que sí extrajo pigmento, ya que visualmente si se observaba pigmentación en el extracto, el método de acetona en esta etapa no lo hizo. Posteriormente, realizamos una corrida experimental usando 2, 4 y 6 g como tamaños de muestra. Los resultados obtenidos del escanéo a diferentes longitudes de onda se dan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Valores Promedio de Absorbancia de Extractos Acetónicos a Diferentes Longitudes de Onda (Región Visible) y con Diferentes Tamaños de Muestra.

| Tamaño de muestra, g | Longitud de Onda, λ | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 510 | 515 | 520 | 535 | 546 | 550 |
| 2 | 3.779 | 3.782 | 3.792 | 3.673 | 3.319 | 2.992 |
| 4 | 3.856 | 3.861 | 3.847 | 3.839 | 3.802 | 3.807 |
| 6 | 3.867 | 3.844 | 3.877 | 3.859 | 3.846 | 3.807 |

De acuerdo a los resultados del Cuadro 2, estos datos presentan el mismo comportamiento observado que en los resultados obtenidos por el método de metanol acidificado. Los valores de absorbancia obtenidos de esta corrida experimental son diferentes y más altos, comparados con los obtenidos por el primer experimento con el método de metanol acidificado, sin embargo, con respecto al segundo experimento por metanol acidificado, los valores son casi iguales que por el de soluciones de acetona. El pigmento extraído como una función del tamaño de muestra y de la longitud de onda es mostrado en la Fig. 2.

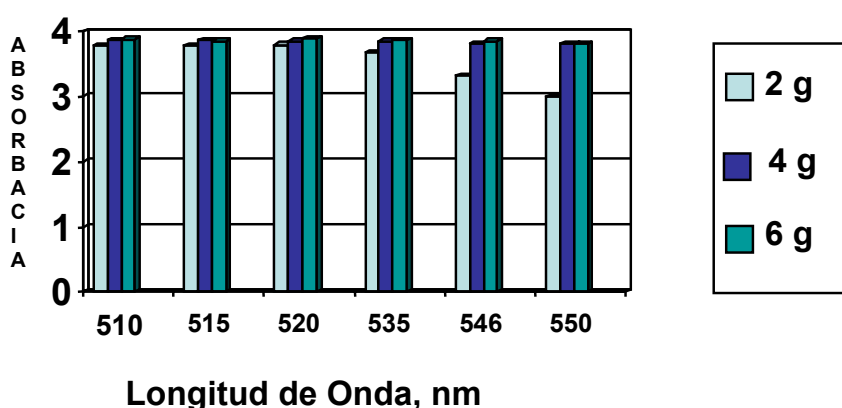


Figura 2. Espectro de Absorción de Extractos Acetónicos de Antocianinas en la Región Visible a Diferentes Tamaños de Muestra.

CONCLUSIONES

El método de metanol acidificado fue mejor con respecto al de acetona, usando un tamaño de muestra menor a 1 g. El método de soluciones de acetona fue mejor comparado con el de metanol acidificado, usando un tamaño mayor de 2 g. De acuerdo al tamaño de muestra, el método de metanol acidificado es más sensible, menos complicado y con menos tiempos de espera que el de la acetona. Sin embargo, en cuanto a cantidad de extracción, el de la acetona es recomendado. Por lo tanto, los valores de absorbancia (520 nm) son ligeramente más altos en el método de la acetona que el del metanol acidificado.

BIBLIOGRAFÍA

- Clydesdale F. M. and Francis F. J. 1976. Pigments. In "Principles of Food Chemistry, Part I, Food Chemistry", 1st ed. Marcel Dekker, New York.
- Durante M. J., Pifferi P. G., Spagna G. and Gilioli E. 1995. Partial Characterización of *Vitis vinifera* grape var. Ancellota, Lebensm. Wiss. U. Technol. 28:635.
- Frankel E. N., Waterhouse A. L., and Teissedre P. L. 1995. Principal Phenolic Phytochemicals in Selected California Wines and Their Antioxidant Activity in Inhibiting Oxidation of Human Low-density Lipoproteins. J. Agric. Food Chem. 43:890.
- García-Viguera C., Zafrilla P. y Tomás-Barberán F. A. 1998a. The Use of Acetona as Extraction Solvent for Strawberry Fruit Anthocyanins. En: C. García-Viguera, P. Zafrilla, F. Romero, P. Abellán, F. Artés y F. A. Tomás-Barberán. Color Stability of Strawberry Jam as Affected by Cultivar and Storage Temperatura. Journal of Food Science, 64(2): 243-247.
- Jackson M. G., Timberlake C. F., Bridle P. and Vallis L. 1978. Red Wine Quality: Correlation Between Color, Aroma and Flavor and Pigment and other parameters of Young Beaujolais. J. Sci. Food Agric. 29:715.
- Lepidot T., Harel S., Akiri B., Granit R. and Kaner J. 1999. pH-dependent Forms of Red Wine Anthocyanins as Antioxidants. J. Agric. Food Chem. 47:67.
- Vinson J. A. 1998. Flavonoids in Foods as in Vitro and in Vivo Antioxidants. Adv. Exp. Med. Biol. 439:151.

REQUERIMIENTO NUTRIMENTAL DE FÓSFORO EN ALFALFA

Rogelio A. Aldaco Nuncio¹, Juan Cruz Vazquez², Juan Cabrera Reyes¹, Jesús Olague Ramírez¹, J. Alfredo Montemayor Trejo¹, Ernesto Ruiz Cerda¹, Manuel Fortis Hernández¹.

¹ Profesor Investigador del Instituto Tecnológico Agropecuario de Torreón, Coah. Carretera Torreón – San Pedro km 7.5, Torreón Coahuila. ² Alumno de la Maestría en Ciencias en Suelos del I.T.A de Torreón, Coah. e-mail: rogelio_alnu@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera se localiza en el norte-centro de México y es considerada una región económicamente importante para el país. Esta zona se ha caracterizado por su gran dinamismo en las actividades agropecuarias. Debido a esto la Comarca Lagunera es considerada la cuenca lechera más importante del país, de acuerdo a las estadísticas oficiales en octubre del 2003 había una cantidad de 229,657 cabezas de ganado lechero en explotación con una producción por vaca por día de 25.7 L de leche, con un total de 1,804.2372 millones de litros de leche, los cuales generaron una gran derrama económica (6,518.5299 millones de pesos). En esta región la alfalfa es el principal forrajes en la producción pecuaria y esto se ha venido reflejando en incrementos significativos en la superficie sembrada de este cultivo en los últimos años, ya que de 36,125 hectáreas sembradas en el año 2001, se incrementó a 38,709 hectáreas en el año 2003, con una producción de 3' 110,522 toneladas de forraje en verde con un valor de 777' 630,500.00 pesos (SAGARPA 2003).

El fósforo es un nutrimento que es abastecido en forma natural por el suelo o por fertilizantes. Los suelos de la región tienen un contenido disponible de medio a bajo en fósforo. Además que el fósforo es un elemento que tiende a ser fijado en el suelo en formas no asimilables para la planta, a causa del exceso de carbonato de calcio presente en los suelos de esta región (SAGAR 2000). La alfalfa toma el fósforo del suelo en forma soluble; sin embargo, el fósforo soluble representa un porcentaje mínimo del fósforo total presente en el suelo. La fertilización con fósforo es clave, no sólo para restituir los niveles de este nutriente en el suelo, sino también para obtener plantas más vigorosas, con mayor desarrollo de raíces y, por lo tanto, más resistentes a la falta de agua. Todo esto se traduce en marcados aumentos de rendimiento. De acuerdo con varios investigadores que coinciden en que el fósforo estimula el crecimiento de las plantas ya que interviene en la reproducción de la planta, división celular, fotosíntesis, transporte, crecimiento de las raíces y mejora la eficiencia de la absorción del nitrógeno por la planta. El fósforo también promueve el crecimiento de la raíz temprano y rápido, por lo que es a menudo el elemento principal en los fertilizantes básicos (Salisbury y Ross 1994)*. En el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo encontrar la dosis de fósforo

que permita la más alta producción de materia seca por unidad de superficie y determinar el grado de absorción de fósforo a lo largo de la etapa temprana en el ciclo del cultivo de alfalfa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo durante el periodo invierno 2003 verano 2004. Los experimentos se establecieron en el invernadero y campo experimental del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10, localizado en el km 7.5 de la carretera Torreón – San Pedro, en el ejido Ana municipio de Torreón, situado geográficamente entre los meridianos 26°30'15" latitud norte y 103°22'07" longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1150 m. Los tratamientos que se utilizaron en el presente proyecto de investigación fueron seis diferentes niveles de fósforo aplicados al suelo de manera manual y previo al riego posterior del primer corte de forraje, se empleó como fuente fosfatada el ácido fosfórico (Cuadro 1). Estos tratamientos se evaluarán en dos experimentos que se desarrollaron simultáneamente en el invernadero y el campo.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento.

| Tratamiento | ppm | kg de P ha ⁻¹ | kg de P ₂ O ₅ ha ⁻¹ |
|-------------|-----|--------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 30 | 113.580 | 260.253 |
| 3 | 60 | 227.160 | 520.506 |
| 4 | 90 | 340.740 | 780.759 |
| 5 | 120 | 454.320 | 1,041.013 |
| 6 | 150 | 567.900 | 1,301.266 |

El material genético que se utilizó en este proyecto fue la variedad de alfalfa CUF 101. El diseño experimental que se utilizó fue un completamente al azar con 8 repeticiones en el experimento de invernadero, mientras que en el experimento de campo se empleó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. Los experimentos de invernadero y de campo tuvieron una duración de 186 y 207 días, respectivamente. Las variables evaluadas en ambos experimentos y en cada muestreo fueron: materia verde, materia seca, análisis de fósforo en la planta, análisis de fósforo en el suelo (Olsen *et al.* 1954).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de forraje verde.

En la figura 1 se muestran las medias del rendimiento de forraje verde para los experimentos de invernadero y de campo. De acuerdo al análisis estadístico realizado, en esta

variable no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los cuatro cortes realizados en ambos experimentos. Sin embargo, en el experimento en invernadero en el rendimiento acumulado los tratamientos 3 (36.2481 t ha⁻¹) y 6 (36.9579 t ha⁻¹) superaron al testigo (33.5458 t ha⁻¹). Por otro lado, en el experimento de campo los mejores rendimientos de forraje verde acumulado fueron de los tratamientos 5 (67.5 t ha⁻¹), 3 (67.464 t ha⁻¹) y el 2 (66.364 t ha⁻¹).

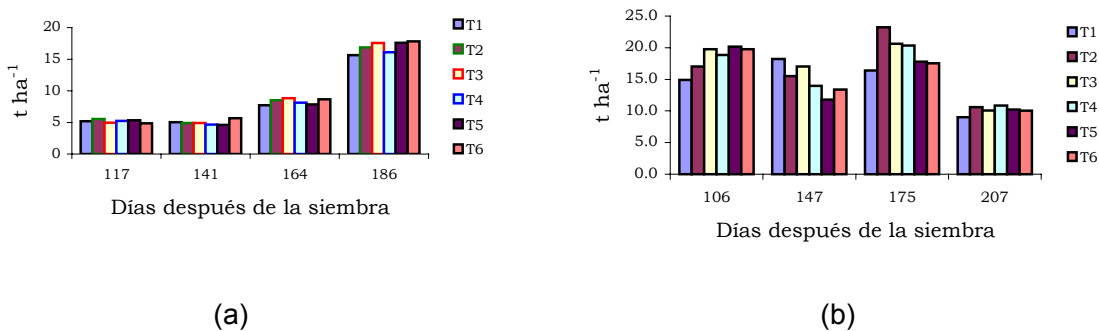


Figura 1. Rendimiento de forraje verde en alfalfa para seis dosis de fósforo en cuatro cortes realizados en el ITA No. 10. (a) invernadero, (b) campo.

Rendimiento de forraje seco.

En la figura 2 se muestran las medias del rendimiento de forraje seco para los experimentos de invernadero y de campo. De acuerdo al análisis estadístico realizado, en esta variable no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los cuatro cortes realizados en ambos experimentos.

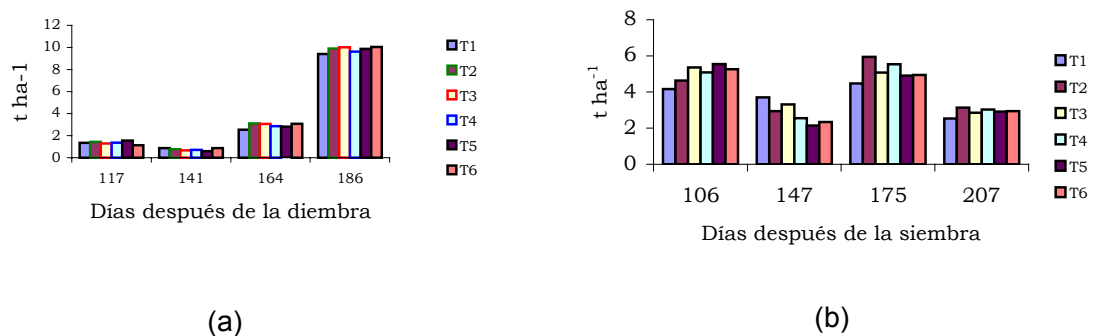


Figura 2. Rendimiento de forraje seco en alfalfa para seis dosis de fósforo en cuatro cortes realizados en el ITA No. 10. (a) invernadero, (b) campo.

Sin embargo, en el experimento de invernadero se observó un notorio incremento del rendimiento en esta variable en el cuarto corte con respecto a los anteriores. De manera similar

se estableció en un estudio en Argentina, que los niveles crecientes de fertilización fosfatada produjeron aumentos significativos en la materia seca de alfalfa y los incrementos se acentuaron en forma consistente cuando el P se combinó con la enmienda cálcica (encalado), Vivas y Quaino (1999).

En el experimento de campo los tratamientos que manifestaron mejores rendimientos fueron el 2 (16.651 t ha⁻¹) y el 3 (16.598 t ha⁻¹). En estudios realizados en el Sudeste Bonaerense en Argentina Berardo y Marino (2001) al evaluar los resultados, comprobaron que la fertilización fosfatada incremento la producción de materia seca con una magnitud variable en cada año posterior a la fertilización fosfatada.

Porcentaje de fósforo en planta.

En el experimento de invernadero en los cuatro cortes realizados y de acuerdo al análisis de varianza se encontró en el primer y tercer corte diferencias altamente significativas. La prueba de comparación de medias empleada fue la de Tukey al 0.05 %. El tratamiento 2 presentó un mayor contenido de fósforo con un porcentaje de 0.04548 y 0.0776 en el primero y tercer corte, respectivamente.

En lo que correspondió al experimento de campo la concentración de fósforo en la planta en los cuatro cortes realizados se encontraron diferencias altamente significativas en el primer corte y solo significativas en el tercer corte, mientras que en el segundo y cuarto cortes no se observaron diferencias estadísticas significativas. Tanto en el experimento de invernadero como el de campo se encontró que los valores porcentuales de contenido de fósforo en la materia seca de la alfalfa son muy inferiores a los valores reportados en el manual de nutrición vegetal del INPOFOS que establece que el rango de suficiencia del tejido superior a los 15.24 cm de las plantas de alfalfa en el inicio de la floración oscilan entre 0.26 a 0.70 %, (Potash and Phosphite Institute 1987).

Por otra parte, Benton Jones *et al* 1990, indican que el contenido de fósforo de las plantas en general varía de 0.15 a 1.00 % del peso de la materia seca. Lo anterior puede ser explicado por la escasa movilidad del P en suelos de este tipo y aunado a la gran capacidad de fijación de este elemento en suelos con altos contenidos de carbonatos de calcio, lo que se puede esperar solamente una eficiencia del 10 al 30 % del P soluble en el primer año de aplicación.

Es difícil mantener el P disponible para las plantas, debido a que este elemento reacciona fácilmente con elementos tales como el Fe y el Ca formando compuestos que no son solubles, reduciendo así la posibilidad de que el P se mueva hacia las raíces, (Potash and Phosphite Institute 1997).

Concentración de fósforo en el suelo.

Posteriormente a efectuar cada uno de los cuatro cortes de forraje en las unidades experimentales de ambos experimentos se realizaron los análisis de la concentración de fósforo en las muestras de suelo. En el experimento de invernadero no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el cuarto corte, sin embargo en los dos primeros muestreos se encontraron diferencias altamente significativas y solo significativas en el tercer muestreo. En el análisis estadístico la prueba de comparación de medias empleada fue la de Tukey al 0.05 %. Los contenidos de fósforo más altos correspondieron a los tratamientos seis con 9.307 ppm (primer corte), cinco con 24.5 ppm (segundo corte), y en el tercer corte los tratamientos seis (17.8 ppm), cinco (17.365 ppm) y dos (16.233 ppm). En el experimento de campo se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos del segundo al cuarto corte, mientras que en el primer corte solo diferencias significativas. La prueba de comparación de medias utilizada fue la de Tukey al 0.05 %. Los tratamientos que mostraron los más altos contenidos de fósforo correspondieron a los tratamientos cuatro con 3.350 ppm (primer corte), seis con 13.5250 ppm (segundo corte), seis con 18.550 ppm (tercer corte) y seis con 20.15 ppm (cuarto corte). Castellanos *et al* (2000) establece que para los suelos calcáreos propios de la Comarca Lagunera y con el empleo del método de Olsen *et al* (1954) los valores de P disponible del primer corte oscilaron entre 1.625 y 3.350 ppm lo que los clasifica como muy bajos, los del segundo corte se clasifican dentro de los muy bajos a moderadamente bajos, mientras que los del tercero y cuarto corte se clasifican dentro de los suelos bajos a medios en contenido de P disponible. En ambos experimentos la mayoría de los valores obtenidos en los análisis de P disponible de las muestras de suelo son inferiores al nivel crítico de 15 ppm, para suelos calcáreos bajo riego sugerido por Mazcareño y Villarreal (1973) citados por Castellanos *et al* (2000) y Briones (1979).

CONCLUSIONES

En los experimentos de invernadero y de campo todos los rendimientos de forraje verde y forraje seco no mostraron diferencias estadísticas significativas en los cuatro cortes. El valor más alto de la sumatoria de los valores individuales del contenido de fósforo en el tejido vegetal por tratamiento y corte se logro con el tratamiento dos (30 ppm P) en el experimento de invernadero. Mientras que en el experimento de campo esto se observo con el tratamiento seis (150 ppm P). Por otro lado, en el experimento de campo a partir del segundo corte se mostró que a medida que los concentraciones de P aumentaron (tratamientos) se incrementaron las concentraciones de fósforo en el suelo, no siendo así en el invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

- Benton J. J., Wolf B. y Mills H. A. 1990. Micro – Macro Publishing, Inc. Athens, Georgia. U.S.A.
- Berardo, A. y M. A. Marino. 2002. Fertilización fosfatada y su relación con la producción de forraje en el Sudeste Bonaerense. Proyecto Fertilizar INTA. <http://www.e-campo.com> (Verified 15 junio 2004).
- Briones G. 1979. Correlación y calibración de un método de laboratorio para determinar el fósforo asimilable en suelos del norte de Coahuila. Memorias del XII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, SMCS, Morelia Michoacán, México.
- Castellanos, J. Z., Uvalle-Bueno, J. X. y Aguilar-Santelises, A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Segunda edición. Colección INCAPA. Celaya, Gto., México.
- Olsen, S. R., C. V. Cole, F.S. Watanabe. y L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extracción with sodium bicarbonate. USDA. Circ. 939. US Gov. Print Office. Washington, D.C.
- Potash and Phosphate Institute. 1987. Plant Nutrition Manual. Micro – Macro Publishing, Inc. Athens, Georgia. U.S.A.
- Potash and Phosphate Institute. 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos. Primera impresión en español. INPOFOS. Instituto de la potasa y el fósforo. Querétaro, México.
- SAGAR. 2000. Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro técnico No. 22 1^{ra} Edición. México.
- SAGARPA, INIFAP. 2003. Fertilización con fósforo para tener una alta productividad de la alfalfa. Fundación Produce Región Lagunera y PIAL. Publicación El Siglo de Torreón. Diciembre 14, Torreón Coahuila.
- Salisbury F. B. y Ross C.W. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México
- Vivas, H. S. y O. Quaino. 1999. Fósforo y enmienda cálcica para la producción de alfalfa en suelos de Santa Fe. INTA Rafaela. <http://rafaela.inta.gov.ar/anuario1999/p69.htm> (Verified 15 junio 2004)

COMPORTAMIENTO DE TRES PROPIEDADES QUÍMICAS DE LODOS RESIDUALES BIOTRANSFORMADOS CON LOMBRICES *Eisenia foetida*

Alejandro Moreno Reséndez*, Elizabeth Medina Acosta,
Julián Carrillo Reyes y Erika Franco Lara.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Carretera a Santa Fe y Periférico Torreón – Gómez– Lerdo km 1.5. Torreón, Coahuila, México. Apdo. Postal 940.
*alejamorsa@yahoo.com.mx y alejamorsa@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Gracias al desarrollo de diversas metodologías en México, al igual que en otros países, el tratamiento de aguas residuales se ha incrementado notablemente en los últimos años, e.g., de acuerdo con estadísticas de la Comisión Nacional del Agua (CNA) en el año 2003 trabajaron 938 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Las PTAR generan un subproducto conocido, en México como “biosólido” o en otros países como “*sewage sludge*” o “*biosolid*”, el cual es un material semisólido, oscuro, con alto contenido de materia orgánica y elementos nutritivos, que tiene la posibilidad de ser utilizado como abono natural en los suelos deteriorados (Figuroa *et al.* 2002). Sin embargo, en México, los lodos residuales (**LR**), en la mayoría de los casos, una vez que son tratados, se incineran o se disponen en los rellenos sanitarios, con lo cual se provoca la contaminación del suelo y los mantos acuíferos, lo que representa un gran riesgo para la salud pública (Cardoso-Vigueros y Ramírez-Camperos, 2002).

La característica principal de los **LR** es que representan a la vez una oportunidad y un problema. Desde el punto de vista de la oportunidad, es que éstos son ricos en elementos nutritivos como N, P y metales traza, así como en materia orgánica, y mejoran la productividad y fertilidad de los suelos agrícolas. Sin embargo, en términos del problema, los **LR** también contienen altas concentraciones de compuestos orgánicos, potencialmente tóxicos, metales pesados y organismos patógenos, que afectan la salud humana mediante exposición directa o a través de los alimentos derivados de las cosechas y el ganado (Smernik *et al.*, 2003).

Para facilitar su manejo y evitar posibles problemas, con el olor, los agentes patógenos y el contenido de compuestos tóxicos, los **LR** deben ser tratados. En este sentido, existen diferentes métodos para su tratamiento: la estabilización alcalina, la digestión aerobia, la digestión anaerobia y el composteo (EPA, 2000), este último comúnmente es utilizado para el tratamiento de residuos orgánicos o para la producción de fertilizantes orgánicos (Ndewga y Thompson, 2001).

Actualmente, el vermicomposteo se vuelto popular en el tratamiento de diversos residuos orgánicos. Este proceso aprovecha las cualidades biológicas de las lombrices de tierra

para provocar la descomposición aeróbica de estos residuos, sin necesidad de que se lleve a cabo la estabilización termofílica de los desechos, requerida durante el composteo (Atiyeh *et al.*, 2000). Durante el vermicomposteo, los residuos orgánicos son fragmentados, mezclados y transformados, tanto por los órganos que constituyen el tubo digestor, como por la actividad microbiana de las lombrices (Ndewga y Thompson, 2001). Como resultado del vermicomposteo, los elementos N, P, K y Ca, presentes en los residuos originales, son transformados a formas mucho más solubles y disponibles para las especies vegetales (Ndewga y Thompson, 2001). Dentro de las lombrices de tierra que más se utilizan para el vermicomposteo se encuentran las lombrices *Eisenia foetida*, lo anterior debido a que estos organismos presentan un altísimo índice de reproducción y tienen la capacidad de habitar en lugares con altos contenidos de MO (Butt, 1999).

Por otro lado, desde el punto de vista agrícola, la vermicomposta es un excelente producto: es homogéneo, retiene muchos de los elementos originales y reduce los niveles de contaminantes respecto del material inicial; por lo que puede ser aplicada para incrementar los niveles de materia orgánica y de los elementos nutritivos del suelo. Además de mejorar substancialmente la estructura y la CIC de los suelos ((Ndewga y Thompson, 2001).

Por lo anteriormente descrito, se estableció el presente trabajo con el propósito de determinar, la capacidad de adaptación de las lombrices a los **LR**, el comportamiento de las principales características químicas de los **LR** una vez que fueron sometidos al proceso de vermicomposteo con lombrices *Eisenia foetida*, y de establecer la posibilidad de que estos materiales se empleen como abonos orgánicos de alta calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en una bodega del área de producción de vermicomposta de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL. Se utilizaron **LR** secundarios y estiércol de caballo en diferentes mezclas (cuadro 1) a las cuales se les inocularon lombrices *Eisenia foetida* (Butt, 1999; Cardoso y Ramírez, 2002).

Los **LR**, clasificados como residuos no peligrosos, conforme a los resultados del análisis de caracterización CRETIB, criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993, se obtuvieron del lecho de secado de la PTAR del club Campestre Torreón, S. A. de C. V., ubicada en Boulevard Diagonal Las Fuentes No. 711, Colonia La Merced en Torreón, Coahuila, México. El estiércol de caballo se recolectó en las unidades pecuarias de la institución y las lombrices se obtuvieron de las cunas del Proyecto de Producción de Vermicomposta que se opera en la misma universidad. Para uniformizar el tamaño de las partículas y facilitar la actividad de las

lombrices, ambos materiales fueron tamizados con el empleo de una criba de malla 0.5 mm.

Cuadro 1. Composición de las mezclas sometidas a vermicomposteo con lombrices *Eisenia foetida*.

| Tratamiento | Lodos residuales | Estiércol de caballo |
|-------------|------------------|----------------------|
| | Relación (v:v) | |
| T1 | 1 | 0 |
| T2 | 1 | 0 |
| T3 | 1 | 1 |
| T4 | 1 | 2 |

Para determinar la capacidad de adaptación de las lombrices, se establecieron cuatro sustratos o tratamientos (cuadro 1), en vasijas de plástico, con una capacidad aproximada de 5 kg, sin drenaje y con cuatro repeticiones cada uno. A cada una de las repeticiones de los tratamientos 2, 3 y 4 se les inocularon 25 lombrices *Eisenia foetida*, en etapa juvenil y con clitelio desarrollado, para propiciar su reproducción (Gunadi y Edwards, 2003). El tratamiento 1 fue considerado como testigo sin inoculación. Los sustratos fueron regados, con agua de la llave, y mezclados y tenedor de jardinería cada 3 días para mantener las condiciones necesarias de humedad (80 % de humedad aproximadamente) y aireación para el desarrollo de las lombrices *E. foetida* (Cardoso-Vigueros y Ramírez-Camperos, 2002).

Para determinar el efecto de las lombrices sobre las propiedades de los **LR**, durante el desarrollo del experimento se realizaron cuatro muestreos: el muestreo cero (previo a la inoculación) y los siguientes a los 30, 60 y 90 días después de la inoculación (Santamaría-Romero *et al.*, 2001). Las muestras se analizaron, de acuerdo a las metodologías empleadas por el Laboratorio de Suelos de la propia Universidad. Las técnicas empleadas para el análisis de las muestras, se describen, brevemente, a continuación: El pH y la CE fueron determinados en extracto de saturación (Thomas, 1996), mediante un potenciómetro marca Orion modelo 420 A. La CIC fue determinada con el método del acetato de bario (Summer y Miller, 1996). Para determinar la dinámica de las características químicas evaluadas, los valores obtenidos en los análisis de las muestras, se utilizaron curvas de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inicialmente se logró confirmar lo establecido por Cardoso-Vigueros y Ramírez-Camperos (s/f), que los **LR** se pueden utilizar directamente como alimento de las lombrices *E. foetida*, pues en todos los sustratos se observó que estos organismos, además de sobrevivir, se lograron reproducir al incrementar el número de lombrices por recipiente (datos no presentados). Por lo anterior, se puede aseverar que los **LR** y las mezclas con estiércol de

caballo, inoculados con lombrices fueron sometidos al proceso de vermicomposteo.

Con el propósito de establecer el comportamiento de las propiedades químicas de los sustratos, se graficaron los valores obtenidos para pH, CE y CIC (Figura 1). De esta figura se derivaron los siguientes comentarios:

- En el caso del pH, para los **LR**, con y sin lombrices (T1 y T2) se presentó un descenso en 0.9 y 1.2 unidades, respectivamente. En cambio para los **LR** mezclados con estiércol de caballo (T3 y T4) se registró un incremento en 0.9 y 0.4 unidades. Como se puede apreciar en la figura 1 a), el comportamiento señalado se observa a partir de los 30 días después de la inoculación. La tendencia registrada en los tratamientos, a partir de los 30 días, permite suponer que en los T1 y T2 se pudiera incrementar la disponibilidad de los elementos nutritivos contenidos en los **LR**. El comportamiento de las curvas de regresión se ajusta en más del 90% (ver valores de R^2 en cuadro 2), en todos los tratamientos, independientemente de que el pH se haya reducido (T1 y T2) o incrementado (T3 y T4).
- Con respecto a la CE, todos los tratamientos presentaron un comportamiento similar, figura 1 b), observándose un descenso en los valores obtenidos, al término de los 90 días. En términos absolutos, el descenso registrado en los T1, T2, T3 y T4 fue de 3.83, 3.63, 2.62 y 3.32 mS cm^{-1} , respectivamente, esta disminución se puede asociar con una reducción en el nivel de salinidad en los diferentes sustratos, en parte debido al efecto de las lombrices. En este caso, las curvas de regresión se ajustaron en más del 86% (ver valores de R^2 en cuadro 2) para todos los tratamientos. La reducción concuerda con lo establecido por Santamaría-Romero *et al.* (2001), quienes señalaron que la CE de los diferentes sustratos disminuyó al final del proceso de vermicomposteo.
- En relación a la CIC, se destaca que los **LR**, con y sin lombrices (T1 y T2) presentaron un incremento significativo de 12.42 y 10.75 $\text{meq } 100 \text{ g}^{-1}$ de suelo, respectivamente. Por su parte en el T3 se registró un incremento muy reducido de 0.67 $\text{meq } 100 \text{ g}^{-1}$ de suelo, en cambio en el T4, la CIC se redujo en 2.0 $\text{meq } 100 \text{ g}^{-1}$ de suelo. El comportamiento observado en los diferentes sustratos, permite establecer que las mezclas de **LR** y estiércol de caballo no favorecen el incremento en la CIC. Para la CIC, a excepción del T3 en el que el valor de $R^2 = 0.15$, las curvas de regresión se ajustaron en más de un 78% (ver valores de R^2 en cuadro 2), independientemente de que los valores de esta característica se haya incrementado o reducido.

De acuerdo con Cardoso-Vigueros y Ramírez-Camperos (s/f) los **LR** que se inocularon con lombrices presentaron valores moderados de CIC, por lo cual sería factible esperar que al incorporar estos materiales vermicomposteados a los suelos se incrementaría su nivel de

fertilidad. Por otra parte, a diferencia de lo establecido por Santamaría-Romero *et al.* (2001) los valores promedio de pH y CE que se alcanzaron en los diferentes sustratos no provocaron daño a las lombrices, permitiendo su supervivencia y reproducción.

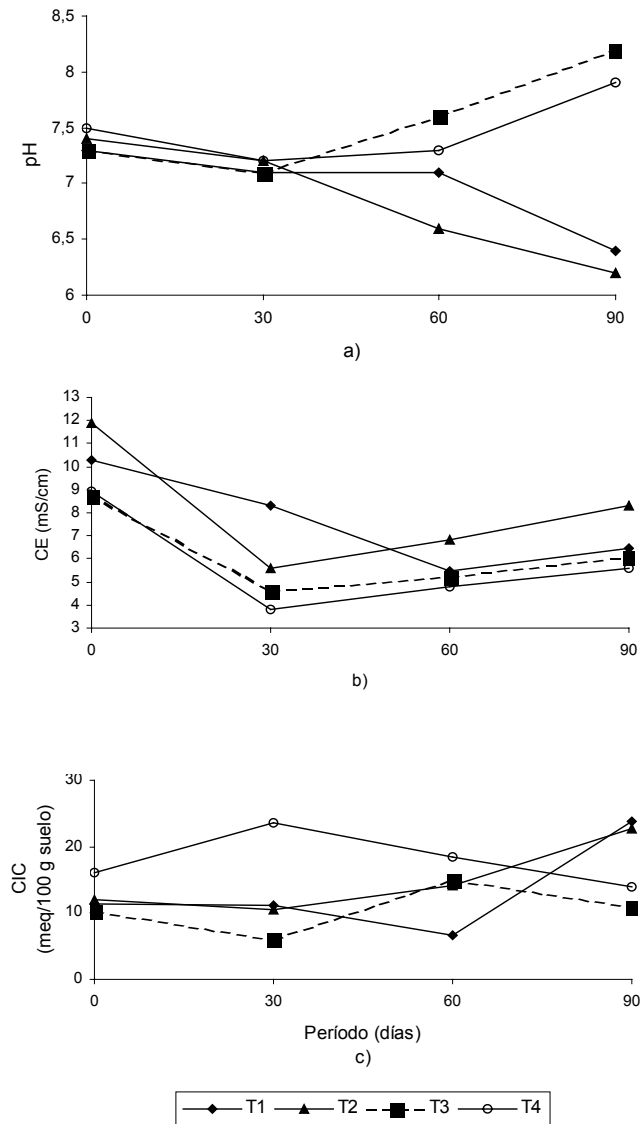


Figura 1. Valores promedio de a) pH, b) CE y c) CIC en los sustratos inoculados con lombrices *Eisenia foetida*.

CONCLUSIONES

Los LR pueden ser utilizados como alimento para las lombrices *Eisenia foetida*, éstos en consecuencia serán vermicomposteados por la acción de las lombrices, lo cual posibilitará su empleo como abonos orgánicos. En el caso del pH, las lombrices provocaron cambios significativos en los LR, sin necesidad de que éstos sean mezclados con estiércol de

caballo, por otra parte se logró reducir significativamente el nivel de salinidad de los LR e incrementar la CIC, con lo cual se posibilitará el empleo de estos materiales en la agricultura, beneficiándose los niveles de fertilidad de los suelos donde se incorporen.

Cuadro 2. Ecuaciones de regresión que expresan el comportamiento de tres propiedades químicas en los sustratos inoculados con lombrices *Eisenia foetida*.

| | pH | R ² | CE (mS cm ⁻¹) | R ² | CIC (meq 100 g ⁻¹) | R ² |
|----|----------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|
| T1 | $y = -0.125x^2 + 0.355x + 7.025$ | 0.91 | $y = 0.735x^2 - 5.105x + 14.86$ | 0.92 | $y = 4.29x^2 - 18.182x + 26.53$ | 0.78 |
| T2 | $y = -0.05x^2 - 0.17x + 7.65$ | 0.98 | $y = 1.9525x^2 - 10.73x + 20.323$ | 0.88 | $y = 2.5x^2 - 8.9x + 18,375$ | 0.99 |
| T3 | $y = 0.2x^2 - 0.68x + 7.75$ | 0.97 | $y = 1.2375x^2 - 6.9085x + 14.153$ | 0.89 | $y = 0.0825x^2 + 0.6885x + 8.2425$ | 0.15 |
| T4 | $y = 0.225x^2 - 0.995x + 8.275$ | 0.99 | $y = 1.485x^2 - 8.321x + 15.45$ | 0.86 | $y = -3x^2 + 13.9x + 5.75$ | 0.83 |

BIBLIOGRAFÍA

- Atiyeh, R. M., Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J. D., and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*, 44: 579-590.
- Butt, K. R. 1999. Effects of thermally dried sewage granules on earthworms and vegetation during pot and field trials. *Bioresource Technol.* 67: 149-154.
- Cardoso-Vigueros, L. and Ramírez-Camperos, E. s/f. Vermiestabilización de lodos residuales y lirio acuático. In: XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. (Editor) ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, pp. 1-6.
- Cardoso-Vigueros, L., and Ramírez-Camperos, E. 2002 Vermicomposting of sewage sludge: a new technology for Mexico. *Water Sci Technol* 46:153-158
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2003. Estadísticas del agua en México. <http://www.cna.gob.mx>
- Environmental Protection Agency (EPA). 2000. "Aplicación de biosólidos al terreno". Folleto informativo de tecnología de biosólidos United States Office of Water. EPA 832-F-00-64 Washington, D.C.
- Figueroa V. U. Flores O. M. A., Palomo R. M. 2002. Uso de biosólidos en suelos agrícolas. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental. Valle de Juárez. Folleto técnico No. 3
- Gunadi, B. and Edwards, C.A., 2003. The effects of multiple applications of different organic wastes on the growth, fecundity and survival of *Eisenia fetida* (Savigny) (Lumbricidae). *Pedobiologia*, 47: 1-9.
- Ndewga, P. M., and Thompson, S. A. 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Bioresour Technol* 76:107-112
- Smernik, R. J., Oliver, I. W., and Merrington, G. 2003. Characterization of Sewage Sludge Organic Matter Using Solid-State Carbon-13 Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy. *J. Environ Qual.* 32:
- Santamaría-Romero, S., Ferrera-Cerrato, R., Almaraz-Suárez, J. J., Galvis-Spinola, A. and Barois-Boullard, I. 2001. Dinámica y relaciones de microorganismos, C-orgánico y N-total durante el composteo y vermicomposteo. *Agrociencia*, 35: 377-384.
- Summer, M. E., and Miller, W. P. 1996 Cation exchange capacity and exchange coefficients. In: Sparks DL (ed) *Methods of soil analysis, part 3. Chemical methods.* Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, Wis., pp 1201-1229
- Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. In: Sparks DL (ed). *Methods of soil analysis, part 3. Chemical methods.* Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, Wis., pp 475-490

LA VERMICOMPOSTA: UN MEDIO DE CRECIMIENTO POTENCIAL PARA EL DESARROLLO DE ESPECIES VEGETALES

Alejandro Moreno Reséndez*, Pedro Cano Ríos, Norma Rodríguez Dimas

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Carretera a Santa Fe y Periférico
Torreón – Gómez– Lerdo km 1.5. Torreón, Coahuila, México. Apdo. Postal 940.

[*alejamosa@yahoo.com.mx](mailto:alejamosa@yahoo.com.mx) y alejamosa@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Con el incremento progresivo de la población y la producción intensiva de cultivos y de cría de ganado, los volúmenes de residuos generados han provocado un serio problema de disposición y una fuente principal de contaminación ambiental. Los residuos generados requieren de grandes cantidades de tierra para su disposición, liberan olores y amoníaco hacia el aire, pueden contaminar el agua del subsuelo con sustancias nocivas, y presentan un riesgo para la salud. Estos residuos no deben aplicarse directamente al suelo ya que pueden dañar severamente sus índices de fertilidad, provocar una incompatibilidad estructural, inmovilización del N, y fitotoxicidad (Atiyeh *et al.*, 2000a).

El medio ambiente se ha visto afectado por los desechos derivados de la actividad del hombre. En este sentido, el problema de la disposición de los residuos en una miríada de industrias, se ha vuelto cada vez más difícil. Algunas medidas adoptadas para solucionar este problema han generado contratiempos cada vez más serios. La cremación de los residuos en vertederos abiertos o en incineradores pobremente diseñados podría ser una fuente principal de contaminación del aire. Por otro lado, los vertederos abiertos y los basureros con un escaso diseño sanitario pueden contaminar los acuíferos provocando riesgos a la salud pública. Además, la indisponibilidad y el costo creciente de las tierras cercanas a las áreas urbanas han provocado que los basureros se vuelvan cada vez más costosos e imprácticos. Por otro lado, la producción agropecuaria depende, cada vez más, de grandes cantidades de insumos químicos y energía, provocando que los suelos contengan menos elementos nutritivos y materia orgánica (**MO**), y generando problemas de contaminación graves (Ndegwa y Thompson, 2001).

Importancia de la vermicomposta para el desarrollo de los cultivos

Con respecto a la reutilización de los residuos o desechos, se reconoce que, desde tiempos inmemorables, la lombriz de tierra se consideró como un animal ecológico por definición. El papel de éstas en el mejoramiento de las tierras de cultivo fue ampliamente conocido en Egipto, ya que gran parte de la fertilidad del Valle del Nilo dependía de ellas (Bravo-Varas, 1996). Las lombrices de tierra utilizan residuos, de origen animal, vegetal, industrial y humano, como fuente de energía y generan deyecciones, mismas que por su contenido se convierten en un

abono orgánico y ecológico de alta calidad, la **VC**.

Recientemente se ha mostrado gran interés en el desarrollo de novedosos procesos ecoamistosos, basados en la utilización de sistemas biológicos. Uno de estos sistemas incluye la crianza de lombrices (vermicultura o lombricultura) para estabilizar una gran variedad de residuos orgánicos (vermicomposteo) (Mitra, 1997). Por lo tanto, resulta trascendente utilizar la capacidad que tienen ciertos organismos e.g. *Eisenia foetida*, *E. andrei*, *Eudrilus eugeniae* K., para adaptarse y reproducirse, con un apetito voraz y gran velocidad de crecimiento, fuera de su hábitat natural, para provocar la descomposición de los residuos orgánicos (Gajalakshmi *et al.*, 2001). Como resultado de la actividad de las lombrices sobre los desechos se genera la **VC**, la cual puede utilizarse como sustrato para el desarrollo de las especies vegetales en invernaderos. La **VC**, además de ser un abono orgánico de alta calidad, tiene una gran capacidad para retener la humedad (Brown *et al.*, 2000; Atiyeh *et al.*, 2001b).

La **VC** - lombricomposta o humus de lombriz - se genera en el tubo digestor de la lombriz, y de acuerdo al uso que se destine, se puede clasificar como: fertilizante orgánico, mejorador del suelo y medio de crecimiento (**MC**) para especies vegetales que se desarrollan en invernaderos. Este compuesto, en términos generales posee, entre otras, las características que se describen en el siguiente párrafo (Edwards y Steele 1997; Farrell, 1997; Jensen, 1997; Riggle, 1998; Eastman, 1999; Gajalakshmi *et al.*, 2001)

Material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo de bosque, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, y facilita su asimilación por las raíces e impide que éstos sean lixiviados con el agua de riego manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo y favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Incrementa la superficie activa de las partículas minerales favoreciendo la CIC de los suelos. Favorece e incrementa la actividad biótica del suelo. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas en contra de plagas, enfermedades y organismos patógenos. Se puede utilizar sin inconvenientes en estado natural y se encuentra libre de nematodos. Los ácidos húmicos y fúlvicos que contiene regeneran las características químicas del suelo. Posee un pH neutro. Mejora las características estructurales del terreno, desliga suelos arcillosos y agrega suelos arenosos. Durante el transplante previene enfermedades y evita el choque por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Amortigua el efecto de los compuestos químicos aplicados al suelo. Aumenta la retención hídrica de los suelos (4 – 27%) disminuyendo el consumo de agua por los cultivos.

Por las ventajas señaladas, investigadores de la Universidad Estatal de Ohio (Riggle,

1998) que trabajan con lombrices y **VC** han desarrollado proyectos de investigación enfocados a: 1) entender los principios biológicos que fundamentan el proceso de vermicomposteo y evaluar y optimizar los diferentes parámetros que inciden en dicho proceso, e intentan desarrollar la tecnología para generar un reactor de flujo continuo para producir **VC**; 2) evaluar el efecto de la aplicación al suelo de diferentes vermicompostas y compostas en un sistema de producción de hortalizas; y 3) determinar el efecto de diferentes **VC** como componentes de los medios de crecimiento para el desarrollo de hortalizas en macetas.

Dentro de las hipótesis que se plantean al trabajar con **VC** destacan: ¿Existen diferencias en el rendimiento y los efectos de las compostas y vermicompostas sobre el crecimiento de la planta cuando estos materiales se utilizan como mejoradores del suelo o como componentes de los medios de crecimiento? (Atiyeh *et al.*, 2000a).

Beneficios del manejo de las lombrices y la aplicación de vermicomposta

El uso de la **VC**, tiene gran potencial como **MC** para el desarrollo de diversas especies vegetales. Cuando la **VC** se ha utilizado como abono orgánico provoca efectos significativos sobre cultivos hortícolas, almácigos y plantas ornamentales, en invernaderos y bajo condiciones de campo, e. g., tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), coliflor (*Brassica oleracea* var. botrytis), pimiento (*Capsicum annuum*), frambuesa (*Rubus idaeus*), maravillas (*Calendula officinalis* L.), lechuga (*Lactuca sativa*), fresas (*Fragaria vesca* L.), etc., (Menezes – Júnior y Fernández, 1998; Riggle, 1998; Atiyeh *et al.*, 2000b; Menezes - Júnior *et al.*, 2000).

La aplicación de **VC**, mezclada con medios estándares y medios de alta calidad de crecimiento, provocó un incremento significativo del crecimiento de la planta. Una tendencia consistente e interesante de estos ensayos es que la mejor respuesta ocurre cuando la **VC** constituye de 10 a 20% del volumen del **MC** - con una mayor proporción no siempre se mejoró el crecimiento de las plantas. En algunos casos, aún con tan sólo el 5% de **VC** en la mezcla utilizada, se obtuvieron respuestas significativas, esto permite suponer que los resultados obtenidos fueron simplemente una función del contenido de elementos minerales en la **VC** – quizá relacionada con el incremento de la disponibilidad de los microelementos, con la presencia de reguladores de crecimiento de la planta, o con la actividad de los microorganismos benéficos dentro de la **VC** (Subler *et al.*, 1998).

La incorporación de 10 al 20 % de **VC** estiércol de cerdo en un **MC** comercial (Metro-Mix 360) incrementó significativamente el crecimiento de las plántulas de tomate y las maravillas cuando se compararon con el crecimiento de estas plántulas en el Metro-Mix 360 sólo, o cuando todos los elementos nutritivos esenciales fueron suministrados (Atiyeh *et al.*, 2000a). Resultados semejantes obtuvieron Atiyeh *et al.* (2000b) quienes al sustituir el **MC** comercial “Metro – Mix

360" con 20 % de **VC** de estiércol de cerdo, además de mejorar el crecimiento de las plántulas de tomate, también incrementaron significativamente el rendimiento del tomate en invernadero, con una producción de 5.1 kg planta⁻¹. Este valor resultó 58 % más alto que el rendimiento del testigo (Metro – Mix 360 sin **VC**).

Como resultado de la aplicación de **V** inoculada con el hongo endomicorrízico arbuscular *Glomus intraradix* y la bacteria *Azospirillum brasilense* al tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) v. Rendidora, se determinó, en general, que la **VC** incrementó el porcentaje de colonización total y el contenido de N y P en la planta, mayor área foliar fotosintéticamente activa y mayor tasa fotosintética. Además, la adición de 10 t ha⁻¹ de **VC**, sola o combinada con *G. intraradix* y *A. brasilense*, incrementó el contenido de materia seca y el rendimiento del tomate. El tratamiento **VC** + *G. intraradix*, superó al testigo en peso seco total en 120% y en rendimiento en 26%. Por lo que los autores señalan que la micorriza arbuscular y la **VC** pueden resultar una herramienta adecuada para la producción orgánica de tomate de cáscara (Velasco-Velasco *et al.*, 2003)

En la comparación de dos genotipos de tomate - Adela y André – desarrollados en diferentes mezclas de vermicomposta:arena (**VC:A**; %:%, en base peso) vs sustrato con arena y solución nutritiva, en invernadero, se destacó lo siguiente, para el genotipo André: a) el rendimiento de 17.05 kg m⁻¹, con la mezcla 12.5:87.5 (%:%) aunque resultó estadísticamente igual (P < 0.05) al testigo, 15.10 kg m⁻¹, lo superó en un 11.43%; b) con la misma mezcla se obtuvieron los valores promedio significativamente más altos para las variables de calidad: número de lóculos (5), sólidos solubles (6.2 ° Brix), diámetro ecuatorial (7.47 cm) y peso de fruto (224.71 g fruto⁻¹); c) en el caso del diámetro polar (6.5 cm) esta mezcla sólo fue superada por la mezcla 50:50 (%:%) donde se obtuvo un valor de 6.9 cm; y d) con respecto al espesor de pulpa los diferentes tratamientos fueron estadísticamente iguales con un promedio de 0.8 cm. Los resultados sugieren que la fertilización del genotipo André, a través de la solución nutritiva, puede ser sustituida con la aplicación de **VC** en el **MC** (Moreno – Reséndez *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

La exorbitante generación de residuos, el inmensurable impacto ambiental, la creciente demanda de alimentos inocuos, la gravísima escasez de recursos naturales, obliga a buscar alternativas ecológica y económicamente viables en apoyo de los sistemas de producción agropecuarios. Ante esta compleja problemática, resulta de gran importancia utilizar el potencial que tienen las lombrices de tierra, para transformar y descomponer una gama diversa de residuos, y generar la vermicomposta la cual se ha demostrado presenta características físicas, químicas y biológicas que, además de considerarse un mejorador para los suelos agrícolas,

favorece el desarrollo de las especies vegetales, no sólo por su contenido de elementos nutritivos, sino también por el impacto favorable que tiene sobre los factores, procesos y agentes que inciden en el crecimiento vegetal.

BIBLIOGRAFÍA

- Atiyeh, R.M., S. Subler, C.A. Edwards, G. Bachman, J.D. Metzger, and W. Shuster. 2000a. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 44:579-590.
- Atiyeh, R.M., N. Arancon, C.A. Edwards, and J.D. Metzger. 2000b. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Biores. Technol.* 75:175-180.
- Bravo-Varas, A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz Roja Californiana. (*E. foetida*). Facultad de Humanidades. Universidad Yacambu. 6 p. Disponible en: <http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/8317/eisenia.html>. Fecha de recuperación: 15 de mayo de 2000.
- Brown, G.G., I. Barois, and P. Lavelle. 2000. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. *Eur. J. Soil Biol.* 36:177-198.
- Eastman, B. R. 1999. Achieving pathogen stabilization using vermicomposting. *BioCycle*. 62-64. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/nov99.htm>. Fecha de recuperación: 15 de abril de 2000.
- Edwards, C. and Steele, J. 1997. Using earthworm systems. *BioCycle*. 63-64. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/july97-1.htm>. Fecha de recuperación: 20 de febrero de 2000.
- Farrell, M. 1997. Growing worms with food residuals. *BioCycle*. 65-66. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/july97-2.htm>. Fecha de recuperación: 20 de febrero de 2000.
- Gajalakshmi, S., E.V. Ramasamy, and S.A. Abbasi. 2001. Potential of two epigeic and two anecic earthworm species in vermicomposting of water hyacinth. *Biores. Technol.* 76:177-181.
- Jensen, J. 1997. Worm farm takes on new challenges. *BioCycle*. 56-57. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/jan98.htm>. Fecha de recuperación: 20 de febrero de 2000.
- Menezes - Júnior, F.O.G., and H.S. Fernandes. 1998. Substratos formulados com vermicomposto e comerciais na produção de mudas de couve-flor. *Rev. Bras. Agrociencia* 4:191-196.
- Menezes - Júnior, F.O.G., H.S. Fernandes, C.R. Mauch, and J.B. Silva. 2000. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. *Hortic. Bras.* 18:164-170.
- Mitra, A. 1997. Vermiculture and vermicomposting of non-toxic organic solid waste applications in aquaculture. *In: Bioethics in India: Proceedings of the International Bioethics Workshop in Madras: Biomanagement of Biogeoresources.* Editors: Azariah, J., Azariah, H. & Macer, D. R. J. University of Madras. Disponible en: <http://www.biol.tsukuba.ac.jp/~macer/index.html>. Fecha de recuperación: 15 de marzo de 2003.
- Moreno – Reséndez, A. María Teresa Valdés – Perezgasga, Ma. T., y Zarate – López, T. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. *Agric. Téc. (Chile)*. 65(1):26-34.
- Ndegwa, P. M., and S. A. Thompson. 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Biores. Technol.* 76:107-112.
- Riggle, D. 1998. Vermicomposting research and education. *ByoCycle*. 54-56. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/may98.htm>. Fecha de recuperación: 15 de mayo de 2000.**
- Schmidt, R. H., Jr. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualisation of the Sonoran Desert. *J. Arid Environ.* 16:241-256.
- Subler, S., Edwards, C., and Metzger, J. 1998. Comparing vermicomposts and composts. *BioCycle*. 63-66. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/july98.htm>. Fecha de recuperación 15 de mayo de 2000.
- Velasco-Velasco, J., R. Ferrera-Cerrato, and J.J. Almaraz-Suárez. 2003. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. *Terra* 19:241-248.

SISTEMAS DE LABRANZA Y ABONOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO

Alfonso Avalos Marines¹, José Dimas López Martínez², Enrique Martínez Rubín de Celis³.

¹Profesor investigador CBTa1 La partida, Coah. E-mail: poncho_avalos@hotmail.com, ²Profesor investigador FAZ-UJED, ³Profesor investigador ITA 10 SIGA AP 3F CP27000, Torreón, Coah.

INTRODUCCIÓN

El mejorar y conservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de un suelo, constituye la base de su productividad agrícola, la cual depende en gran parte de la presencia o no de materia orgánica. La incorporación de materia orgánica al suelo se puede dar de diversas formas; una de ellas es mediante la incorporación de estiércoles, los cuales han sido utilizados como fuente de nutrientes para las plantas. Las propiedades físicas del suelo son factores dominantes que determinan la disponibilidad de oxígeno y movimiento de agua en el mismo, condicionando las prácticas agrícolas a utilizarse y la producción del cultivo. Sin embargo, estas propiedades no escapan de los efectos producidos por los distintos tipos de labranza originándose cambios en el ambiente físico del suelo, con importantes repercusiones en su calidad bioquímica y, por tanto, en su fertilidad (Hernández *et al.*, 2000).

La labranza convencional y el mal manejo de los suelos producen modificaciones generalmente desfavorables desde el punto de vista de conservación de algunas propiedades de los suelos, tales como: degradación integral del recurso suelo (Martínez, 1997), incrementando la superficie agrícola con problemas de erosión y pérdida paulatina de la productividad. Se estima que el 15 % de la superficie mundial sufre algún tipo de deterioro como consecuencia de las actividades del hombre. Las causas más frecuentes de dicha degradación son el sobrepastoreo, la deforestación y las malas prácticas agrícolas.

En México se ha dado muy poca importancia a la conservación del suelo como recurso no renovable; el cual se ve afectado entre otras causas por el uso excesivo de maquinaria agrícola. Los primeros antecedentes en México sobre labranza de suelos datan de 1957; estudios realizados en maíz y trigo y cuyo único objetivo era evaluar el efecto de la labranza (diferentes combinaciones de implementos e intensidad en el movimiento del suelo) sin dejar residuos vegetales como cobertura. Posteriormente disminuyeron los trabajos de labranza en la preparación del suelo y se empezó a incluir el residuo vegetal como cubierta para prevenir la erosión y conservar agua (Claveran, 1996). En 1987, se empezó a promover con más auge el sistema de labranza de conservación, sistema que han aceptado los productores, ya que encierra en un solo proceso, mayor producción y conservación del recurso natural. Se

considera que el manejo adecuado del suelo mediante practicas de labranza de conservación trae una serie de ventajas tales como reducir las perdidas de suelo y agua en un 20 y 50 % respectivamente, incrementa la retención de humedad del suelo en climas áridos y semiáridos, incrementando la resistencia a la erosión eólica e hídrica, mejora la estructura y los residuos sobre el suelo, mejora el contenido de materia orgánica y disminuye los costos de producción (Montes, 1991).

El contenido de materia orgánica promedio del suelo nacional es de 2.4 % (Ojeda, 1994), el cual es considerado bajo, por lo que se hace necesario incrementar este contenido. Los abonos orgánicos (estiércol, compost y residuos de cosecha) se recomiendan en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (Castellanos, 1982)

Actualmente el uso inadecuado de fertilizantes químicos ha contribuido al deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, provocando también el desinterés por el uso de los estiércoles como fuente de materia orgánica, de tal manera que en las ultimas décadas, poca tecnología se ha generado para la utilización de este desecho de la ganadería y la avicultura (Vázquez *et al.*, 2001).

En la Comarca existen 412,000 bovinos, de los cuales 224,000 están en producción aproximadamente; para el año 2004 se establecieron 26,500 hectáreas de maíz forrajero que produjeron 1'310,000 toneladas de forraje verde. El maíz forrajero fue el cultivo que mayor superficie ocupó después de la alfalfa, un 36 % de la superficie cultivada en el ciclo primavera-verano del 2004 (Siglo de Torreón). En ésta región se producen aproximadamente 1'100,000 toneladas de estiércol de bovino anualmente, lo cual permite plantear la posibilidad de su utilización en la agricultura, de ahí la importancia de utilizar éste deshecho de la industria lechera en la producción de maíz forrajero, reduciendo la utilización de productos químicos y costos de producción e índices de contaminación. Por lo anterior el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de dos sistemas de labranza y el estiércol bovino y la composta sobre el rendimiento del maíz forrajero, en los ciclos 2003 y 2004 .

MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos se establecieron en el campo experimental del SIGA-ITA 10 localizado en el ejido Anna, municipio de Torreón, Coahuila, en el ciclo agrícola primavera verano 2004, ubicado en el km 7.5 de la carretera Torreón – San Pedro, ubicado a 26° 3" latitud norte y 104°35" longitud oeste.

Características climáticas

El sitio tiene una altitud de 1139 msnm. Tiene un clima seco desértico o estepario cálido con lluvias en verano e invierno frío, el promedio de precipitación pluvial es de 258 mm anuales, la temperatura media anual es de 21°C, evaporación anual de 2000 mm, el lapso comprendido de mayo a agosto es el más caluroso del año y los meses de diciembre y enero los más fríos.

Conducción del experimento

Siembra y Variedad

La siembra se llevo a cabo el 11 de abril del año 2003 y el 16 de marzo del año 2004, el cultivo se estableció en parcelas de 6 x 12 metros con una distancia entre surcos de 0.75 m. Con una población de 80,000 plantas por hectárea, la variedad que se utilizó fue la S-806; la parcela experimental total fue de 2304 m². Se establecieron dos experimentos en el ciclo 2003 y dos en el ciclo 2004.

Tratamientos

Para el experimento de estiércol bovino, los tratamientos estudiados fueron: dos niveles de labranza; labranza tradicional (arado + dos pasos de rastra) y labranza de conservación (solo rastra) y tres niveles de abono orgánico (estiércol bovino) 20, 40 y 60 t ha⁻¹ y fertilización química 120-60-00. Y Para el experimento de composta, los tratamientos fueron: dos niveles de labranza; labranza tradicional (arado + dos pasos de rastra) y labranza de conservación (solo rastra) y tres niveles de abono orgánico (composta) 1000, 2000, y 3000 kg ha⁻¹ y fertilización química 120-60-00.

Aplicación de los riegos

Los riegos se aplicaron según lo establecido por el plan operativo del cultivo del maíz utilizando un sistema de multicompuertas con láminas de 13 cm para el año 2003 el primero se aplicó el 29 de marzo y el quinto el 21 de junio con intervalos de 18 a 20 días, para 2004 se aplicó un aniego el 3 de marzo y 4 riegos de auxilio los días 29 de marzo, 22 de abril, 26 de mayo y 19 de junio de 2004.

Diseño experimental

La distribución de los tratamientos en el campo se llevo a cabo con un diseño en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones, utilizándose el siguiente modelo (Olivares, 1996)

$$\text{Modelo: } Y_{ijk} = \mu + \beta_i + A_j + \epsilon_{ij}(a) + B_k + \epsilon_{ik}(b) + (AB)_{jk} + \epsilon_{ijk}(c)$$

Variable a evaluar

Rendimiento de forraje verde (t ha⁻¹).

Cosecha

Se realizó el 10 de julio para 2003 y el 30 de junio para 2004, en ambos casos cuando el grano alcanza aproximadamente un tercio de la línea de leche.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estiércol bovino.

En el ciclo 2003 existió diferencia significativa para esta variable solo en el factor dosis de abono orgánico, en el factor tipo de labranza e interacción no hubo significancia Cuadro N° 1. En el factor dosis de abono orgánico los tratamientos con 40 t ha⁻¹ presentaron los valores promedio más altos 94.05 t ha⁻¹, Cuadro N° 1, específicamente la combinación de labranza de conservación mas 40 t ha⁻¹ de abono orgánico presento el rendimiento mas alto 101.98 t ha⁻¹ de forraje verde, en contraste con el tratamiento compuesto por labranza tradicional mas fertilización química que fue de 59.09 t ha⁻¹ de forraje verde. Los tratamientos con labranza de conservación fueron superiores en un 17.18 % a los de labranza tradicional, lo cual coincide con lo reportado por Martínez et al (1999) y Medrano (2002) los mejores tratamientos de dosis de abono orgánico fueron los de 40 t ha⁻¹ lo cual concuerda con López *et al.* (2001) y la combinación de labranza de conservación y 40 t ha⁻¹ de abono orgánico fue el que obtuvo el mas alto rendimiento de forraje verde 101.98 t ha⁻¹ Figura 1.

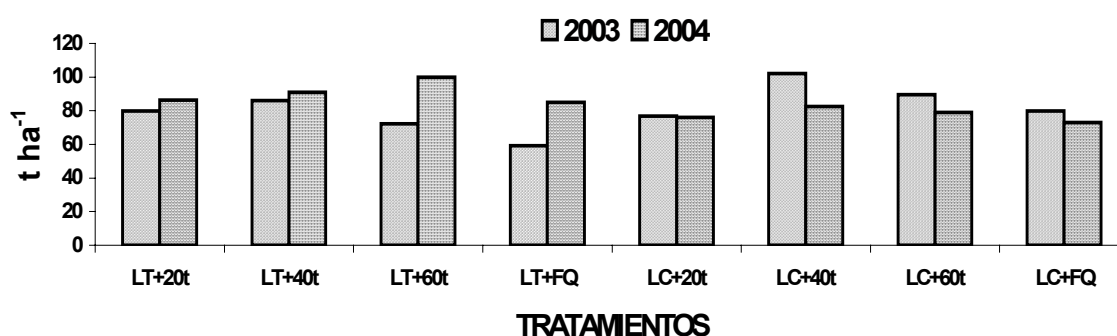


Figura 1 Valores de rendimiento en verde en el cultivo de maíz forrajero y estiércol bovino, ciclos 2003 y 2004. Torreón, Coahuila México 2004.

En ciclo 2004 existió diferencia significativa para el factor tipo de labranza, para el factor dosis de abono orgánico e interacción de ambos factores no hubo significancia. Cuadro N° 1. Labranza tradicional y labranza de conservación fueron estadísticamente diferentes, labranza tradicional fue superior a labranza de conservación con valores de 90.5 y 77.6 t ha⁻¹ de forraje verde, Lo anterior difiere con lo reportado por Cabrera (1990) que el mayor rendimiento de maíz grano lo encontró con labranza mínima en comparación con la labranza tradicional, la

diferencia entre ambos tipos de labranza fue del 17%. Figura 3. En el factor dosis de abono orgánico fue 60 t ha⁻¹ la que tuvo el mayor rendimiento 89.4 t ha⁻¹ de forraje verde y fertilización química el menor rendimiento 79.9 t ha⁻¹, la diferencia entre el mayor y el menor fue del 13%. La combinación de labranza tradicional + 60 t ha⁻¹ de abono orgánico tuvo el mejor rendimiento 99.78 t ha⁻¹ de forraje verde labranza de conservación + fertilización química el mas bajo 73.02 t ha⁻¹, la diferencia entre el mayor y el menor fue del 37%. Figura 1. lo anterior coincide con Rivera *et al.*, (1995) indican que la aplicación de estiércol incrementa la solubilidad de los fertilizantes fosfatados y férricos, propiciado así un incremento en la producción de los cultivos ya que se mejora la nutrición de los mismos, y Guerrero (1993) menciona que la incorporación de diversas fuentes de materia orgánica en el suelo, aporta nutrimentos esenciales para el crecimiento de las plantas tales como N, P, K y micronutrimentos e incrementa los rendimientos.

Cuadro 1. Efectos estadísticos y comparación de medias de rendimiento en verde en cultivo de maíz forrajero y estiércol bovino SIGA-ITA 10 Torreón, Coahuila. México 2003, 2004. DMS $\alpha = 0.05$

| FACTORES | 2003 | 2004 |
|--------------------------------|---------|--------|
| LABRANZA | | |
| Labranza tradicional | NS | 90.51a |
| Labranza de conservación | NS | 77.62b |
| DOSIS DE ABONO ORGÁNICO | | |
| 20 t ha ⁻¹ | 78.28ab | NS |
| 40 t ha ⁻¹ | 94.05a | NS |
| 60 t ha ⁻¹ | 80.92b | NS |
| Fertilización química | 64.96b | NS |
| LABRANZA * D. ABONO ORG. | | |

NS= No existe diferencia significativa. *= Significativa, y **= Altamente significativa.

Composta.

En el ciclo 2003, Para el factor tipo de labranza no hubo significancia, para el factor dosis de abono orgánico e interacción de ambos factores existió diferencia altamente significativa. Cuadro N° 2; los rendimientos promedio mas altos se obtuvieron con las dosis de abono orgánico más altas (3000 kg ha⁻¹) estos resultaron estadísticamente iguales a los de 2000 kg ha⁻¹ de abono orgánico, lo cual coincide con lo reportado por López *et al*(2002, 2003) y Córdova (2002). Cuadro N° 2; para la interacción al comparar las dosis de composta en el tipo de labranza tradicional el mejor rendimiento se obtuvo con 1000 kg ha⁻¹ de abono orgánico 93.34 t ha⁻¹ y fue estadísticamente igual a 3000 y 2000 kg ha⁻¹ y diferentes a la fertilización química, en la labranza de conservación el mejor tratamiento fue el de 3000 kg ha⁻¹ 103.75 t ha⁻¹ el cual fue estadísticamente igual al de 2000 kg ha⁻¹ con 97.985 t ha⁻¹ y diferentes de fertilización química y 1000 kg ha⁻¹ de abono orgánico; para el factor tipo de labranza en la

dosis de 1000 kg ha⁻¹ fue mejor la labranza de conservación, pero para 2000, 3000 kg ha⁻¹ y fertilización química fue mejor la labranza de conservación coincidiendo con Martínez *et al.* (1999) y Medrano (2002).

Cuadro 2. Efectos estadísticos y comparación de medias de rendimiento en verde en cultivo de maíz forrajero y composta SIGA-ITA 10 Torreón, Coahuila. México 2003, 2004. DMS $\alpha = 0.05$

| FACTORES | 2003 | 2004 |
|--------------------------------|---------|--------|
| LABRANZA | | |
| Labranza tradicional | NS | 84.21a |
| Labranza de conservación | NS | 62.83b |
| DOSIS DE ABONO ORGÁNICO | | |
| 1000 kg ha ⁻¹ | 83.24b | NS |
| 2000 kg ha ⁻¹ | 88.65ab | NS |
| 3000 kg ha ⁻¹ | 97.85 a | NS |
| Fertilización química | 69.46c | NS |
| LABRANZA * D. ABONO ORG. | ** | |

NS= No existe diferencia significativa. *= Significativa, y **= Altamente significativa.

Los tratamientos con 3000 kg ha⁻¹ de abono orgánico mostraron los rendimientos más altos y superaron en 41% a los de fertilización química. Figura 2.

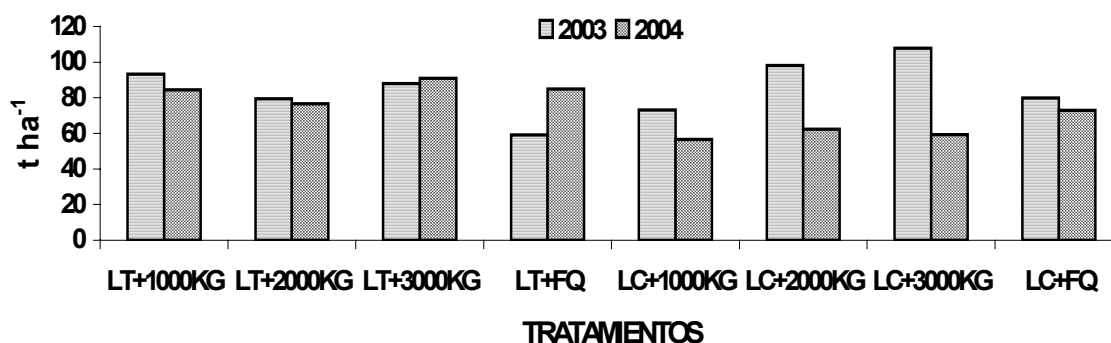


Figura 2. Valores de rendimiento en verde en el cultivo de maíz forrajero y composta, ciclos 2003 y 2004. Torreón, Coahuila México 2004.

En el ciclo 2004, el análisis de varianza para esta variable nos reporta que existió diferencia significativa para el factor tipo de labranza, para el factor dosis de abono orgánico e interacción de ambos factores no hubo significancia. Cuadro N° 2; los rendimientos promedio para labranza tradicional resultaron estadísticamente diferentes a los de labranza de conservación, labranza tradicional fue superior a labranza de conservación en un 34%. Lo anterior difiere con lo reportado por Cabrera (1990) que el mayor rendimiento de maíz grano lo encontró con labranza mínima en comparación con la labranza tradicional, Figura 3. Aun

cuando no hubo significancia para el factor dosis de abono orgánico, los rendimientos promedio mas altos correspondieron a la fertilización química con 78.95 t ha⁻¹ de forraje verde, lo anterior coincide con lo reportado por López *et al.* (2002, 2003) y Córdova (2002).; la combinación de labranza tradicional + 3000 kg ha⁻¹ de abono orgánico presento el rendimiento de forraje verde mas alto, 90.95 t ha⁻¹, el cual supero en un 60% a labranza de conservación + 1000 kg ha⁻¹ de abono orgánico que fue el mas bajo con 59.62 t ha⁻¹. Figura 2.

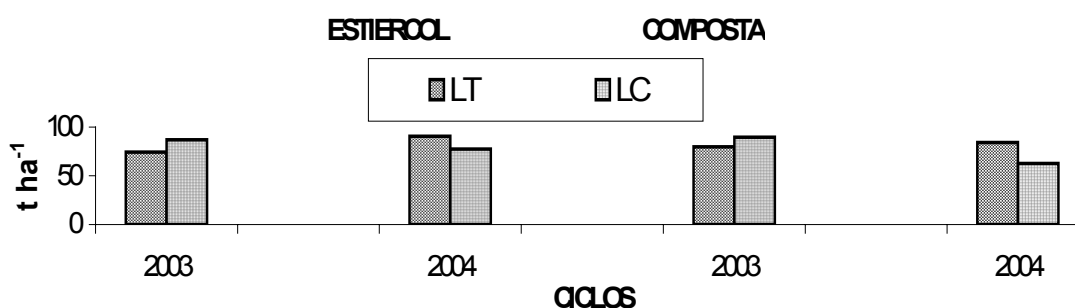


Figura 3. Valores de rendimiento en verde en el cultivo de maíz forrajero con estiércol bovino y composta en función del sistema de labranza, ciclos 2003 y 2004. Torreón, Coahuila México 2005.

CONCLUSIONES

El rendimiento en estiércol bovino en el ciclo 2003 existió significancia en el factor dosis de abono orgánico, 40 t ha⁻¹ fue la mejor dosis con 94.04 t ha⁻¹ de forraje verde, la combinación de labranza de conservación + 40 t ha⁻¹ de abono orgánico tuvo el mejor rendimiento 101.98 t ha⁻¹; en el ciclo 2004 existió significancia en el factor tipo de labranza, labranza tradicional fue el mejor con 90.51 t ha⁻¹ de forraje verde, la combinación de labranza tradicional + 60 t ha⁻¹ de abono orgánico tuvo el mayor rendimiento 99.78 t ha⁻¹.

El rendimiento en composta, para el año 2003 existió significancia en el factor dosis de abono orgánico e interacción, 3000 kg ha⁻¹ fue la mejor dosis con rendimiento de 97.85 t ha⁻¹ forraje verde y labranza de conservación + 60 t ha⁻¹ de abono orgánico fue la mejor combinación con 107.75 t ha⁻¹; en el ciclo 2004, existió significancia para el factor tipo de labranza, labranza tradicional tuvo el mayor rendimiento 84.21 t ha⁻¹, la combinación de labranza tradicional + 60 t ha⁻¹ de abono orgánico tuvo el mayor rendimiento de forraje verde 90.96 t ha⁻¹.

En el ciclo 2003, aun sin significancia para el factor tipo de labranza, los valores mas altos correspondieron a labranza de conservación en estiércol bovino y composta, superando a labranza tradicional en un 17 y 12% respectivamente. Para el ciclo 2004 existió diferencia significativa en el factor tipo de labranza en estiércol bovino y composta, los rendimientos mas

altos correspondieron a labranza tradicional y superaron a labranza de conservación en un 17 y 34% respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, C. R. 1990 Influencia de la labranza en el rendimiento de maíz de temporal y algunas propiedades físicas de los suelos en el sur de Sonora. *In: Memorias del XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*. Comarca Lagunera México.
- Castellanos, R.J.Z. 1982. El valor del estiércol como fertilizante. La utilización del estiércol en la agricultura, Memoria del primer simposium, Torreón, Coahuila.
- Claveran, A. 1996. Avances de Investigación en Labranza de Conservación en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. VI° Congreso Internacional de Labranza. Guadalajara, Jalisco.**
- Córdova, R. I. 2002 Evaluación del efecto de la composta sobre características de suelo y planta en cebolla (*Allium cepa* L.) Tesis de Maestría. UJED, FAZ, DEP Venecia Durango. 44p.
- El Siglo de Torreón. Suplemento estadístico de la Región Lagunera 1° de enero del 2005.
- Guerrero J. 1993. Abonos orgánicos: Tecnología para el manejo ecológico del suelo. RAAA. Lima, Perú. p 90.
- Hernández, R.M., et al. 2000. Efectos de la siembra directa y la labranza convencional en la estabilidad estructural y otras propiedades físicas de ultisoles en el Estado de Guarico-Venezuela. *Agronomía Tropical*. 50:1, 9-29.
- López M.J. D., A. Díaz E., E. Martínez R. y R.Valdez . (2001) "Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de maíz " *TERRA VOLUMEN 19 NUMERO 4*, 2001 pp 293-299.
- López M.J. D., F.R. Solorio J.S. Serrato C., E. Castellanos P. (2002) "Efecto del compost sobre concentración de arsénico en suelo y rendimiento de grano de maíz " *REVISTA AGROFAZ. MARZO 2002 VOLUMEN 2 NUMERO 1 ISBN 968-6404-32-5*. pp 1-3.
- López M.J. D., A. Díaz E., E. Martínez R. y R.Valdez . (2003) "Evaluación de compost en propiedades físicas del suelo y rendimiento de cebolla ". *REVISTA AGROFAZ. AGOSTO 2003 VOLUMEN 3 NUMERO 2 ISBN 968-6404-65-1*. pp 309-315.
- Martínez, R. C. E. 1997. Comportamiento de un Suelo Xerosol Haplico ante la Acción de los Implementos de Labranza. *Disertación Doctoral Facultad de Agronomía, universidad de Nuevo León*. Marín, N.L. México. Pp. 3-5,10,11,15-18.
- Martínez, R de C. E., A. C. Godoy, L. G. García, y M. J. R. Díaz. 1999. Labranza de conservación: una alternativa para la producción de avena forrajera en la Comarca Lagunera. *Memorias del X Congreso Nacional De Investigación Y Desarrollo Tecnológico Agropecuario I.T.A. N° 23 Oaxaca, Oax. 1999. p.47*
- Medrano, R.J.G. 2002. Comportamiento del suelo bajo labranza de conservación en la producción de maíz forrajero. Tesis de maestría GIGA-ITA 10. Torreón. Coahuila. P. 103.
- Montes, M. C. 1991. Los Sistemas de Labranza para la Agricultura de Secano. Seminarios Técnicos Vol. 8 N° 15. p-231-233.**
- Ojeda, O.D. 1994. Promedios generales en contenidos de nutrientes aprovechables y otros datos calculados para los suelos analizados en la Republica Mexicana durante 1988 – 1993. Guano y Fertilizantes de México, S.A. Subgerencia Técnica Agronómica. Sección Edafología hoja núm. 2.**
- Olivares, S. E. 1996. Diseños Experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Marín Nuevo León, México. p 183-190.**
- Rivera O, P., H. Silva E., J. I. Manzano B., J. Lenom C. 1995. Respuesta del sorgo a la aplicación de estiércol, fósforo y fierro en suelos calcáreos. *Memorias del XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de Suelo*. Cd. Victoria, Tamaulipas. p 27.
- Vázquez, V.C., S. E. Salazar., V. R. Figueroa., R. J. S. Valenzuela. y H. M. Fortis. 2001. Efecto del acolchado y estiércol de bovino en la modificación de algunas características del suelo de la Comarca Lagunera. Memoria de la XIII semana internacional de agronomía FAZ_UJED Gómez Palacio, Durango.**

¹COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DEL SUELO BAJO CONDICIONES DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y NIVELES DE RIEGO

**²Salvador Berúmen Padilla; ³Manuel Maldonado García; ²Rafael Figueroa Viramontes;
²Enrique Salazar Sosa; ²José Dimas López Martínez; ²Cirilo Vázquez Vázquez.**

¹Este artículo comprende parte de un proyecto de investigación financiado por el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP-SEP. Clave: PROMEP/103.5/03/1150).

²Profesor-Investigador. Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED.

³Estudiante de Posgrado. Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED.

Dirección electrónica del autor principal. sberumen@prodigy.net.mx

INTRODUCCIÓN

La temperatura del suelo es un factor importante que afecta la permeabilidad de la raíz, la absorción de agua y nutrientes, actividad metabólica de la raíz de las plantas y de los microorganismos del suelo afectando su interacción y repercutiendo en el desarrollo y rendimiento de los cultivos. La mayoría de las funciones metabólicas de las plantas ocurren a temperaturas entre los 10 y 25 °C como rangos óptimos, llegando a ser letales debajo de 0 °C y por encima de 50 °C donde ocurre la degradación de proteínas. Dependiendo de la especie, el límite de temperatura inferior y superior puede variar, además algunas plantas pueden resistir la exposición por periodos cortos a temperaturas fuera del umbral crítico (Baudoín *et al.*, 2002). Altas temperaturas del aire y del suelo pueden repercutir en una reducción en la tasa de fotosíntesis neta, incremento de la respiración de la raíz y la parte aérea (Xu y Huang, 2001) y en el contenido de carbohidratos de plantas como *Agrostis palustris*, (Xu y Huang, 2000). Los acolchados plásticos incrementan las temperaturas a niveles que pueden beneficiar el desarrollo y rendimiento de las plantas (Martínez, 2003). El color del acolchado determina la cantidad de energía que llega al suelo debido a las propiedades reflectoras de cada uno de los acolchados (Compean, 2001). Es necesario conocer como los diferentes colores de acolchados plásticos usados en la agricultura pueden modificar el comportamiento de la temperatura del suelo a niveles que pueden ser benéficos o perjudiciales para los cultivos.

OBJETIVO

Determinar el efecto de diferentes colores de acolchados plásticos y niveles de riego en la temperatura del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, ubicada en el kilómetro 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, Dgo. Geográficamente se encuentra en

el paralelo 25° 46' 56" de Latitud Norte y el meridiano 103° 21' 02 " de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich a una altura sobre el nivel medio del mar de 1100 metros. En forma conjunta, se estableció el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill., var. Saladet) cuya respuesta no se presenta en el presente artículo. Los tratamientos evaluados fueron: Factor A = niveles de riego basados en un porcentaje de la evaporación (Ev), A1 = 100% (Ev), A2 = 80 % (Ev) y A3 = 65V % (Ev); Factor B (Acolchados plásticos), B1 = negro, B2 = blanco/negro, B3 = café, B4 = testigo. El sistema de riego consistió en tuberías de conducción de PVC de 5.08 cm, tuberías de distribución de 1.905 cm de diámetro y como líneas regantes se uso cintilla Hidrolite 8 Mil, 16/8/0.60 L h⁻¹. Los acolchados se establecieron en campo en forma manual.

Para la medición de la temperatura en el plástico y en la superficie del suelo se uso un termómetro infrarrojo marca Raynger ST modelo ST6 para un rango de temperaturas de -18 a 400 °C con precisión de ± 2 %. Esta medición se hizo a una distancia aproximada de 1 cm desde el medidor hasta la ubicación del objetivo. Esta medición se hizo entre las 1400 h y las 1500 h debajo del follaje del cultivo establecido (tomate) para reducir el efecto de la radiación directa en la temperatura del plástico y de la superficie del suelo.

Para las temperaturas a 5 cm y a 10 cm de profundidad se uso un termómetro marca Fluke modelo 50 II (Fluke Corporation. Everett, Washington) al que se conectó un termopar tipo "K" colocado en una sonda de penetración marca Fluke model 80 PK – 2A. Para la medición de la temperatura cada 30 minutos para el análisis de la oscilación diurna de la temperatura del suelo a 5 cm , 10 cm y 15 cm de profundidad se usaron sensores térmicos conectados a un adquisitor de datos de 16 canales (16 termómetros) fabricado en el Instituto Tecnológico de La Laguna (Torreón, Coah.) para la Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED. Estos sensores se calibraron en laboratorio (FAZ-UJED) colocándolos en agua a diferentes temperaturas y relacionándolos con la temperatura medida con termómetro de mercurio y se determinó una correlación promedio de 0.9944 ± 0.0028 para los 16 sensores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo diferencias estadísticas para la temperatura del plástico en función de los niveles de riego ($p = 0.16$). Sin embargo, la tendencia indica que el tratamiento con mas alta temperatura fue el del menor nivel de riego con 65% de la Ev (Figura 1 A) y las temperaturas mas bajas fueron para los tratamientos de 80% y 100% de la Ev. La temperatura del plástico presentó diferencias estadísticas ($p < 0.01$) por efecto de los tipos de plástico teniendo la temperatura mas alta para el plástico negro con una media de 47.13 °C comparado con el mas bajo que correspondió al plástico blanco/negro con un promedio de 40.17 °C (Cuadro 1)

atribuible a que el plástico negro absorbe todos los colores del espectro visible, mientras que el blanco los refleja casi en su totalidad (Kasperbauer, 2002).

Cuadro 1.- Comparación de medias de las temperaturas en el plástico (t_{pla}), en la superficie del suelo (t_{sup}), a los 5 cm de profundidad (t₅) y a los 10 cm de profundidad (t₁₀). Medias en columnas dentro de cada factor seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

| Coef. Rgo | t _{pla} | t _{sup} | t ₅ | t ₁₀ |
|--------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|
| 0.65 | 11.157 a | 30.9271 a | 31.522 a | 27.3484 a |
| 0.80 | 42.344 a | 29.1853 b | 30.085 a | 25.5164 b |
| 1.00 | 42.051 a | 29.3785 b | 29.531 a | 25.7352 b |
| Plástico | | | | |
| Negro | 14.130 a | 29.3796 b c | 32.985 a | 26.7927 a |
| Café | 41.212 b | 30.2477 a b | 31.348 a | 27.0574 a |
| Blanco/negro | 40.173 b | 28.0093 c | 30.451 a | 25.2042 b |
| Testigo | | 31.694 a | 25.513 b | 25.7396 a b |

Ev = Evaporación medida en un tanque evaporímetro tipo "A".

Con respecto al tiempo, la temperatura del plástico (Figura 2 A) fue considerablemente mas alta para el plástico negro llegando a niveles superiores a los 55 °C. La temperatura mas baja en el periodo evaluado fue para el plástico blanco/negro.

En cuanto a la temperatura en la superficie del suelo, se presentó diferencia estadística en función de los niveles de riego ($p < 0.05$) teniendo que la temperatura mas alta fue para el nivel mas bajo de riego de 65% de Ev (Cuadro 1). Con respecto al tiempo (Figura 1 B) la temperatura del nivel mas bajo de riego también fue la mas alta, no apreciándose diferencias importantes para los tratamientos de 80 y 100% de Ev. También se detectaron diferencias en esta variable en función de los colores de los acolchados ($p < 0.01$) destacando que el efecto del plástico blanco/negro fue el de reducir la temperatura de la superficie del suelo con respecto al suelo sin cubierta y al plástico café, no así con respecto al plástico negro. El efecto del plástico negro de reducir la temperatura de la superficie del suelo se atribuye a que el color negro absorbe mayor cantidad de energía proveniente de la radiación solar dejando pasar únicamente el 0.01% del la radiación (medido como luz visible con el medidor de luz LI-COR LI-250). Una alta proporción de la energía absorbida por el plástico negro es reemitida a la atmósfera en forma de calor sensible principalmente, reduciendo la cantidad de energía transmitida a la superficie del suelo. De hecho, la mayor temperatura observada a través del tiempo fue para el

tratamiento sin cubierta (testigo) (Figura 2 B), destacando también que la temperatura mas baja se presentó para el plástico blanco/negro.

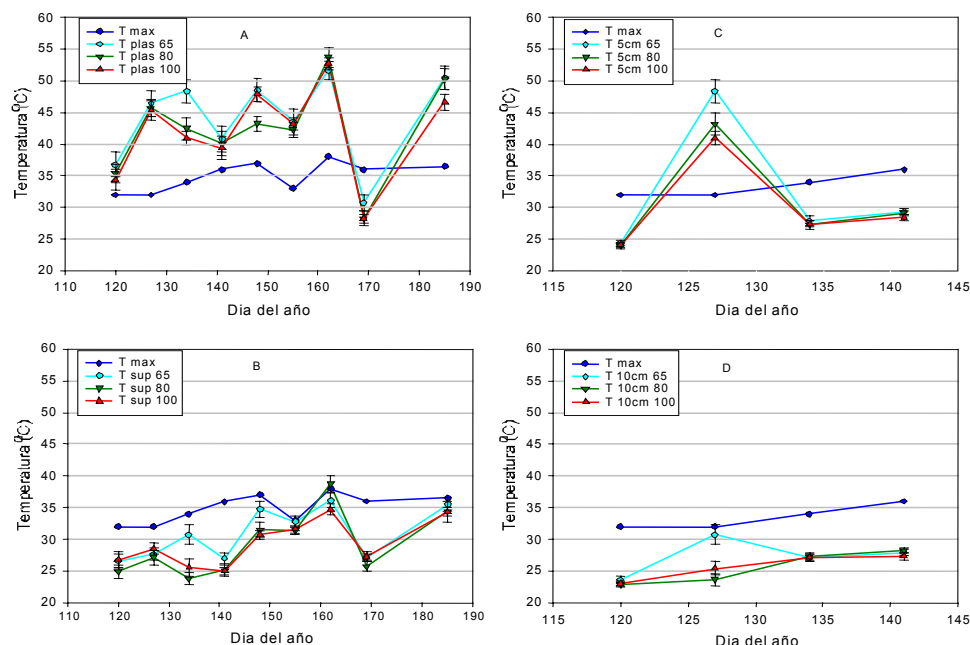


Figura 1.- Temperaturas en función de los niveles de riego en: A = En el Plástico; B = En la superficie del suelo; C = A 5 cm de profundidad; D = A 10 cm de profundidad. T = Temperatura. max = Temperatura del aire (Dato proporcionado por el CENID-RASPA). Ev = Evaporación medida en un tanque evaporimetro tipo "A". 65%, 80% y 100% = Coeficientes de riego que al multiplicarlos por la Ev resulta en las laminas aplicadas para cada uno de los tratamientos. Barras en cada un de los puntos indican \pm el error estándar de la media.

La temperatura a 5 cm de profundidad no fue afectada por los niveles de riego ($p = 0.43$) (Cuadro 1). Sin embargo, se observó una tendencia a través del tiempo de un incremento en la temperatura conforme el nivel de humedad en el suelo disminuye por efecto de los niveles de riego (Figura 1 C). El color del plástico si tuvo un efecto significativo en la temperatura a los 5 cm de profundidad ($p < 0.01$) destacando que la menor temperatura fue para el testigo con una media de 25.513 °C (Cuadro 1). A través del tiempo (Figura 2 C) la temperatura del testigo fue siempre menor que el resto de los tratamientos. La mas alta temperatura se observó para el tratamiento con plástico negro. Este último tiene un efecto inverso al observado con la entrada de energía al suelo. Durante el proceso de enfriamiento o perdida de energía del suelo, el plástico negro tampoco deja pasar gran cantidad de energía, conservándola en forma de calor, a diferencia del suelo sin cubierta (testigo) que recibe mayor cantidad de energía en la superficie (Figura 2 B), pero también pierde mayor cantidad de energía reflejándose en un menor calentamiento a los 5 cm de profundidad.

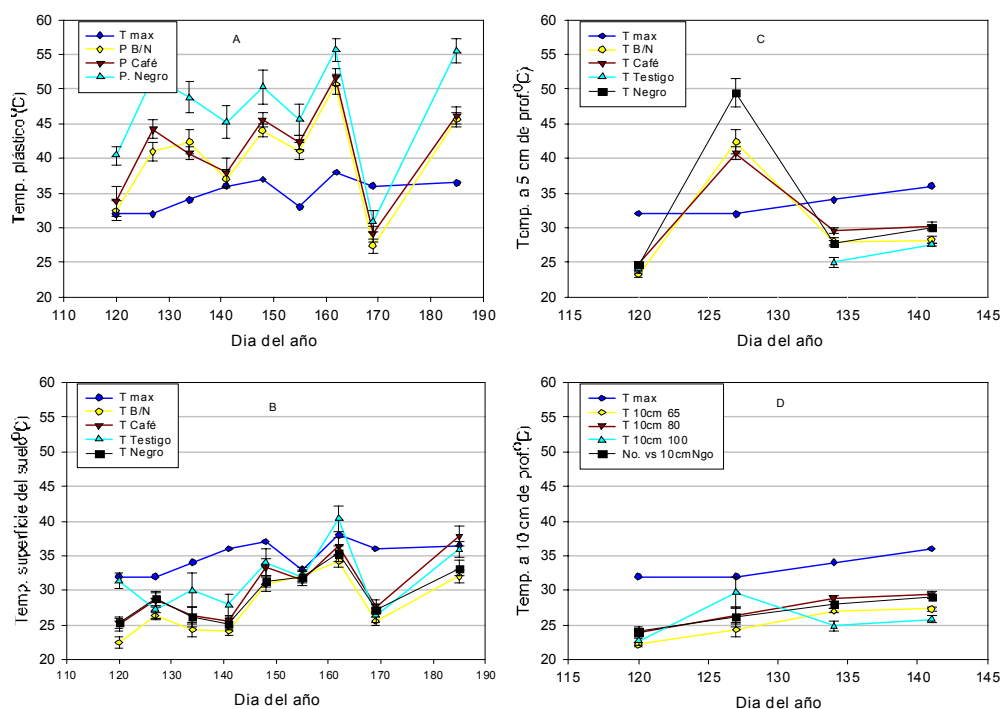


Figura 2.- Temperaturas en función de los diferentes tipos de plástico en : A = Plásticos; B = Superficie del suelo; C = A 5 cm de profundidad; D = A 10 cm de profundidad. T = Temperatura. max = Temperatura del aire (Dato proporcionado por el CENID-RASPA). B/N = Plástico blanco/negro. Barras en cada uno de los puntos indican \pm el error estándar de la media.

A los 10 cm de profundidad, los niveles de riego tuvieron efecto significativo en la temperatura del suelo ($p < 0.01$) teniendo que el nivel mas bajo de humedad por efecto del menor nivel de riego presentó una mayor temperatura (Cuadro 1). Estos niveles de temperatura coinciden con lo observado en la superficie y a los 5 cm de profundidad, lo que refleja que a menor cantidad de humedad en el suelo hay menor absorción de energía que se resulta en mayor temperatura (Figura 1 B, C, y D). Los plásticos también tuvieron un efecto significativo ($p < 0.05$) el plástico blanco/negro con un menor temperatura solamente sin diferencia con el testigo (Cuadro 1). Esto también continua con una tendencia uniforme al mantener la temperatura promedio mas baja para la superficie, a los 5 y a los 10 cm de profundidad. Con respecto al comportamiento de la temperatura a 10 cm de profundidad con respecto al tiempo, el plástico blanco/negro, al igual que el testigo continuaron teniendo los niveles mas bajo en la temperatura.

La oscilación diurna de la temperatura fue mucho mayor a los 5 cm de profundidad (Figura 3 B), teniendo que el plástico blanco/negro tiene menor variación en la temperatura entre el día y la noche debido al mayor reflejo de la radiación solar que incide en el acolchado

por el color blanco expuesto, y la menor pérdida de calor durante la noche debido a que el color negro (del plástico blanco/negro) sobre la superficie del suelo reduce la pérdida de energía manteniendo menor variación en la temperatura. Este comportamiento es similar al del plástico negro para la profundidad de 5 cm, que durante la noche reduce la pérdida de energía permitiendo mantener un menor descenso en la temperatura. El plástico café, que permite pasar el 4.78% de la radiación en forma de luz visible, permitió mayor paso de energía ya que durante el día se alcanzaron mayores temperatura que con cualquier tipo de plástico evaluado y durante la noche permitió mayor paso de energía al observarse que la temperatura decrece mas que con cualquier otro de los plástico evaluados.

A los 15 cm de profundidad, existe mucha uniformidad en la oscilación de la temperatura por efecto de los acolchados (Figura 3 D). Si embargo, el plástico que destaca por tener la menor variación entre la temperatura máxima y mínima es el blanco/negro. Esta tendencia es uniforme para las tras profundidades del suelo evaluadas (Figura 3 B, C, D).

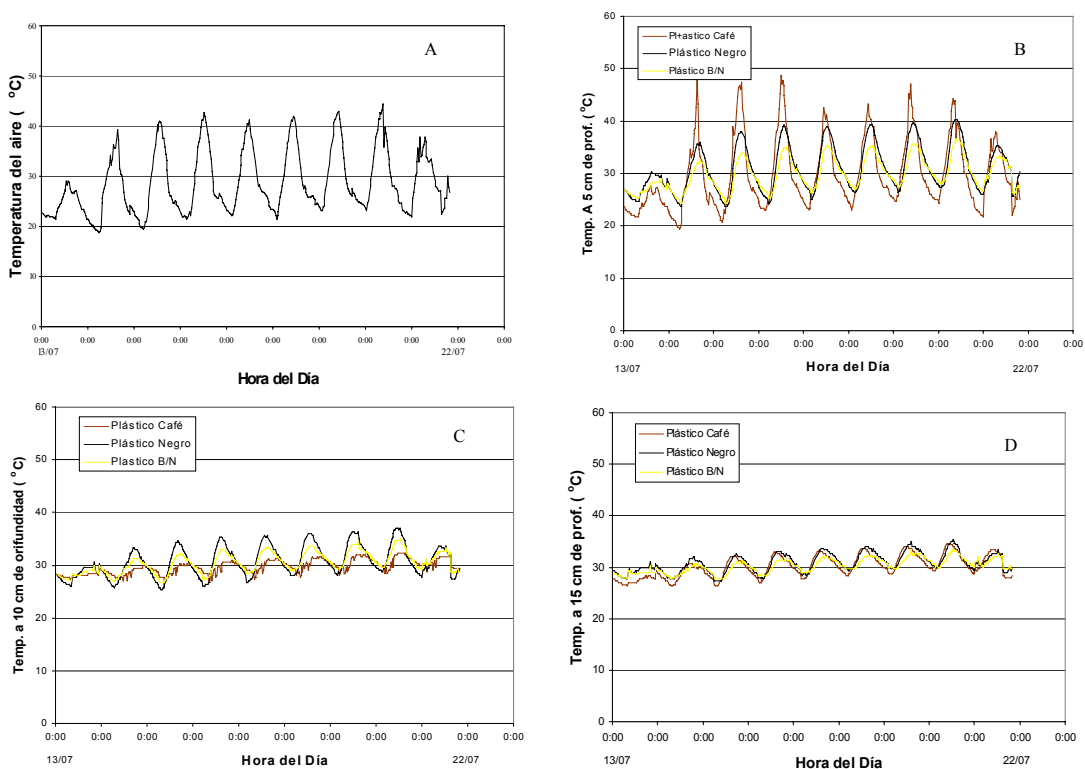


Figura 3.- Ciclos diurnos de la temperatura medida en: A = El aire; B = A 5 cm de profundidad; C = A 10 cm de profundidad; D = A 15 cm de profundidad. 13/07 = 13 de Julio del 2004. 22/07 = 22 de Julio del 2004. En el eje de las "x" el numero 0:00 indica las 0000 h del día de la medición que inicia el 13 de Julio y termina el 22 de Julio. Las temperaturas están medidas a cada 30 min. y los datos de cada uno de los puntos de las curvas corresponden a datos de un solo sensor.

CONCLUSIONES

Aunque no se presentó interacción entre los factores evaluados, si se encontraron diferencia y tendencias que definen el comportamiento de la temperatura del suelo por efecto de cada uno de los factores. El nivel de riego resulto ser un factor que afecta a la temperatura del suelo teniendo que a mayor nivel de riego la temperatura es menor. También, el color del acolchado fue un factor determinante en la temperatura del suelo. El plástico blanco/negro mantuvo una temperatura mas baja y mas cercana a la optima para la mayoría de los procesos biológicos. Sin embargo, habría que determinar cuales son los rangos óptimos para las especies vegetales de interés ya que es un factor que se reporta como dependiente de la especie (Baudoin *et al.*, 2002). El plástico blanco/negro permitió también tener la menor oscilación de la temperatura en ciclos diurnos evaluados lo que permitiría tener condiciones mas adecuadas para los procesos biológicos y desde luego, para el desarrollo y rendimiento de los cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Baudoin, W., Grafiadellis, M., Jiménez, R., Martínez-García, P. F., Monteir, O. A. A. Nisen, A., Verlodt, H., De Villele, O., Von Zabeltitz, C. Y Garnaud, J. C. 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Compean, E. F. 2001. Efecto de acolchados orgánicos e inorgánico sobre temperatura y humedad suelo y el desarrollo de cassia (*Cassia corymbosa*). Tesis de maestría. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, Mex.
- Kasperbauer, M. J. 2000. Strawberry yield over red versus black plastic mulch. *Crop Sci.* 40:171–174.
- Martínez D. J. G. 2003. Respuesta del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), al acolchado plástico y abono orgánico con riego por cintilla. Tesis de maestría. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, Mex.
- Xu, Q. y Huang, B. 2000. Effects of differential air and soil temperature on carbohydrate metabolism in Creeping Bentgrass. *Crop Sci.* 40:1368–1374.
- Xu, Q. y Huang, B. 2001. Lowering Soil Temperatures Improves Creeping Bentgrass Growth under Heat Stress. *Crop Sci.* 41:1878–1883

ESTUDIO AMBIENTAL PARA EL MANEJO DEL VENADO COLA BLANCA EN AGUA NUEVA , MUNICIPIO SAN JUAN DE GUADALUPE, DGO

**Blando Navarrete José L.¹ & Leonides B. Mónica¹,
Valencia Castro Manuel² C. Gerardo Jiménez G^{2,1}.**

1. Universidad Autonoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.
jlblando@chapingo.uruz.edu.mx
2. Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango

INTRODUCCIÓN

Los principales componentes bióticos de los ecosistemas son la flora y la fauna que habitan en ellos, a los cuales se les denomina de acuerdo con González (2003), Como vida silvestre; entendiéndose que las plantas y animales silvestres son aquellos que viven y se reproducen libremente en sus ambientes naturales, formando parte de los ciclos de la naturaleza; sin ayuda del hombre y ambos constituyen parte de los recursos naturales presentes en los ecosistemas.

Actualmente la creciente contaminación de la atmósfera, suelos y agua; destrucción de la capa de ozono; reducción de los ecosistemas debido al aumento de la población humana que demanda espacio y alimento, contribuyen a la pérdida de múltiples especies de flora y fauna.

Para detener y revertir el deterioro causado a la vida silvestre ahora se empieza a establecer una forma de aprovechamiento que implica una serie de estrategias de manejo como son: plan de manejo, manejo y evaluación de hábitats, estimación de la densidad de poblaciones, programas de reforestación, creación de zonas de exclusión, zonas de anidación, forrajeo y percheo, que permitan la rehabilitación y conservación del ecosistema mediante Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento sustentable de vida silvestre, mejor conocidas como UMAs, las cuales son una opción para diversificar el sistema de producción y así obtener un beneficio económico a quienes lo implementan (SEMARNAT, 2003.b).

La protección y conservación de la vida silvestre bajo este esquema es una manera de implementar alternativas productivas, lo cual proporciona la oportunidad de desarrollo, además de recuperar y conservar la productividad de los ecosistemas naturales de las zonas áridas.

En México el interés por el aprovechamiento organizado de los animales de caza, como actividad remunerativa de la explotación de pastizales, se ha incrementado notablemente en los últimos años. En la región noreste un considerable número de ganaderos involucra con bastante éxito el manejo y administración de las poblaciones de venado cola blanca como una alternativa complementaria a las actividades ganaderas en sus ranchos (Blando, 2000. b, Flores, 2001)

Con respecto a la vegetación se han definido técnicas estadísticas formales para eliminar la subjetividad de la descripción de las comunidades. Estas técnicas permiten que los datos procedentes de los estudios de las comunidades se seleccionen por si mismos, sin que se introduzca ninguna idea preconcebida acerca de las especies que tienden a estar asociadas entre si o sobre variables ambientales que muestran una correlación más intensa con la distribución de las especies (Begon, *et.al.*, 1987).

El concepto diversidad, indica el número de poblaciones de *especies diferentes de individuos* que conforman una comunidad. Este fenómeno de diversidad está sujeto a interrelaciones dinámicas como lo son distribución y sucesión ecológica (Ramírez, 2003).

En la definición de la diversidad hay dos componentes; la Variación y la Abundancia relativa de especies.

Variación

Riqueza y variedad : que puede expresarse como cantidad de tipos (variedades genéticas, especies, categorías de uso del suelo, entre otros factores más) como unidad de espacio o como una razón de tipos sobre cantidades.

Abundancia relativa de especies

Dos comunidades pueden tener la misma cantidad de especies pero ser muy distintas en términos de la abundancia relativa o dominancia de cada especie.

Una comunidad no consiste en un grupo de especies de igual abundancia. Así, es normal el caso de que la mayoría de las especies son raras, mientras que un moderado número son comunes, con muy pocas especies verdaderamente abundantes.

Los índices de diversidad en cambio determinan la riqueza de especies en un área determinada con respecto a otras.

SIMILITUD

Hay diferentes grados para determinar la similitud en comunidades individuales dentro de una asociación. Es difícil establecer un grado aceptable de similitud o no similitud. Sin embargo las relaciones de similitud pueden ser expresadas matemáticamente y se pueden colocar límites arbitrarios en una base matemática.

La conservación de la vida silvestre, es la regulación de animales y plantas salvajes de tal forma que permita su continuidad como un recurso natural. El término "*conservación*" se refiere al manejo y uso de los recursos naturales por las generaciones presente y futuras.

En este concepto hay implicaciones sobre el uso estético, deportivo, económico y ético de paisajes, minerales, animales (incluyendo los que son cazados), plantas, suelos y agua

(Marcano, 2003).

Unidad de conservación, manejo y aprovechamiento de vida silvestre (UMA)

México está considerado como uno de los países más ricos en lo que a flora y fauna silvestre. Ocupa el primer lugar mundial en cuanto al número de diferentes especies. El segundo en mamíferos, cuarto en anfibios y el undécimo en aves. Todo esto sin contar con la enorme riqueza que representa su diversidad de hongos, plantas e insectos.

Sin embargo, este maravilloso patrimonio está en constante presión y puede perderse; los cambios en el uso del suelo, las malas prácticas agrícolas y la ganadería extensiva sin ningún tipo de control, la deforestación año tras año miles de hectáreas que impactan negativamente los hábitats y ecosistemas naturales.

Por esto la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales a través de la Dirección General de Vida Silvestre, ha diseñado una estrategia con la finalidad de detener y revertir estos procesos de deterioro e identificar alternativas viables de desarrollo en el sector rural.

Las UMA's son todos los predios e instalaciones registradas que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado de hábitat y de poblaciones o de ejemplares que ahí se distribuyen (SEMARNAT, 2003. a)

Aprovechamiento cinegético

Los venados, como muchos otros animales silvestres constituyen un recurso natural que puede aprovecharse con bastante éxito en forma compatible con explotaciones ganaderas, Por ejemplo la cinegética, o sea la cosecha de animales mediante el deporte de la cacería, es una actividad que genera sustanciosas utilidades económicas a los ganaderos que brindan acceso y servicios en su rancho a cazadores que la realizan conforme a la norma (Alcalá, 2003; Flores 2001)

Descripción de la especie cinegética

Del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus miquihuanensis*) existen principalmente 38 subespecies; 30 subespecies para la parte Norte y Centro del continente y ocho subespecies para la parte Sur del continente. Para México, se estima que hay 14 de las subespecies reportadas para el norte centro del continente, o sea 47% de las subespecies que existen desde Canadá hasta Panamá (Villarreal, 1997)

La información sobre índices de abundancia comparados año con año, ayuda a tener un panorama sobre la tendencia de la población. En algunos casos esta información puede emplearse para estimar densidades de población, aunque en forma general sólo se tiene una

escala arbitraria de abundancia (raro, poco, regular, mucho) (Blando. a, 2000)

MATERIALES Y METODOS

Localización

El Ejido Agua Nueva municipio de San Juan de Guadalupe, Dgo. se localiza entre las coordenadas 24° 35' L. N y 102° 48' L. O., 24° 28' L. N. y 102° 52' L. O., Tiene la forma de un polígono irregular. Ocupa una superficie de 12, 191 ha. Colinda con los siguientes ejidos: al Norte con la Barranca y San José de las Palmas, al Oeste con Nueva reforma, al Sur con la Escalera y al Este con El Orégano y Puerto La Palma.

Muestreos de vegetación

Se hizo un recorrido por el predio para realizar el reconocimiento del área, la vegetación se muestreó en distintas partes del predio tratando de que fuera representativa del lugar. Se utilizó el método de parcela o lote circular de 9 m de radio (el área de muestreo tiene una superficie de 250 m²) (Blando, 2001).

Sobre la superficie seleccionada se trazó un círculo dividido en 4 cuadrantes con ayuda de cuerdas de una longitud de 18 metros; se procedió a hacer el conteo de todas las especies vegetales que se encontraron por cada cuadrante. Los datos colectados fueron: número de especies, número de individuos; mediciones de las plantas de las cuales se tomaron la altura de la planta y la cobertura (diámetro mayor x diámetro menor).

Recolección del material botánico

Una vez terminados los conteos de la vegetación se procedió a coleccionar el material botánico de forma manual de las plantas forrajeras arbustivas hasta una altura de 1.5 m, para cuantificar el porcentaje de la materia seca.

Capacidad de carga

Para determinar la producción de materia seca por unidad de superficie kg/ha/año. El material botánico vegetal se mantuvo a una temperatura de 65 °C en la estufa para mantener peso constante.

Se calculó el consumo anual de materia seca por unidad animal y después el factor de conversión para el caso del venado cola blanca.

Se determinó la capacidad de pastoreo por tipo de vegetación (Matorral Desértico Micrófilo y Matorral Desértico Rosetófilo) con la siguiente fórmula.

$$C P = \frac{\text{kg. De Forraje Consumido por año.}}{\text{Producción Anual de Forraje kg/ ha}}$$

Muestreo de venado de cola blanca

El muestreo se realizó con métodos directos combinados de conteo con lámpara y conteo a pie debido a la falta de caminos y lo accidentado del terreno no fue posible hacerlo con vehículo.

Se iniciaron a las 12:00 a.m. con la ayuda de dos lámparas "spot light", se dio un recorrido por el predio varios transectos de 2 kilómetros. Cabe señalar que la literatura menciona que los recorridos deben ser media hora después de la puesta del sol, pero debido a las experiencias que han tenido en cuanto a los muestreos de venado cola blanca se ha tenido mayor éxito en las primeras horas de la madrugada.

Todos los muestreos se llevaron a cabo en las noches donde no hubiera luna, para garantizar mayor éxito. De día también se realizaron muestreos indirectos, se recorrió el predio para detectar rastros de su presencia como huellas, heces o signos de ramoneo.

Medición de diversidad y similitud

Los datos correspondientes a número de especies y número de individuos de cada especie se ordenaron por sitio en tablas elaboradas en Excel.

El cálculo de los valores de diversidad y similitud se realizó en dos programas diferentes que se corrieron en Q BASIC y automáticamente obtuvimos los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de las comunidades vegetales

Matorral desértico micrófilo: las comunidades de este matorral se caracterizan por la dominancia de especies de hoja pequeña o micrófila, de crecimiento multidendrocaule. Se distribuye preferentemente en terrenos planos o con poca pendiente.

Las especies más frecuentes son: *Larrea tridentata* (gobernadora), *Flouresia cernua* (hojasén), *Acacia vernicosa* (chaparro prieto), *Acacia constricta* (Largoncillo) y algunos zacates (Cuadro 1).

Matorral desértico rosetófilo: las comunidades de este matorral se caracterizan por la forma de crecimiento en forma de roseta de las especies características, cuyas las hojas por lo general largas y espinosas se desarrollan a partir de la parte central de la planta, sobre suelos pedregosos carbonatados, limitados por rocas calizas.

Las principales especies son: *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Agave striata* (guapilla), *Agave scabra* (maguey manso), además de otras arbustivas como *Euphorbia antispyhillitica* (candelilla), *Fourensia cernua* (hojasén), *Parthenium argentatum* (guayule) y *Larrea tridentata* (gobernadora) entre otras (Cuadro 2).

Cuadro 1. Especies encontradas en la UMA correspondientes al Matorral desértico micrófilo.

| ESPECIE | |
|-----------------------------------|----|
| Acacia vernicosa | F* |
| <i>Mammillaria candida</i> | |
| <i>Condalia spathulata</i> | F* |
| <i>Agave striata</i> | |
| <i>Prosopis glandulosa</i> | F* |
| <i>Yucca filifera</i> | |
| <i>Flourenca cernua</i> | |
| <i>Fouqueria splendens</i> | |
| <i>Acacia shaffneri</i> | F* |
| <i>Jatropha dioica</i> | |
| <i>Larrea tridentata</i> | |
| <i>Opuntia leptocaulis</i> | F* |
| <i>Opuntia rastrera</i> | |
| <i>Opuntia rufida</i> | |
| <i>Tiquilia greggii</i> | |
| <i>Ferocactus sp.</i> | |
| <i>Echinocereus conglomeratus</i> | |
| <i>Sena wisliseni</i> | |
| <i>Viguiera brevifolia</i> | |
| <i>Zinnia acerosa</i> | |
| <i>Mamilaria sp</i> | |
| <i>Opuntia leucotricha</i> | |
| <i>Opuntia imbricata</i> | |

F* Especies consumidas por el venado según Villareal (1999)

Capacidad de pastoreo

Los pesos obtenidos del material botánico colectado en cada muestra por tipo de vegetación en cada sitio se enlistan en el Cuadro 3:

Con los datos del cuadro 3 se obtuvo una producción promedio de materia seca para el Matorral desértico rosetófilo (Mdr) de 104 Kg./ MS/ ha/ año el cual cubre una superficie de 659 ha en el área de estudio. En esta misma área del Matorral desértico micrófilo (Mdm), ocupa una superficie 458.38 has del cual se obtuvo una producción promedio de materia seca de 7.23 kg MS/ ha/ año.

A partir de los datos anteriores se determinó el coeficiente de agostadero considerando el factor de conversión para el venado (0.14 U A) obteniendo:

Mdm = 95 Ha/ venado/ año.

Mdr = 8.575 Ha/ venado/ año.

Cuadro 2. Especies encontradas en la UMA correspondientes al Matorral desértico rosetófilo

| ESPECIE | |
|----------------------------------|----|
| Acacia vernicosa | F* |
| <i>Agave lechuguilla</i> | |
| <i>Condalia spathulata</i> | F* |
| <i>Euphorbia antisyphilitica</i> | |
| <i>Flourenzia cernua</i> | |
| <i>Fouqueria esplendens</i> | |
| <i>Parthenium argentatum</i> | F* |
| <i>Hechita glomerata</i> | |
| <i>Jatropha dioica</i> | |
| <i>Larrea tridentata</i> | |
| <i>Lippia verlandieri</i> | |
| <i>Opuntia rastrera</i> | |
| <i>Opuntia rugida</i> | |
| <i>Tiquilia greggii</i> | |
| <i>Opuntia leptocaulis</i> | F* |
| <i>Prosopis glandulosa.</i> | F* |
| <i>Condalia spathulata</i> | F* |
| <i>Dasyilirion lecophyllum</i> | |
| <i>Hechita glomerata</i> | |
| <i>Opuntia imbricata</i> | |
| <i>Opuntia violacea</i> | |

F* Especies consumidas por el venado según Villareal (1999)

Cuadro 3. Peso de la Materia seca por sitio colectado.

| Tipo de vegetación | No. De Sitio | Peso de las muestras (gr.) |
|--------------------|--------------|----------------------------|
| Matorral | 1 | 96.3 |
| Desértico | 2 | 71 |
| Rosetófilo | 3 | 97.3 |
| Matorral | 4 | 64.9 |
| Desértico | 5 | 143.2 |
| Micrófilo | 6 | 137.6 |

La capacidad de pastoreo se determinó con la siguiente fórmula:

$$C P = \frac{\text{kg. de Forraje Consumido por año.}}{\text{Producción Anual de Forraje kg/ ha}}$$

C P = 4.8 venados/ año para la vegetación de Matorral desértico micrófilo

C P = 76 venados/año para la vegetación de Matorral desértico rosetófilo

Lo que da una capacidad de pastoreo de 80.8 animales en el área que pudiera ser destinada para aprovechamiento cinegético.

Muestreo de venado

Con base en muestreos indirectos de los rastros obtenidos en campo como son huellas, excretas, rastros de ramoneo y encuestas aplicadas a los pobladores se deduce que la densidad de población se ha reducido considerablemente y corresponde a un 10% con respecto a la población proyectada para 2003. La población actual de venado es de 9 ejemplares entre machos, hembras y crías.

Cuadro 4. Proyección a 5 años del hato de venados de la UMA del Ejido Agua Nueva iniciando en el 2000 reportado por Madinaveitia (2000).

| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|-------------------|----------|----------|-------|-------|-------|
| Venadas | 20 | 19 | 18 | 24 | 36 |
| Venados | 5 | 5 | 5 | 14 | 26 |
| Cervatos hembras | 0 | 8 | 15 | 17 | 30 |
| Cervatos machos | 0 | 8 | 15 | 17 | 30 |
| Hembras juveniles | 0 | 0 | 7 | 14 | 16 |
| Machos juveniles | 0 | 0 | 8 | 14 | 16 |
| Total de venados | 25 | 40 | 68 | 100 | 154 |

El número tan reducido de animales encontrado es el resultado de la incidencia de factores, tales como; fuerte presión de cacería furtiva, la no implementación del programa de vigilancia participativa y la falta de suplementación alimenticia. El coeficiente de agostadero muestreado indica que es un área sobre explotada.

Similitud

En el Cuadro 5 se observa que los valores más altos de similitud los obtienen los sitios 1 y 2 (0.550), 3 y 4 (0.533) y 3 y 5 (0.500). y los sitios que menos se parecen entre sí son 6 y 1 (0.269), 6 y 5 (0.272) y 6 y 2 (0.296).

Cuadro 5. Resultados de similitud entre los sitios según Índice de Jaccard

| Índice de Jaccard | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | | 0.550 | 0.333 | 0.421 | 0.388 | 0.269 |
| 2 | | | 0.421 | 0.363 | 0.400 | 0.296 |
| 3 | | | | 0.533 | 0.500 | 0.400 |
| 4 | | | | | 0.352 | 0.391 |
| 5 | | | | | | 0.272 |
| 6 | | | | | | |

En el Cuadro 6 se observa que los valores más altos de similitud los obtienen los sitios 3 y 2 (1.454), 5 y 2 (1.333) y 1 y 2 (1.222). y los sitios que menos se parecen entre sí son, 6 y 5 (0.666) 6 y 1 (0.700), 6 y 2 (0.842) y 6 y 3 (0.842).

Ambos índices determinaron que entre los sitios 1 y 2 existe la mayor similitud cuando se analizaron los 3 sitios más parecidos.

Para Sorensen el sitio número 2 es el que da mayor similitud con los sitios 3 ,5 ,y 1 de mayor a menor similitud, mientras que para Jaccard ésta misma valoración la hace para el sitio 3 presentado similitudes de mayor a menor con el sitio 4 y el 5.

Al analizar los sitios que menos se parecen entre sí, ambos índices coinciden al señalar la comparación entre los sitios: 1 y 6, 2 y 6, y 5 y 6.

Los resultados anteriores pueden explicarse debido a que el sitio 6 presenta especies que no están presentes en los sitios 1, 2 y 5; y las especies que comparten presentan grandes diferencias en densidad.

Cuadro 6. Resultados de similitud entre los sitios según Índice de Sorensen

| Índice de Sorensen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | | 1.222 | 1.090 | 1.142 | 1.166 | 0.700 |
| 2 | | | 1.454 | 1.142 | 1.333 | 0.842 |
| 3 | | | | 1.142 | 1.166 | 0.842 |
| 4 | | | | | 1.090 | 0.900 |
| 5 | | | | | | 0.666 |
| 6 | | | | | | |

Diversidad

Los cálculos de diversidad se realizaron con los datos que se obtuvieron en campo, como son número de especies y número de individuos para cada sitio muestreado (Cuadro 7).

En el cuadro 8 se aprecia que los sitios 6, 2 y 1 son los que presentan un mayor número de especies (18,17,14, respectivamente), así como el mayor número de individuos (263, 276, 889, respectivamente), que los sitios 3,4 y 5 (213, 165,108, respectivamente).

Sin embargo los sitios con mayor diversidad según el índice de Simpson son el 4 (1.852), seguido por el sitio 6 (1.821) y por el sitio 2 (1.812).

La diversidad evaluada a través del índice de Shanon–Wiener también determina al sitio número 4 como el de mayor diversidad (0.899), seguido por el sitio número 2 (0.891), y por el

sitio número 6 (0.882), los 3 sitios que presentaron la menor diversidad son el número 5 (0.783), el sitio 2 (0.731) y el número 4 (0.532).

Ambos índices señalan al sitio 4 como el de mayor diversidad pero difieren en la asignación del segundo y tercer lugar de diversidad, pero ambos los ubican ente el sitio 2 y 6. Este resultado probablemente es de debido a que en estos sitios algunas especies presentan valores altos en su densidad de población, siendo menos marcada esta condición en el sitio 4.

Cuadro 7. Especies vegetales encontradas por sitio y número de individuos.

| SITIO 1 | | SITIO 2 | | SITIO 3 | |
|----------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|-----------------------------------|------------|
| ESPECIE | # especies | ESPECIE | # especies | ESPECIE | # especies |
| <i>Acacia vernicosa</i> | 35 | Acacia vernicosa | 14 | Acacia vernicosa | 12 |
| <i>Agave lechuguilla</i> | 598 | <i>Agave lechuguilla</i> | 5 | <i>Flourenzia cernua</i> | 10 |
| <i>Corona de cristo</i> | 26 | <i>Ferocactus sp.</i> | 8 | <i>Fouqueria splendens</i> | 12 |
| <i>Euphorbia antisyphilitica</i> | 127 | <i>Corona de cristo</i> | 8 | <i>Jatropha dioica</i> | 83 |
| <i>Flourenzia cernua</i> | 45 | <i>Dasyliirion lecophyllum</i> | 2 | <i>Larrea tridentata</i> | 56 |
| <i>Fouqueria esplendens</i> | 4 | <i>Florenzia cernua</i> | 85 | <i>Opuntia Leptocaulis</i> | 27 |
| <i>Partenium argentatum</i> | 2 | <i>Fouqueria splendens</i> | 14 | <i>Opuntia rugida</i> | 1 |
| <i>Hechita glomerata</i> | 1 | <i>Hechita glomerata</i> | 1 | <i>Perritos</i> | 7 |
| <i>Jatropha dioica</i> | 7 | <i>Jatropha dioica</i> | 76 | <i>Prosopis sp.</i> | 4 |
| <i>Larrea tridentata</i> | 9 | <i>Larrea tridentata</i> | 24 | <i>Yuca</i> | 1 |
| <i>Lippia verlandieri</i> | 6 | <i>Lippia verlandieri</i> | 9 | total = 11 | total =213 |
| <i>Opuntia rastrera</i> | 6 | <i>Opuntia imbricata</i> | 9 | Sitio 6 | |
| <i>Opuntia rufida</i> | 2 | <i>Opuntia rastrera</i> | 4 | ESPECIE | # especies |
| <i>Tiquilia greggii</i> | 21 | <i>Opuntia violacea</i> | 1 | <i>Acacia vernicosa</i> | 11 |
| total = 14 | total = 889 | <i>Opuntia leptocaulis</i> | 18 | Echinocereus conglomeratus | 1 |
| Sitio 4 | | <i>Tiquilia greggii</i> | 1 | <i>Condalia lycioides</i> | 2 |
| ESPECIE | # especies | <i>Prosopis sp.</i> | 2 | <i>Sena wisliseni</i> | 10 |
| Acacia vernicosa | 23 | <i>Yuca rigida</i> | 3 | <i>Siguiera brevifolia</i> | 3 |
| <i>Biznaga</i> | 2 | total = 18 | total = 284 | <i>Ferocactus</i> | 1 |
| <i>Ferocactus</i> | 3 | Sitio 5 | | <i>Flourenzia cernua</i> | 14 |
| <i>Flourenzia cernua</i> | 1 | ESPECIE | # especies | <i>Fouqueria splendens</i> | 1 |
| <i>Fouqueria splendens</i> | 5 | Acacia vernicosa | 2 | <i>Zinnia acerosa</i> | 1 |
| <i>Acacia shaffneri</i> | 2 | <i>Ferocactus sp.</i> | 10 | <i>Jatropha dioica</i> | 74 |

| | | | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| <i>Jatropha dioica</i> | 31 | <i>Corona de cristo</i> | 2 | <i>Larrea tridentata</i> | 57 |
| <i>Larrea tridentata</i> | 38 | <i>Agave striata</i> | 1 | <i>Mamillaria chilera</i> | 3 |
| <i>Opuntia leptocaulis</i> | 5 | <i>Jatropha dioica</i> | 35 | <i>Prosopis sp.</i> | 11 |
| <i>Opuntia rastrera</i> | 1 | <i>Larrea tridentata</i> | 31 | <i>Opuntia duraznillo</i> | 2 |
| <i>Opuntia rufida</i> | 8 | <i>Opuntia leptocaulis</i> | 13 | <i>Opuntia imbricata</i> | 1 |
| <i>Tiquilia greggii</i> | 28 | <i>Opuntia rastrera</i> | 3 | <i>Opuntia leptocaulis</i> | 56 |
| <i>Ferocactus sp.</i> | 18 | <i>Opuntia rufida</i> | 2 | <i>Opuntia rastrera</i> | 13 |
| total = 13 | total = 165 | <i>Tiquilia greggii</i> | 12 | <i>Opuntia rugida</i> | 2 |
| | | <i>Prosopis sp</i> | 5 | total = 18 | total = 263 |
| | | <i>Yucca sp.</i> | 2 | | |
| | | total = 13 | total = 118 | | |

Cuadro 8. Resultados obtenidos del cálculo de diversidad de cada sitio para los índices de Simpson y Shannon-Wiener.

| | Sitio 1 | Sitio 2 | Sitio 3 | Sitio 4 | Sitio 5 | Sitio 6 |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| No. De especies | 14 | 17 | 10 | 13 | 11 | 18 |
| No. De individuos | 889 | 276 | 213 | 165 | 108 | 263 |
| Índice de Simpson | 1.522 | 1.812 | 1.757 | 1.852 | 1.790 | 1.821 |
| Índice de Shannon-Wiener | 0.532 | 0.891 | 0.731 | 0.899 | 0.783 | 0.882 |

CONCLUSIONES

Con base a los resultados de los índices de diversidad así como la capacidad de pastoreo de la UMA, el área en las condiciones actuales tiene potencial para la actividad cinegética pues cubre requisitos como disponibilidad de alimento de primavera a otoño, agua gran parte del año y cobertura vegetal, sin embargo no es recomendable la extracción de ejemplares durante los próximos 4 años para permitir la recuperación de la población de venado para posterior aprovechamiento.

Considerando lo antes mencionado se deben hacer las actividades de avicindamiento para el venado mediante la construcción de bebederos y suplementación a lo largo del año y principalmente en la época invernal debido a las características propias del matorral que en esta estación pierde follaje y así reestablecer la población

Existe una correspondencia entre los sitios con valores altos de diversidad y la presencia de venados en ellos. Lo cual nos sugiere una disponibilidad de alimento durante más tiempo y a lo largo del año.

Los rastros encontrados de presencia de venado corresponden a los sitios 1, 2 (Matorral

desértico rosetófilo) y 6 (Matorral desértico micrófilo), de los cuales dos poseen valores altos de diversidad que indicarían una disponibilidad de alimento a lo largo del año.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcalá G., C. 2003, CLAVE RA0050 RANCHO NO. 50 Disponible en: <http://www.patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/ranchos/RA0050.html>. (Accesado en Agosto 3, 2003.)
- Begon, M.; J. L. Harper y C. R. Townsend. 1987. Ecología Individuos, Poblaciones y Comunidades. Ediciones Omega. Barcelona, España.
- Blando N., J. L. 2000 a. Estudio De Preinversión Del Establecimiento De Una Unidad De Conservación, Manejo Aprovechamiento Sustentable De Vida Silvestre (UMA) En El "Ejido La Barranca" Municipio De San Juan De Guadalupe, Dgo. SEMARNAT. (Inédito).
- _____, b. Curso Manejo de Fauna Ejido Agua Nueva San Juan De Guadalupe, Dgo. 20 Y 21 De Octubre, SEMARNAP. (Inédito).
- Escalante, M. A. 1995, Ecología en Debate, ¿Qué Es y Cómo se Mide?. Disponible en: <http://www.revistadelsur.org.uy/revista.047/Ecologia.html>. Accesado en Agosto 3, 2003.
- Flores A., J. F. 2001. Unidades de conservación y Manejo sustentable de la vida silvestre *In*: Meza H., C.A. et. al. Memorias recursos naturales e impacto ambiental en zonas áridas. URUZA – UACH. Bermejillo, Dgo. P25-28
- González, G. A. 2003, Conservación de la Fauna Silvestre. Disponible en: <http://fmvz.uat.edu.mx/fauna/archivos/doc3.htm>. Accesado en Junio 5, 2003.
- Krebs, Ch. J. 1985. Ecología Estudio de la distribución y la abundancia, 2 ed., Editorial Harla, México.
- Madinaveitia, R. H. 2000. Estudio De Preinversión Para El Establecimiento De Una UMA En El Ejido Agua Nueva Municipio De San Juan De Guadalupe Durango. SEMARNAT. (Inédito).
- Marcano, J. E. 2003 Educación Ambiental, La Vida Silvestre. Disponible en: <http://www.jmarcano.com/biodiverso/wildlif1.html>. (Accesado en julio 27, 2003).
- Mueller-Dombois, Dieter y H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons. USA.
- Pérez, A. M. y A. López. 1998. Análisis Comparativo Preliminar De Localidades Notables De Gastrópodos De Nicaragua. Disponible en: <http://rbt.ots.ac.cr/malacolo/nica1fa.htm>. (Accesado en Agosto 20, 2003)
- Ramírez, V. R. 2003. Comunidades Ecológicas. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos/comuneco/comuneco.shtml>. (Accesado en Agosto 2, 2003.)
- SEMARNAT, 2003 a. Depto. de Recursos Naturales y Vida Silvestre de la SEMARNAT en Nuevo León. ¿Qué es una UMA?. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/nl/vsilvestre_inf.shtml. (Accesado en Junio 5 de 2003).
- _____, b. Dirección General de Informática y Telecomunicaciones. Vida Silvestre. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/sniarn/vida/index.shtml>. (Accesado en Junio 6, 2003).
- Villareal, G. G. J. 1997. Recuperación de las poblaciones silvestres de vendo cola blanca "texano" (*Odocoileus virginianus texanus*) en la llanura costera del golfo, en el Norte de México, *In* Erkerlin, C. E.; G. Cano, R. A. Garza y E. Vogel (Editores). Ciencia Ambiental. México.

VARIACIÓN ESTACIONAL DEL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE ORÉGANO (*Lippia berlandieri* Schawer) EN DOS SUBSTRATOS

J. L. Blando-Navarrete, B. C. Luengas-Jiménez y Bautista-Barrón Brenda E.

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo.
Bermejillo, Durango. México. CP. 35230. jlb_n_52@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas de México, existen recursos forestales no maderables, que con un adecuado aprovechamiento se traducen en importantes fuentes de ingresos para los habitantes de estas regiones. Tradicionalmente, una parte de sus pobladores, se han dedicado al aprovechamiento de la “lechuguilla” (*Agave lechuguilla* Torr.), “candelilla” (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc.), y “sotol” (*Dasyllirion leiophyllum* Engelm.) para la obtención de fibras duras o ixtle, cerote y bebidas alcohólicas, respectivamente entre otros recursos (Benavides 1991).

Una planta asociada con ambientes áridos es el “orégano” (*Lippia berlandieri*), el cual se ha aprovechado a través de la recolección, como una actividad complementaria a la cual recurren los productores como alternativa para complementar sus ingresos.

El orégano, es una planta silvestre de la familia Verbenaceae, cuyas hojas se aprovechan como condimento sazónador en la cocina nacional e internacional, además de emplearse en la medicina tradicional en las áreas rurales donde se distribuye. También es importante por sus volúmenes de producción para la extracción de aceite para la industria farmacéutica, cuyo destino principal es la exportación. Sin embargo la explotación de este recurso lo hace susceptible de ser eliminado de su hábitat natural, si su aprovechamiento no es adecuado, ya que la época natural de floración y reproducción de la especie coincide con la etapa de aprovechamiento, sus inflorescencias son cortadas, lo que ocasiona una baja regeneración natural, que cuando se maneja de manera intensiva puede ocasionar una virtual desaparición de las poblaciones de orégano debido a la falta de reemplazos de los individuos, estos morirán por envejecimiento. Además, de estar sujeta a la presencia de agentes adversos como el pastoreo intenso , así como los factores climáticos extremos de las áreas en donde se distribuye.

La investigación y desarrollo de planes de manejo estrategias productivas nos permitirá incrementar las poblaciones y su potencial productivo de estos recursos naturales renovables de las zonas áridas.

Una de estas estrategias consiste en lograr la producción masiva de plantas para emprender trabajos de investigación y manejo tanto de áreas de producción rural, como su

manejo bajo plantaciones en condiciones naturales y observar cual es su efecto al incrementar su población con plantas previamente enraizadas en condiciones de invernadero sacando así su población optima que puede soportar ese ambiente.

El presente estudio se hizo con la finalidad de determinar cual es la etapa mas favorable para el enraizamiento de orégano para una posterior propagación a ambientes naturales dada la importancia socioeconómica que tiene el orégano en México, que se sigue explotando sin técnicas que hagan posible su preservación, ya que el interés que lleva a su aprovechamiento es el dinero inmediato que reciben los que intervienen en el proceso de recolección, si la demanda es mayor que la capacidad reproductiva del recurso, esta se cubre, pero las poblaciones de orégano se deteriora en las áreas sujetas a la explotación intensiva que resulta como consecuencia negativa de la falta de orden en el manejo y la perdida del recurso por no tener el tiempo y la capacidad de regeneración para una explotación intensiva.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Determinar la variabilidad estacional en la emisión de raíces en estacas del orégano como una alternativa a su propagación vegetativa en ambientes deteriorados mediante el empleo de distintos sustratos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Ensayar el enraizamiento de estacas de orégano en las diferentes estaciones del año.
- Determinar el efecto de los sustrato Germinaza y Suelo sobre la formación de raíces adventicias.
- Correlacionar las estaciones climáticas con las etapas de reposo de la planta.

HIPOTESIS

“El porcentaje de enraíce de (*Lippia berlandieri* Schawer) depende de la etapa fenológica en que se encuentre la estaca y del sustrato”

ANTECEDENTES

Los trabajos que se han realizado, han sido en su mayoría sobre el recurso silvestre casi todos relacionados con aspectos de inventario, rendimiento de la hoja seca, así como de modelos para cuantificar y predecir la producción (Ruiz 1985, Flores, 1987, y Cavazos, 1987). También se han realizado estudios sobre aspectos económicos (Rios,1983; INIFAP, 1985). La

información sobre su propagación es escasa, ya que en estudios realizados en propagación se obtuvo que es muy baja debido a que la época de floración y producción de semilla concuerda precisamente con la fecha de recolección anulando prácticamente su regeneración natural (INIFAP, 1985).

Ahora bien, Sandoval (1982) señala que la semilla no germina, pese a que se han realizado diferentes tratamientos, siendo los resultados poco satisfactorios ya que la germinación ha sido muy reducida cuando no nula por que la semilla al ser colectada aun no había madurado por lo tanto no era viable, por lo que considera que será necesario para reproducir planta utilizando el método asexual, siendo el método más viable la propagación por medio de estacas.

Al respecto el INIFAP(1985) menciona que la investigación realizada para la reproducción asexual del orégano han sido utilizados diversas fitohormonas, así como enraizadores comerciales en estacas de *Lippia berlandieri* los cuales no presentaron resultados positivos.

En cuanto a la reproducción asexual, Sandoval (1982) no tuvo respuesta a la utilización de un enraizador comercial Rootone. Sin embargo utilizó distintos tipos de cubierta observándose resultados positivos de enraizamiento,

Otros autores señalan que el uso de cubiertas de plástico o vidrio son un medio sencillo y económico para el enraizamiento de estacas (Hartmann y Kester 1982). Asimismo, Flores (1978) menciona que también el uso de túneles de plástico puede ser un medio para el desarrollo de plántulas en vivero.

Es posible propagar la planta de orégano por semillas, estacas y/o división radical, Ríos (1983). En la especie *Lippia graveolens* H.B.K., el enraizador del polvo (Rahizone-plus) y el sustrato arena resultaron ser la combinación más apropiada para la reproducción asexual del orégano en la zona centro del estado de Tamaulipas, con 76% de producción media general de brotes (Benavides, 1991).

Por su parte autores como Valdés (1991) y Ortega (1991) señalan que el cultivo del orégano es una alternativa en áreas de secano y con riego restringido, así como una manera de buscar la protección del recurso.

Palma (1998), determinó los mejores niveles de ácido benciladenina y ácido indoalacetico (ABA y AIA) para la inducción de yemas axiliares de orégano. Dicha investigación pretende determinar las metodologías para las fases o etapas de la propagación in vitro, además de determinar el mejor medio posible que permita la obtención de plantas de orégano en forma masiva, que supere la tasas de reproducción en condiciones naturales.

METODOLOGÍA

Localización del sitio Experimental

El experimento se estableció en el invernadero de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo., correspondiendo a las coordenadas geográficas 103°36'11.23" de Longitud Oeste y entre los 25°53'31.9967" de Latitud Norte, con una altitud de 1117 msnm., en donde permanecieron las estacas hasta la formación de raíces.

Selección del Material

Se utilizaron estacas de orégano de plantas silvestres procedentes de la sierra de Mapimi, Dgo. Se colectaron ramas de plantas sanas para cada mes que se requería. La colecta se realizó a mediados de cada mes, empezando en el mes de septiembre y terminando para el mes de marzo, contemplando las etapas planteadas en los objetivos que son: inicio al reposo que fueron los meses de septiembre y octubre reposo profundo noviembre a enero y fin del reposo en los meses de febrero y marzo.

Preparación del sustrato

Los sustratos utilizados fueron suelo y germinaza. La suelo fue previamente tamizado y se dejó al sol volteándolo para así controlar las plagas que posiblemente haya tenido, se intemperizó por un mes. Se depositó a la mesa del invernadero y se procedió a humedecerlo. Se hizo la misma operación para la germinaza. Se utilizaron 576 bolsas de polietileno negro sin fondo en todo el experimento. Se llevó a cabo el llenado del sustrato a las bolsas. Para cada mes se utilizaron 32 bolsas.

Preparación de las estacas.

Una vez colectadas las ramas de orégano se procedió a eliminar todas las que no reunieran las características deseadas para enraizar, eliminándose las que estuvieran torcidas, muy tiernas, enfermas. Se cortaron estacas gruesas, medianas y delgadas no hubo selección de las estacas en la colocación en las bolsas y se distribuyeron de la misma manera en la unidad experimental. La longitud de la estaca fue de 20 cm, enterrando la mitad en el sustrato, quedando 2 nudos con sus respectivas yemas para lograr el enraíce. Se realizó un corte cercano a un nudo de la estaca y que tuvieran yemas para propiciar enraíce. Se cortaron 192 estacas, 96 para cada sustrato (Suelo y Germinaza) por cada mes. Se colocaron 3 estacas por bolsa de polietileno con 32 repeticiones por sustrato.

Los riegos se iniciaron con un intervalo de 3 días entre riegos, se observó desarrollo de algas, por tanto se aplicó el riego cada 5 días. En la fecha de marzo se implementó un testigo para ver el efecto del agua del invernadero ya que se observó un bajo porcentaje de enraizamiento y que no lograban mantener los brotes, lo que traía la muerte de las estacas y

secamiento de los brotes y deducimos que podría ser por las altas concentraciones de sales que tiene esa agua, ya que son aguas duras, por lo que se utilizó una muestra de 10 bolsas para cada sustrato.

Variable de estudio y Diseño Experimental.

Las asignaciones de 3 varetas contenidas en una bolsa de polietileno y sustrato (constituyen la unidad experimental) fue distribuida aleatoriamente para cada nivel de sustrato estudiado. Sin embargo, al realizar un muestreo repetido por mes y por periodo, de septiembre a marzo del año siguiente, que abarcaron tres etapas fenológicas del orégano que son entrada al reposo, reposo profundo y fin de reposo, que corresponden a un análisis experimental en parcelas divididas, donde las fechas de muestreo fueron consideradas como parcelas grandes, dado que en cada fecha se seleccionaban aleatoriamente las varetas más adecuadas, y a partir de esto se dividía el número de estacas en 32 repeticiones para cada sustrato empleado, de tal manera que se contó al final del estudio con 382 unidades experimentales con un total de 1152 estacas a las cuales se les midió el porcentaje de enraizamiento por sustrato, fecha y repeticiones representado en el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + \text{Rep}(F_i)_j + T_k + (TF)_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = el % de enraizamiento en cada nivel i -ésimo de la fecha de corte, la j -ésima repetición y en k -ésimo nivel de sustrato de enraizamiento.

μ = Media General

F_i = Efecto de la i -ésima fecha o estado fonológico de la planta.

$\text{Rep}(F_i)$ = Efecto aleatorio de la jk -ésima repetición dentro de la i -ésima fecha o estado fonológico de la planta de corte de estacas.

T_k = Efecto del k -ésimo nivel de sustrato de enraizamiento.

$(TF)_{ik}$ = Efecto de interacción de fecha o estado fonológico de la planta de corte de estacas y sustrato de enraizamiento.

E_{ijk} = Error aleatorio $e_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$

RESULTADOS Y DISCUSION

Los cuadrados medios de los efectos considerados en el presente estudio se muestran en el Cuadro 1, donde se observa que existe efecto altamente significativo ($P < 0.01$) de

interacción de sustrato en los diferentes periodos de estudio, aún cuando el efecto de sustrato para enraizar presenta efecto altamente significativo ($P < 0.01$) por si solo.

CUADRO 1. Cuadrados medios (CM) y Nivel de Probabilidad (P) del porcentaje de enraizamiento en estacas de orégano.

| FACTOR DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | CUADRADOS MEDIOS | P |
|---------------------|--------------------|------------------|--------|
| Fecha | 5 | 0.596 | 0.0001 |
| Rep (Fecha) | 186 | 0.001 | |
| Tratamiento | 1 | 78764.98 | 0.0001 |
| Trat* Fecha | 5 | 2157.46 | 0.0011 |
| Error | 187 | 505.26 | |
| Total | 384 | | |

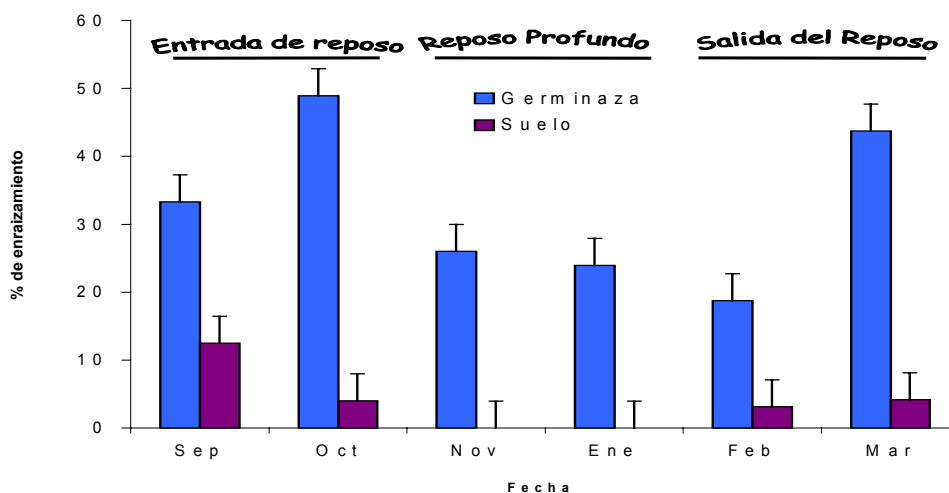
Será considerado para su discusión en el efecto de interacción ya que esta misma contiene dicho efecto. La Gráfica 1, señala los efectos medios de la interacción sustrato de enraizamiento y los diferentes periodos considerados en el presente estudio, (septiembre a marzo) donde se observa que existe un efecto significativo ($P < 0.01$) al comparar los porcentajes de enraizamiento obtenidos entre los diferentes sustratos, empleando Germinaza y Suelo, así como en las diferentes fechas dentro de la curva de reposo de la especie.

Para tal resultado se considera la Gráfica 1, donde señala que el porcentaje de enraizamiento no presenta la misma tendencia en el periodo de estudio (septiembre a marzo) cuando se enraizan las estacas de orégano en Germinaza con respecto a suelo. Se observa en la Gráfica 1, que al considerar el periodo de estudio dividido en etapas fenológicas orientadas al reposo fisiológico en especies caducifolias (Hartmann y Kester, 1972), que el sustrato Germinaza favorece la emisión de raíces en estacas de orégano con diferencia mayor al 50 % para la etapa de inicio de reposo, un promedio de > 200 % en el periodo de reposo profundo y un 500 % en el periodo de salida de reposo con respecto al sustrato suelo.

Al evaluar el efecto del sustrato Germinaza se observó que el porcentaje de enraizamiento fue mayor (46 %) con respecto del sustrato suelo (12 %). Estas diferencias pueden ser explicadas por las propiedades químicas de la Germinaza con respecto a Suelo, ya que esta proporciona suficiente aireación, porosidad y retención de humedad, aunado a las reservas de carbohidratos que deben tener las estacas; mientras que el sustrato Suelo presento problemas de compactación, poca aireación, menos porosidad por tanto provoco que la emisión de raíces fuera poca o nula como fue en el periodo de reposo profundo.

En el presente trabajo, con los factores estudiados y bajo las condiciones en las que se realizó, fue posible obtener efectos en el enraizamiento de estacas de orégano. En cuanto a la

propagación del orégano en general es poca la información y en base a lo que se ha señalado, se requiere una técnica para su propagación masiva.



GRÁFICA 1. Medias de mínimos cuadrados de porcentaje de enraizamiento en orégano y error estándar (EE) por diferente sustrato de enraizamiento en periodos mensuales de septiembre a marzo en el municipio de Mapimi, Dgo.

Ahora bien, al observar el comportamiento del enraizado en relación al periodo de reposo se puede observar su efecto en la Gráfica 1, ya que según Hartmann y Kester , (1972) las estacas de especies caducifolias pueden cortarse en la estación de reposo, y obtener buenos porcentajes de enraizamiento, de acuerdo a la tendencia que tuvieron las estacas de orégano al ser enraizada durante el reposo, en el presente estudio resultó que la mejor época es la de entrada al reposo por que la presencia de hojas y yemas activas indica que aun hay circulación de savia por toda la planta, por tanto la presencia de auxinas ayudan a la formación de raíces adventicias. Contrariamente Hartmann y Loreti (1965) encontraron que en estacas de olivo la mejor época fue en primavera y verano y no en otoño e invierno.

En cuanto al resultado de reposo profundo observado fue bajo para Germinaza y nula para suelo por que las yemas de las estacas de orégano se encuentran en reposo por lo que no ejercen un efecto estimulante sobre el enraizamiento. Por consiguiente en el periodo de salida de reposo las estacas de orégano vuelven a responder favorablemente, teniendo un buen porcentaje de enraizamiento en Germinaza con respecto a suelo, esto debido a que se vuelven a activar las yemas, y se ejerce un fuerte estímulo sobre el enraizado provocando la síntesis de sustancias promotoras de enraizamiento.

Otro aspecto a discutir es la calidad del agua con que se rieguen las estacas; se pudo constatar que la calidad del agua influye en el enraizamiento, ya que el orégano se encuentra

en zonas que se deslavan, por tanto la concentración de sales es mínima, y como el agua utilizada en el invernadero tiene alta concentración de sales, suponemos alteró en gran medida el enraíce de las estacas de orégano, ya que hubo un incremento en el enraíce de un 10 % al regarse con agua destilada. Como un estudio paralelo al presente estudio.

CONCLUSIONES

1. Los substratos de enraizamiento (Germinaza) con capacidad de retención de humedad, con buena aireación y bien drenados favorecen la emisión de raíces en estacas de orégano.
2. La etapa fenológica afecta directamente la emisión de raíces en estacas de orégano, siendo la de inicio y finalización del reposo las mejores épocas.
3. El agua con alto contenido de sales solubles afecta directamente el desarrollo de la raíces emitidas.

BIBLIOGRAFÍA

- Benavides, G. C. 1991.** Reproducción de dos especies de Oregano (*Lippia graveolens*, HBK y *Poliomyntha longiflora* A. Gray) en la región semiarida de Tamaulipas. Instituto de Ecología y Alimentos (UAT). <http://www.ecologia.uat.mx/biotam/v2n1/art3html>.
- Cavazos, D. R. J. 1987.** Modelo para predecir producción de orégano (*Lippia berlandieri*) en poblaciones naturales en Jalisco, México. Reunión sobre Estrategias de Clasificación y Manejo de la Vegetación Silvestre para la Producción de alimentos en Zonas Áridas. University of Arizona, Tucson Az.
- Flores, C. E. 1978.** Forzado crecimiento de plántulas en vivero. Primera Reunión de plantaciones Forestales. SAGAR (SARH). Dirección General de Investigaciones y Capacitaciones forestales. México, D.F.
- Flores, G. J. G. 1987.** Ensayo de predicción del orégano *Lippia berlandieri* Schauer en la zona norte de Jalisco. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Hartmann, H y D. E. Kester. 1972.** Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Ed. CECSA. México. 2ª. Edición en español.
- Hartmann, H y D. E. Kester. 1982.** Propagación de Plantas. Ed. CECSA. México.
- Hartmann, H. T. y F. Loretti. 1965.** Seasonal variation on the rooting of olive cuttings.. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci
- INIFAP, 1985.** Investigaciones en orégano. SARH. Folleto Técnico. Saltillo, Coah. Méx.
- Ortega, R. S. A. 1991.** Plantación de orégano en bordos con aplicación de pequeñas láminas de riego. En: Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. URUZA – UACH. Bermejillo, Dgo. Méx.
- Palma, E. J. I. 1998.** Propagación invitro de Oregano (*Lippia berlandieri* Schauer). Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. UACH.
- Ríos, Z. S. I. 1983.** Panorama de la industrialización y comercialización del orégano. En la Segunda Reunión Nacional sobre ecología, Manejo y Domesticación de las plantas útiles del desierto. INIF. Gómez Palacio, Dgo.
- Sandoval, CH. G. 1982.** Investigaciones realizadas sobre orégano (*Lippia palmeri*). Centro de Investigaciones del Noroeste. Inédito.
- Valdez, G. H. J. 1991.** Respuesta del orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) al trasplante, riego y fertilización nitrogenada en la región de Delicias, Chih. En: Estado actual del conocimiento sobre el orégano en México. URUZA –UACH. Bermejillo, Dgo. Méx.

EFFECTO DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Cándido Márquez Hernández¹ y Pedro Cano Ríos²

¹Postgrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coah. México. canomh2@yahoo.com.mx. ²Campo Experimental La Laguna-INIFAP. Matamoros, Coah. México. cano.pedro@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

La tendencia actual de los consumidores, es conocer, en la medida de lo posible, el origen de los productos, de cómo fueron cultivados o si son seguros para comerse, así como del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente por los alimentos que se consumen en fresco (Gewin, 2004; Macilwain, 2004; Schlermeler, 2004).

Lo anterior, provoca buscar sistemas de producción apegados lo mas cercano posible a lo no-aplicación de agroquímicos, siendo uno de los caminos, la agricultura orgánica, que en forma general, es un método agrícola en el que no se utilizan fertilizantes ni plaguicidas sintéticos, como se menciona en las siguientes normas: FAO, 2001; DOF, 1995; EU, 1991; USDA, 2004; JAS, 2004; IFOAM, 2003

Básicamente los principales problemas que enfrenta la agricultura orgánica, en México y en algunos lugares del mundo, son la comercialización, las limitantes ambientales, los costos de producción y la insuficiencia de capacitación e investigación (Gómez *et al.*, 1999)

Aunado a lo anterior las normas, antes mencionadas, establecen un periodos de tres a cinco años para la reconversión de un predio para certificarlo como orgánico, los productores, no están dispuestos a arriesgar su capital en dicha etapa de transición, debido a que los rendimientos disminuyen y la cosecha aun, no es orgánica y por consiguiente no se obtiene aun, el precio premium que oscila entre 30 y 40% mas que el convencional (Gómez *et al.*, 1999; Govindasamy, e Italia, 1999); Huxham *et al.*, (2005) señalan que una alternativa para reducir dicho período de transición es la rotación con trébol rojo mas rye grass, logrando la conversión en dos años, mientras que Márquez y Cano (2005) mencionan la entrada inmediata a la producción orgánica, utilizando un sustrato orgánico a partir de composta mas arena o perlita, el cual se puede usar indistintamente en invernadero o a campo abierto

Por otro lado, la tendencia actual de producción de tomate, es realizarla bajo invernadero, que según Castilla (2003) dichas estructuras pretenden mejorar las condiciones ambientales para incrementar la bioproductividad, presentándose producciones de tomate de 300 a 500 ton/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).

Por otro lado, la producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en Baja California Sur (Navejas, 2002), pero si bien la cosecha es orgánica certificada, los rendimientos son bajos, por lo que es conveniente, producir en invernadero, garantizando rendimientos mucho más elevados, garantizando obviamente la aplicación de insumos orgánicos para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo, por lo que la obtención de un sustrato orgánico, evitaría los tres años mencionados. Por otro lado, Diver *et al.* (1999) mencionan que la producción de tomate orgánico a campo abierto es de 32.12 ton/ha

Una alternativa en la Comarca Lagunera sería crear dicho sustrato a partir de estiércol composteado, del cual se producen alrededor de 49 mil toneladas de materia seca (Luévano y Velásquez, 2001); la composta resultante se deberá mezclar con medios inertes como arena o perlita materiales también abundantes en la región, con el propósito de para mejorar la infiltración del sustrato y en general las características física y químicas de éste.

La composta, es por excelencia, la principal fuente de nutrimentos en la agricultura orgánica, ya que los fertilizantes convencionales no están dentro de la normativa en dicho sistema de producción; aunado a lo anterior, la autoelaboración de las compostas, permiten un ahorro por \$118,000 por concepto de fertilizantes para un ciclo de 10 meses de tomate en invernadero Castellanos (2003).

Por otro lado, el tomate es la segunda hortaliza de mayor producción y por ende, de consumo en el mundo y en México, con producciones per cápita de 18.8 y 20.47 kg, respectivamente (FAOSTAT, 2004); para garantizar lo anterior, se realizan aplicaciones preventivas de cantidades considerables de pesticidas y fertilizantes, lo cual, puede afectar la calidad del fruto y tener efecto en los consumidores finales, ya que en el mejor de los casos, solo algunos cumplen con los límites máximos de residuos (Lockwood, 2004).

En lo antes expuesto, se basan los objetivos del presente trabajo, enfocados a generar tecnología de producción para cultivar tomate orgánico bajo condiciones de invernadero, evaluando mezclas en diferentes proporciones de compostas y medios inertes que permitan la obtención de un sustrato orgánico que permita buenos rendimientos y calidad de fruto

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), ubicado en el km 17.5 de la carretera Torreón-Matamoros, en el municipio de Matamoros, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera. Se realizó bajo un invernadero de 250 m² con

estructura totalmente metálica, cubierto lateralmente por láminas de policarbonato y doble capa de plástico en el techo; el sistema de enfriamiento consistió en pared húmeda y dos extractores, mientras que la calefacción fue suministrada por un quemador de gas, ambos equipos, programados automáticamente. El sistema de riego fue por goteo. El genotipo evaluado fue Bosky. La siembra se realizó el 14 de agosto y el trasplante el 11 de septiembre. Se utilizaron macetas de 18 kg llenadas en base a volumen. La densidad de plantas fue de 4 plantas/ m². Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, sosteniéndolas con rafia. Las temperaturas extremas dentro del invernadero fueron de 13.5 y 32.1 °C

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, siendo la unidad experimental una maceta con tres repeticiones con un arreglo trifactorial 2x2x4, en donde el factor A fueron compostas (Biocomposta, composta comercial y Vermicomposta, lombricultura); el factor B, sustratos inertes (Arena y Perlita); y factor C, cuatro niveles de composta (12.5%, 25%, 37.5% y 50%), dando lugar a 16 tratamientos, los cuales únicamente fueron regados con agua sin adición de fertilizantes; además se usó como testigo, un sustrato de arena con fertirrigación, usando la solución nutritiva propuesta por Zaidan (1997).

Las variables evaluadas fueron rendimiento y calidad de fruto (peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grados brix y espesor de pulpa). El ciclo del cultivo fue de 135 días. Se presentó cenicilla, ácaro del bronceado y mosca blanca. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

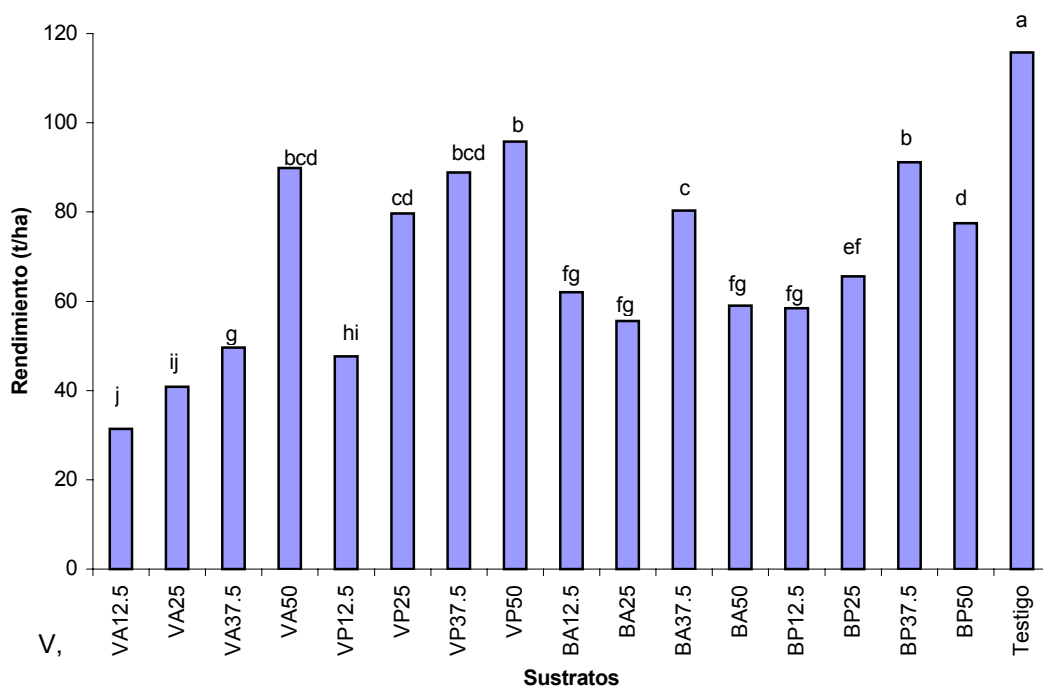
Rendimiento.

En el caso de las compostas fueron iguales estadísticamente con una media de 67.08 t/ha, lo anterior nos permite utilizar cualquiera de las compostas utilizadas sin afectar el rendimiento esperado. Por otro lado, en los sustratos inertes, la perlita superó en 22.46% a la arena, es decir, que es preferible mezclar la composta con perlita, ya que mejora las características generales del sustratos, tales como aireación, retención de humedad, etc.; sin embargo, es conveniente señalar, que el costo del material, actualmente es alto y la arena puede funcionar aceptablemente, donde no se disponga de los medios para obtener la perlita

Respecto a los porcentajes, el 50 y 37.5 % fueron iguales estadísticamente con una media de 79.02 t/ha, superando en 23 y 36 puntos porcentuales, respectivamente al 25 y 12.5 %, lo anterior pone de manifiesto, que independientemente de la composta que se utilice, el porcentaje deberá ser el 50% o bien el 37.5%.

En el caso de la triple interacción, el testigo fue el de mayor rendimiento (Figura 1), superando a los mejores sustratos orgánicos en 21.03%; sin embargo, por su método de fertilización, no está dentro de la normatividad orgánica.

Los mejores sustratos orgánicos fueron vermicomposta tanto con arena al 50% como con perlita al 37.5% y al 50% así como la biocomposta mas perlita al 37.5%, con una media de 91.42 t/ha, superando los rendimientos obtenidos en campo en 284.62%, es decir que con éstos sustratos, se puede producir orgánicamente bajo invernadero, evitando así el período de transición



vermicomposta; B, biocomposta; A, arena; P, perlita;
Barras con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS, p≤5%)

Figura 1. Comparación de medias de rendimiento de tomate en sustratos orgánicos. CELALA-CIRNOC-INIFAP. 2005.

Calidad.

Los mejores tratamientos para la variable peso de fruto fueron vermicomposta mas arena al 50 y 37.5%, vermicomposta mas perlita al 50 y 37.5% así como el testigo con una media de 238.4 g; éstos tratamientos superan a lo obtenido tanto por Ríos (2002) como López (2003), ya que mencionan valores en hidroponía para el mismo genotipo utilizado de 154.09 y 221.52 g

En el caso de espesor de pulpa, se obtuvieron cuatro grupos de significancia dentro de

un rango de 0.70 y 0.89 cm, siendo los tratamientos, biocomposta mas arena al 12.5% y vermicomposta mas arena al 37.5%, respectivamente

No se presentó diferencia significativa para las siguientes variables: diámetro polar y ecuatorial, sólidos solubles y numero de lóculos, con medias, respectivamente de 5.40 cm, 6.62 cm, 4.04 °Brix y 4 lóculos

En base a lo anterior se concluye que la calidad no se ve afectada al utilizar los sustratos orgánicos

CONCLUSIONES

El rendimiento obtenido en promedio de los cuatro mejores tratamientos, vermicomposta tanto con arena al 50% como con perlita al 37.5% y al 50% así como la biocomposta mas perlita al 37.5%, es de 91.42 t/ha, supera a los rendimientos obtenidos en campo en 284.62% sin demeritar la calidad. Lo anterior pone de manifiesto que producir orgánicamente tomate en invernadero aumenta considerablemente los rendimientos

Por otro lado, si bien, los tratamientos mencionados, fueron superados por el tratamiento testigo, éste provocó una erogación considerable por concepto de fertilizantes, cantidad no gastada si la composta es autoelaborada por los productores; además, del precio premium obtenido por las ventas de alimentos orgánicos

Cabe señalar que en estudios posteriores será necesario evaluar el suministro de composta periódicamente o bien fertilizar mediante algunas otras técnicas orgánicas para aumentar los rendimientos

BIBLIOGRAFÍA

- Castellanos, Z. J. 2003. Análisis de costos de inversión y producción de tomate en invernadero. *En: Muñoz, R.J.J.; Castellanos Z. J. (eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México. pp.321-332*
- Castilla, N. 2003. Estructuras y equipamientos de invernaderos. *En: Castellanos, Z.J.; Muñoz, R.J.J. Memoria del Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. INIFAP. México. pp. 1-11.*
- Diver, S.; Kuepper, G and Born, H. 1999. Organic tomato production. National center for appropriate technology . ATTRA publication #ct073/149. University of Arkansas. Fayetteville, Ar.
- DOF. 1995. Diario oficial de la federación. *Norma Oficial Mexicana NOM – 037 - FITO-1995*, por lo que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. México, D. F., 23 de abril de 1997. 11 p.
- EU. 1991. Boletín Oficial de la Comunidad Económica Europea. Reglamento CEE No. 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. 24 de junio.
- FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia
- FAOSTAT.2004.
<http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servl et=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN>. Última actualización 14 de julio de 2005.

- Gewin, V. 2004. Organic Faqs. Nature 428:796-798
- Gómez, T. L.; Gómez, C. M. A.; Schwentesius, R. R. 1999. Producción y comercialización de hortalizas orgánicas en México.. En: C de Grammont, H.; Gómez, C. M. A.; González, H.; Schwentesius R. R (eds) Agricultura de exportación en tiempo de globalización. El caso de las hortalizas, frutas y flores. CIESTAAM/UACH. pp 121-158.
- Govindasamy, R., y J. Italia. 1999. Predicting Willingness-to-Pay a Premium for Organically Grown Fresh Produce. Journal of Food Distribution Research July: 44-53.
- Huxham K., S.; Sparkes L., D and Wilson P. 2005. The effect of conversion strategy on the yield of the first organic crop. Agriculture, Ecosystem and Environment 106: 345-357
- IFOAM. 2003. Normas para la producción y procesado orgánico. Victoria, Canadá.
- JAS. 2004. Normas agrícolas japonesas. Consulta en 20 de noviembre de 2004, <http://www.maff.go.jp/soshiki/sgokuhin/hinshitu/organic/eng_yuki_top.htm>
- Lockwood H., A. 2004. Human testing of pesticides: ethical and scientific considerations. American Journal of public health 94: 1908-1916
- López E. J. I. 2003. Producción de 7 híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno 2001-2002 en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah. México
- Luévano, G. A.; Velásquez; N. E. G. 2001. Ejemplo singular en los Agronegocios estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. Agronegocios, 9: 306-318.
- Macilwain, C. 2004. Organic: is it the future of farming. Nature 428:792-793
- Márquez, C. y Cano, P. 2005. Producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Actas Portuguesas de Horticultura. No 5, Vol 1: 219-224
- Muñoz R.J.J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. En: Muñoz, J. J. ; Castellanos, Z. J. (eds) Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México. pp. 226-262.
- Navejas J.J. 2002. Producción orgánica de tomate.. Desplegable técnica No. 5. INIFAP-CIRNO. Cd. Constitución, B.C.S. México.
- Ríos C. J. A. Evolución para rendimiento y calidad de fruto de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah. México
- Schlermeler, Q. 2004. Organic world view. Nature 428:794-795
- USDA. 2004. National Organic Program. Federal register. USDA. United States Department of Agriculture.
- Zaidan, O. 1997. La producción del tomate. Ministerio de relaciones exteriores, Centro de Cooperación Internacional y Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, Centro Internacional para el Desarrollo Agrícola del estado de Israel.

PRODUCCIÓN DE TOMATE EN SUSTRATO DE VERMICOMPOSTA/ARENA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Norma Rodríguez Dimas¹, Pedro Cano Ríos² y Esteban Favela Chávez¹.

¹Postgrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio, Narro-Unidad. Periférico y Carr. Sta. Fe. Torreón Coah. ²CELALA-CIRNOC-INIFAP. Km 17.5 Carr. Torreón-Matamoros, Coah.

INTRODUCCIÓN

El tomate es el cultivo más explotado bajo condiciones de invernadero debido a su alta capacidad de producción y su alto consumo. La producción potencial de este cultivo bajo condiciones de invernadero con alta tecnología es de alrededor de 500 ton/ha/año. (Muñoz, 2003) En la actualidad, la producción de hortalizas en México pasa por una crisis debido a la baja productividad y rentabilidad de las mismas. La excepción no lo es para la producción de tomate en la Región Lagunera, la cual ha disminuido anualmente, debido a que su cosecha y comercialización se realiza en una época en que su precio es bajo, debido a la alta oferta y baja demanda. Aunado a lo anterior, en el proceso de producción se utilizan productos químicos que han ocasionado un rechazo del producto por parte de los mercados internacionales; además, el uso desmedido de estos productos representa un factor importante de contaminación del medio ambiente y del producto que al ser ingerido puede causar serio daño a la salud del consumidor.

Una alternativa es producir tomate bajo condiciones de invernadero con una tecnología que no genere contaminación. Una de esas alternativas es la producción orgánica, la cual utiliza compostas y el control de organismos dañinos se lleva a cabo mediante compuestos orgánicos como neem, ajo y otro tipo de sustancias no contaminantes de origen orgánico. Urrestarazu *et al.* (2001) evaluó diferentes sustratos de composta, generada a partir de distintos residuos de hortalizas y materia vegetal, concluyendo que ésta composta puede ser utilizada como mejorador de suelo para cultivos hortícolas y como un sustrato favorable al medio ambiente. Por otro lado, Abou-Hadid *et al.* (2001) evaluando el efecto de residuos compostados y concentraciones de macronutrientes en la producción de pepino en invernadero, con aplicación de estiércol de pollo y residuos de plantas de pepino compostados, encontraron en la etapa final que las concentraciones de N, P y K fueron mayores con la aplicación de composta.

Reis *et al.* (2001) evaluando composta de residuos orgánicos como sustrato en la producción de plántula de tomate obtuvieron buen desarrollo de las plántulas, usando composta de una mezcla de corteza de pino y orujos de parra (vid).

Gómez (2003) en la Región Lagunera, evaluando mezclas de vermicomposta de estiércol de bovino con arena en tomate bajo invernadero encontró rendimientos que oscilaron entre los 170 y 130 ton/ha. Lo anterior demuestra que es factible obtener rendimientos de alrededor de 200 ton/ha en condiciones de invernadero con aplicaciones de composta de estiércol de bovinos. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue: Evaluar el fraccionamiento de aplicaciones de vermicomposta en el rendimiento y calidad del tomate bola bajo condiciones de invernadero. La Meta del presente trabajo es disponer para finales del 2005 del sustrato orgánico y forma de aplicación más apropiada para obtener al menos 200 ton/ha, de tomate bola.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el ciclo 2004-2005 (octubre a junio) en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), ubicada en el periférico y carretera Santa Fe-Torreón, Coahuila. Se realizó bajo un invernadero de 180 m² con estructura totalmente metálica, con cubierta de plástico y piso de grava; con sistema de enfriamiento que consistió en pared húmeda y dos extractores programados automáticamente, no cuenta con calefacción. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos Sustratos: S1) 50% arena + 50% composta aplicada en forma graduada; el 50% de la capacidad de la maceta al inicio, el 25% a los 79 DDS días después de la siembra (20- dic) y el 25% restante a los 134 DDS (14-feb-2005) más quelatos . S2). 50% arena + 50% composta aplicada el 100% de la capacidad de la maceta desde el inicio sin fertilizante. S3) 100% arena + fertilizantes inorgánicos. Se utilizo el híbrido de tomate Red Chief. La parcela experimental fue de 40 plantas de tomate, en una superficie de 180 m² . La separación entre hileras fue de 1.6 m. y se instalaron las macetas en doble hilera con arreglo tresbolillo espaciadas a 30 cm entre plantas, teniendo una densidad de 4.4 plantas por m². La siembra en charolas germinadoras se realizó el 2 de octubre del 2004 y se transplantó el 20 de noviembre del mismo año, en macetas de 20 Kg., la arena fue previamente lavada con agua y cloro al 5%, la solución nutritiva para el testigo fue la recomendada por Zaidan y Avidan (1997).

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo eliminando los brotes axilares, ésto debe realizarse de abajo hacia arriba para no perder la guía principal, sé entutoró sosteniendo la planta con rafia cuando alcanzó una altura de 30 cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y fruto toquen el suelo. Cuando inicio la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico) se paso el vibrador diariamente, en esta misma etapa el cultivo presentó deficiencias de micronutrientes en el sustrato S1 mismos que

desaparecieron con la aplicación del 25% de composta. Durante la fructificación en el punto rosado de los primeros racimos se procedió a deshojar, eliminando las hojas que quedan debajo de éste, la poda apical se realizó al octavo racimo. Se establecieron trampas amarillas para el control de plagas, Se realizaron revisiones visuales de la planta cada semana, la principal plaga que se presentó fue la mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring) y como plagas secundarias se presentaron el ácaro bronceado del tomate (*Acolopus lycopersici*) y gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella* Walshingham) Dichas plagas fueron controladas con insecticidas orgánicos una aplicación de Bioinsect, Killwac, biocrack 35% (2 l/ha), posteriormente se empleó una mezcla de abacok y Killwac disueltos en 8 litros de agua. a los 59 días después de la siembra se detectó cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) y a los 107 DDS *Alternaria solani* se propagan a través del viento, ambos fitopatógenos fueron controlados con fungicidas orgánicos : BioFyB , Sedic, ambos en concentraciones de 50ml/8 litros de agua. Las variables evaluadas fueron: precocidad (días a la floración), Número de nudos, altura de planta, rendimiento, calidad de fruto (peso de fruto, tamaño de fruto, sólidos solubles, espesor de pulpa y Número de loculos). Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Precocidad, altura y número de nudos.

En precocidad se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. El sustrato S2 presentó mayor precocidad con 66 días después de la siembra mientras que los sustratos S3 y S1 fueron estadísticamente iguales y más tardíos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Inicio de floración en DDS de tres tratamientos de sustratos bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. UAAAN-UL. 2005.

| Sustrato | Inicio floración DDS |
|----------------------------------------------------------|----------------------|
| S3=(Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico | 83.2 a* |
| S1 = mezcla de 50% arena + 50% composta + quelatos | 81.6 a |
| S2 = Mezcla de 50% arena + 50% composta sin fertilizante | 66.3 b |
| CV = 10.3 | Media = 75.7 |

*Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes (DMS=0.05).

Para la variable altura de planta no se encontró diferencias significativas entre los sustratos, presentando una media de 262 cm y un coeficiente de variación de 16.3, la altura de planta fluctuó entre 296 y 238 cm. Para la variable número de nudos el análisis de varianza encontró diferencias significativas en tratamientos, mostrando una media de 36 nudos y un

coeficiente de variación de 14.7 en el Cuadro 2 se observa que el tratamiento S3 y S1 presentan mayor número de nudos.

Cuadro 2. Número de nudo de tomate en tres tratamientos de sustratos bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. UAAAN-UL 2005.

| Sustrato | Número de nudo |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|
| S3=(Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico | 39.7 a* |
| S1 = mezcla de 50% arena + 50% composta graduada + quelatos | 34.9 ab |
| S2 = mezcla de 50% arena + 50% composta sin fertilizante | 32.8 b |
| CV = 14.7 | Media = 36.0 |

*Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes (DMS=0.05).

Rendimiento total.

Se encontró diferencias altamente significativas para rendimiento total, el rendimiento promedio fue de 210.9 ton ha⁻¹ con un coeficiente de variación de 34.4%. En la comparación de medias se observa que el testigo arena + fertilizantes mostraron los mayores rendimientos seguido por el tratamiento la mezcla de arena composta al 50% en forma graduada son estadísticamente iguales, mientras que el tratamiento de menor rendimiento lo mostró el tratamiento la mezcla de arena- composta al 50% sin fertilizante. En cuadro 3 se puede observar que el testigo (S3) es 53.1% mayor que S2, y el sustrato S1 es 49.5% más productor que S2; así mismo, de los dos grupos de significancia el tratamiento S1 presentada por las compostas + quelatos, queda en el segundo lugar lo que permite utilizarlo en la producción orgánica en invernadero. Castellanos (2003) menciona que el consumo de nutrientes en los cultivos en invernaderos es muy elevado, por lo que es necesario el suministro de nutrientes, sin embargo, los nutrimentos contenidos en las compostas, en los quelatos y más los del agua son suficientes para obtener buenos rendimientos.

Estos resultados superan a los obtenidos por Marquéz y Cano (2004) quienes evaluaron sustratos y genotipos con manejo orgánico y reportaron un rendimiento para el testigo de 114.5 y para el sustrato 50% composta + 50% de arena con 71.8 ton ha⁻¹

Fricke (2004) evaluando la influencia de diferentes dosis de agua y sustratos en la producción de tomate en invernadero menciona que la permanente irrigación incrementa el rendimiento reporta 14.9 kg /m² mientras que en el presente estudio se obtuvo 26.3 Kg/m² superando los resultados de este autor. No así con Pívor *et al.* (2004) quien evaluando la calidad de agua en sustrato en el cultivo de tomate en invernadero con sistema cerrado reporta 33.1 kg /m². Cotter y Gómez (1981) mencionan que para una producción exitosa bajo invernadero se deben producir 100 ton/acre por año es decir 200 Ton ha⁻¹ por año. En el

presente trabajo el rendimiento obtenido fue de 263.4 Ton ha⁻¹ en ocho meses lo cual superan a lo indicado por dichos autores.

Cuadro 3. Rendimiento total de tomate en tres tratamientos de sustratos con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. UAAAN-UL 2005.

| Sustrato | Rendimiento Ton ha ⁻¹ |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| S3=(Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico | 263.4 a* |
| S1 = mezcla de 50% arena + 50% composta graduada + quelatos | 244.0 a |
| S2 = mezcla de 50% arena + 50% composta sin fertilizante | 123.5 b |
| CV = 34.4 | Media = 210.9 |

*Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes (DMS=0.05).

Calidad de fruto.

Se detectaron diferencias altamente significativas en peso de fruto y sólidos solubles. El peso del fruto fluctuó entre 184 y 161.7 g, el sustrato que presentó el mayor peso fue el testigo (S3), mientras que el de menor peso S2. Para sólidos solubles los valores fluctuaron entre 5.3 y 4.8 grados brix (Cuadro 4). En el diámetro ecuatorial se encontró diferencias significativas, mostrando una media de 7.2 cm. Para el diámetro polar del fruto promedio fue de 6.1 cm, el análisis no mostró diferencias significativas entre sustratos, a si mismo tampoco se encontró diferencias significativas para espesor de pulpa y número de lóculos.

Cuadro 4. Calidad de fruto de tomate en tres tratamientos de sustratos con manejo orgánico bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. UAAAN-UL 2005 en la Comarca Lagunera.

| Sustrato | Peso Fruto gr | Diam. Polar cm | Diam. Ecu cm. | Grad. Brix | E. pulpa Cm | No lóculos |
|-----------------|---------------|----------------|---------------|------------|-------------|------------|
| S3 ¹ | 184.2 a * | 5 NS | 7.33 a* | 4.8 b * | 0.72 NS | 5 NS |
| S1 ² | 163.7 b | 4 | 7.1 b | 5.33 a | 0.75 | 5 |
| S2 ³ | 161.7 b | 5 | 7.0 b | 5.26 a | 0.73 | 5 |
| Media | 171.2 | 6.1 | 7.2 | 5.1 | 0.73 | 5 |
| C V | 17.5 | 18.8 | 6.6 | 8.8 | 15.3 | 13.4 |

*Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes (DMS=0.05).

¹S3=(Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico.

²S1 = mezcla de 50% arena + 50% composta graduada + quelatos.

³S2 = mezcla de 50% arena + 50% composta sin fertilizante.

CONCLUSIONES

Para este primer ciclo de evaluación se cumplió con el objetivo de producir tomate en época de escasez bajo las condiciones climáticas prevaletientes en el periodo Otoño-Invierno

en la Región Lagunera con el manejo orgánico y se supero la meta de producir al menos 200 Ton ha⁻¹ El tratamiento testigo y S1 fueron superiores en rendimiento, y estadísticamente iguales en diámetro polar, espesor de pulpa y número de lóculos, mientras que en el peso y diámetro ecuatorial el sustrato S3 (testigo) mostró los mayores valores. En el contenido de sólidos solubles fue mayor en las mezclas de arena-composta al 50% que en el sistema de fertirrigación (testigo), Esta es una primera fase de líneas de investigación orientadas a la obtención de un paquete tecnológico para el sistema de producción orgánica en invernadero.

El S1 (arena-composta al 50% en forma graduada más quelatos) iguala al testigo en rendimiento, en diámetro polar, espesor de pulpa y número de lóculos, mientras que en sólidos solubles lo supera, por lo que este sustrato se puede considerar para su uso en invernadero.

BIBLIOGRAFIA

- Abou-Hadid A.F., O. Mohamed A., A. Abdel-Fattah I., E. Mohamed S. 2001. Effect of composted greenhouse wastes on macro-nutrients concentration and productivity of cucumber, International symposium on composting of organic matter editors C. Balis, K. Lasaridi, R. A. K. Halkidiki, Macedonia, Greece.
- Castellanos J.Z. 2003. Manejo de la fertirrigación en suelo. p.109-129. *En*: Muñoz J.J.-Ramos y J.Z. Castellanos (Eds). manual de producción hortícola en invernadero. INACAPA. México.
- Cotter, D.J., y Gomez, R.E. 1981. Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U. New Mexico, U.S.A.
- Fricke A. 2004. Influence of different surplus irrigation and substrate on production of greenhouse tomatoes.- Institute of Vegetable Crops, University of Hanover, D-30419 Hannover, Germany *En*: <http://www.icia.es/eventos/wqq96/boa/session3.html#>
- Gómez F.L 2003. Comparación de dos genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. *En*: Memoria de la XV semana internacional de agronomía FAZ-UJED septiembre 2004.
- Márquez H. , C. P. Cano R. 2004. Producción de tomate orgánico en invernadero. Segundo Simposium internacional de producción de cultivos en invernadero. 20 y 21 de mayo 2004. Fundación UANL y Facultad de agronomía UANL.
- Muñoz R. J. J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. P 226. *En* Muñoz R. J.J. y J. Castellanos Z. Manual de producción hortícola en invernadero . INCAPA Celaya , Gto, México.
- Pivot D., A. Reist, J.-M. Gillioz, J.-P. Ryser . 2004. Water quality, climatic environment and mineral nutrition of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) in closed soilless cropping system. Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, Centre des Fougères, CH-1964 Conthey, Switzerland. *En* : <http://www.icia.es/eventos/wqq96/boa/session3.html#>
- Reis M., F.X. Martinez, M. Soliva, A.A. Monteiro, 2001, Composted organic residues as a substrate component for tomato transplant production. International Symposium on Composting of Organic Matter. Editors C. Balis, K. Lasaridi, R.A.K. Szmidt, E. Stenifort, J. Lopez-Real. 1 March 2001, N° artículo 17. vol 1. Halkidiki, Macedonia, Greece.**
- SAS. 1998. el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12. Edition Cary N:C: United States of America.
- Urrestarazu M., M.C. Salas, M. I. Padilla, J. Moreno, M. A. Elorrieta, G.A. Carrasco. 2001. Evaluation of different compost from horticultural crop residues and their uses in greenhouse soilless cropping. International symposium on composting of organic matter editors C. Balis, K. Lasaridi, R. A. K. Halkidiki, Masedonia, Grece.
- Zaidan, O. y A. Avidan,(1997). CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel.

APLICACIÓN COMPUTACIONAL EN RED PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS DEMANDAS DE AGUA Y LA CALENDARIZACIÓN DE LOS RIEGOS DE LOS CULTIVOS EN LOS DISTRITOS DE RIEGO DEL PAÍS

Ernesto A. Catalán Valencia, Ignacio Sánchez Cohen, Magdalena Villa Castorena, Marco A. Inzunza Ibarra, Segundo F. Mendoza Moreno¹

¹CENID RASPA INIFAP. Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo.
catalan.ernesto@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La menor disponibilidad de agua observada en las presas del país en los últimos años y la consecuente sobreexplotación de los acuíferos subterráneos urgen al establecimiento de estrategias para ejercer un mayor control en la administración de los recursos hídricos. Entre estas estrategias destaca la tecnificación del riego la cual implica la incorporación de técnicas y métodos más racionales y cuantitativos que permitan ejercer un mayor control en la ejecución de esta importante práctica agrícola. Una de las técnicas más recomendadas para mejorar la productividad y eficiencia del riego parcelario es la programación o calendarización adecuada de los riegos de los cultivos.

Existen diversos métodos de aproximación para estimar el consumo de agua de los cultivos y realizar la programación de sus riegos aún cuando su uso ha sido prácticamente restringido a técnicos y especialistas en el área de las relaciones Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. La aplicación de dichos métodos por parte de agentes de cambio y usuarios del riego es prácticamente nula, y la programación de los riegos normalmente se realiza sin más criterio que la experiencia de los usuarios y muchas veces es limitada por la operación de la infraestructura hidroagrícola de los distritos de riego. Para revertir esta situación se requiere de una mayor sistematización y difusión de las técnicas disponibles.

La aparición del Internet ha permitido a instituciones, empresas y particulares la transmisión de información de un sitio a otro en tiempo real. La aplicación aquí descrita forma parte de un proyecto del INIFAP en el que se pretende proveer a los usuarios del riego, y a través de la página WEB del INIFAP, con herramientas especiales que les ayuden a resolver algunos problemas planteados por la tecnificación del riego. Estas herramientas varían desde aplicaciones simples que permitan el acceso a archivos o bases de datos, aplicaciones que además realicen procesos simples sobre la información contenida en los archivos o bases de datos, y finalmente como en el caso aquí descrito, aplicaciones que además permitan al usuario la ejecución interactiva de programas especializados a través de la red de Internet.

DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN

La aplicación aquí descrita integra una serie de archivos y rutinas que fueron programadas con los lenguajes PERL, HTML y POSTGRES. Se encuentra residente en el servidor del CENID RASPA y se tiene acceso permanente a ella a través de la página WEB del INIFAP (<http://inifap.gob.mx>), seleccionando de manera sucesiva los vínculos o ligas de “Campos experimentales” y “Cenid Raspa”.

El usuario proporciona la información requerida en una pantalla de captura dinámica la cual transmite los datos, a través de la red de Internet, al servidor del CENID RASPA donde se ejecuta la aplicación para después retransmitir al usuario los resultados.

DATOS REQUERIDOS POR LA APLICACION

Información del clima del lugar

En un mapa hipertexto desplegado por el programa, el usuario selecciona el estado o entidad federativa y el distrito de riego correspondiente a su localidad (Cuadro 1). En base a esto se consultan archivos que contienen datos como la latitud del lugar, y los valores diarios promedio de 20 años de las temperaturas máxima y mínima del aire (° C), así como la precipitación o lluvia (mm). Con esta información se estiman las demandas de agua del cultivo.

Información del cultivo

Se requiere proporcionar el tipo de cultivo a escoger de una lista de 62 cultivos distintos (Cuadro 2), la fecha de siembra y el ciclo vegetativo en días.

Información del suelo

Del suelo se requiere la siguiente información:

-Profundidad de riego o profundidad de raíces (Pr) en centímetros.

-Número de estratos y espesor por estrato en centímetros en caso de suelo estratificado.

Se requiere además proporcionar las constantes de humedad (Θ_{CC} y Θ_{PMP}) que determinan la humedad aprovechable o humedad disponible (HA) en el perfil del suelo (Pr) para las plantas:

$$HA = (\theta_{CC} - \theta_{PMP})Pr \quad 1$$

Donde Θ_{CC} es el contenido de humedad del suelo a capacidad de campo, definido originalmente como la máxima cantidad de agua que el suelo puede retener contra la fuerza de gravedad, después de haber sido saturado de agua y en ausencia de evaporación directa. En términos prácticos, Θ_{CC} se refiere a un contenido de humedad del suelo que se logra después de que el movimiento descendente o drenaje del agua ha disminuido hasta un nivel que podría ser considerado como una pérdida de agua mínima o despreciable. Por su parte Θ_{PMP} es el

contenido de humedad del suelo conocido como el punto de marchites permanente bajo el cual ciertas plantas o cultivos indicadores son incapaces de recuperar su turgencia, aun después de ser colocados en una atmósfera saturada por un período de 12 horas. Se considera al punto de marchites permanente como un contenido de humedad del suelo mínimo permisible para las plantas.

Cuadro 1. Distritos de riego incluidos en la aplicación

| ESTADO | No. | NOMBRE | ESTADO | No. | NOMBRE |
|----------|-----|---------------|--------|------|------------------|
| AGS | 1 | PABELLÓN | MICH | 87 | ROSARIO |
| BC | 14 | RIO COLORADO | MICH | 97 | CARDENAS |
| BCS | 66 | SANTO DOMINGO | MICH | 98 | MORELOS |
| CAM | 81 | CAMPECHE | MICH | 99 | LA MAGDALENA |
| COAH | 6 | PALESTINA | MOR | 16 | EDO MORELOS |
| COAH/DGO | 17 | LA LAGUNA | NAY | 43 | NAYARIT |
| COL | 53 | COLIMA | NL | 4 | DON MARTIN |
| CHI | 5 | DELICIAS | NL | 31 | LAS LAJAS |
| CHI | 9 | JUÁREZ | OAX | 19 | TEHUANTEPEC |
| CHI | 42 | BUENAVENTURA | PUE | 30 | VALSEQUILLO |
| CHI | 83 | PAPIGOCHIC | QR | 102 | RIO HONDO |
| CHI | 89 | EL CARMEN | QRO | 23 | SAN JUAN DEL RIO |
| CHI | 90 | BAJO CONCHOS | SIN | 10 | CULIACAN |
| CHI | 103 | RIO FLORIDO | SIN | 63 | GUASAVE |
| DGO | 52 | DURANGO | SIN | 74 | MOCORITO |
| GRO | 57 | CUTZAMALA | SIN | 75 | RIO FUERTE |
| GRO | 68 | TEPECUACUICO | SIN | 76 | EL CARRIZO |
| GRO | 95 | ATOYAC | SLP | 49 | RIO VERDE |
| GRO | 104 | CUAJINICUILA | SON | 18 | COLONIAS YAQUIS |
| GRO | 105 | NEXPA | SON | 37 | ALTAR |
| GTO | 11 | RIO LERMA | SON | 38 | RIO MAYO |
| GTO | 85 | LA BEGOÑA | SON | 41 | RIO YAQUI |
| HGO | 3 | TULA | SON | 51 | HERMOSILLO |
| HGO | 8 | MEZTITLAN | SON | 84 | GUAYMAS |
| HGO | 28 | TULANCINGO | TAM | 25 | BAJO RIO BRAVO |
| HGO | 100 | ALFAJAYUCAN | TAM | 26 | RIO SAN JUAN |
| JAL | 13 | JALISCO | TAM | 29 | XICOTENCATL |
| JAL | 93 | TOMATLAN | TAM | 39 | RIO FRIO |
| JAL | 94 | JALISCO SUR | TAM | 50 | ACUÑA |
| MEX | 33 | EDO MEXICO | TAM | 86 | SOTOLAMARINA |
| MEX | 44 | JILOTEPEC | TAM | 92.2 | ANIMAS |
| MEX | 73 | LA CONCEPCIÓN | TLX | 56 | ATOYAC-ZA |
| MEX | 88 | CHICONAUTLA | VER | 92.1 | RIO PANUCO |
| MEX | 96 | ARROYOZARCO | VER | 35 | LA ANTIGUA |
| MICH | 20 | MORELIA | VER | 60 | EL HIGO |
| MICH | 24 | CHAPALA | VER | 82 | RIO BLANCO |
| MICH | 45 | TUXPAN | YUC | 48 | TICUL |
| MICH | 61 | ZAMORA | ZAC | 34 | ZACATECAS |

El programa da al usuario tres posibles opciones para proporcionar los valores de Θ_{cc} y Θ_{PMP} dependiendo de la información disponible por éste. Se pueden proporcionar datos

representativos de todo el perfil del suelo, o bien, de cada estrato o profundidad en caso de tratarse de un suelo estratificado:

Cuadro 2. Cultivos considerados en el programa

| CULTIVOS ANUALES | | | | | |
|-------------------|-----------|-------------|------------|----------|-----------|
| AJO | BERENJENA | CEBADA | FRESA | LENTEJA | REPOLLO |
| AJONJOLÍ | BETABEL | CEBOLLA | FRIJOL | MAÍZ | SANDÍA |
| ALGODONERO | BRÓCOLI | CENTENO | GARBANZO | MELÓN | SORGO |
| ALPISTE | CACAHUATE | CHÍCHARO | GIRASOL | NABO | SOYA |
| APIO | CALABAZA | CHILE | HABA | PAPA | TOMATE |
| ARROZ | CAMOTE | COLIFLOR | JÍCAMA | PEPINO | TRIGO |
| AVENA | CÁRTAMO | ESPINACA | LECHUGA | RÁBANO | ZANAHORIA |
| CULTIVOS PERENNES | | | | | |
| AGUACATE | LIMONERO | NARANJO | PALMA COCO | PERA | TORONJA |
| ALFALFA | MANDARINA | NOGAL | PAPAYA | PISTACHO | VID |
| CAÑA | MANGO | OLIVO | PASTO | PLÁTANO | |
| DURAZNO | MANZANO | PALMA DÁTIL | | | |

- Opción 1: Si se conocen, proporcionar los valores de Θ_{CC} y Θ_{PMP} .
- Opción 2: Si no conocen Θ_{CC} y Θ_{PMP} , proporcionar los contenidos de arena, arcilla y materia orgánica del suelo. El programa luego ejecuta una subrutina para estimar indirectamente Θ_{CC} y Θ_{PMP} en función de la información anterior (Rawls y Brakensiek, 1982).
- Opción 3: Si no se conoce la información solicitada en las dos opciones anteriores, proporcionar la categoría o clasificación del suelo por textura (Cuadro 3). El programa luego asume valores típicos de Θ_{CC} y Θ_{PMP} de acuerdo a la textura del suelo.

Cuadro 3. Categorías por textura de los suelos (USDA, 1952)

| | | | |
|----------|---------------|------------------------|----------------|
| ARENOSO | FRANCO | FRANCO ARCILLOSO | ARCILLOSO |
| ARENO | LIMOSO | FRANCO ARCILLO ARENOSO | ARCILLO |
| FRANCOSO | | | ARENOSO |
| FRANCO | FRANCO LIMOSO | FRANCO ARCILLO LIMOSO | ARCILLO LIMOSO |
| ARENOSO | | | |

Otro dato importante requerido por el programa es la fracción o porcentaje de abatimiento máximo (FAM) de la humedad aprovechable del suelo que el usuario está dispuesto a permitir entre dos riegos sucesivos, la cual determina la dosis o lamina de riego (L_r):

$$L_r = FAM * HA \quad 2$$

Opciones para la definición del programa de riegos

Como opciones para la determinación del programa de riegos el programa solicita:

- Si se considera o no la aplicación de un riego de presiembra.

- Si se consideran o no abatimientos de la humedad aprovechable variable (FAM), por etapas de desarrollo del cultivo. En caso afirmativo, se deben ingresar el número de etapas fenológicas, la duración en días y los correspondientes valores de FAM para cada una de ellas. En el caso negativo se requiere únicamente el porcentaje de abatimiento de la humedad aprovechable para todo el ciclo del cultivo. Este dato puede ser relevante para lograr una calendarización de los riegos más eficiente, ya que algunos cultivos son más tolerantes al estrés hídrico en algunas etapas de su desarrollo.

PRINCIPALES CALCULOS REALIZADOS POR LA APLICACION

El balance de agua en el suelo

Uno de los métodos más conocidos para realizar la programación de los riegos de un cultivo es el método del balance de agua en el suelo:

$$\Delta\theta = R + P - ETr - D \quad 3$$

Donde $\Delta\theta$ es el cambio en el contenido de agua en el suelo, R es la cantidad de agua aplicada por riego, P es la precipitación o lluvia y D son las pérdidas de agua por drenaje o precolación profunda. Cada uno de estos términos debe ser cuantificado en las escalas de tiempo y espacio adecuadas para resolver la ecuación anterior. 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. 3 (Fox, et al., 1994, Ojeda, et al., 1999, Catalán, 2002).

Estimación del momento del riego y las dosis o láminas de riego

El contenido de agua del suelo en un día particular, θ_i , se estima en base al contenido de agua del suelo del día previo, θ_{i-1} , y el resto de los términos de la Ec. 3 estimados para el día actual:

$$\theta_i = \theta_{i-1} + R_i + P_i - ETr_i - D_i \quad 4$$

Luego se compara el valor de θ_i con un contenido de agua del suelo crítico, θ_c , para determinar el momento del riego. Si θ_i es menor que θ_c , entonces el cultivo debe ser irrigado el día siguiente, si no, entonces se actualizan cada uno de los términos de la Ec. 4 para el día siguiente y se compara nuevamente θ_i con θ_c . El valor de θ_c se estima en función de la humedad aprovechable o disponible para el cultivo (HA) y la fracción de abatimiento máximo de HA permisible entre riegos (FAM):

$$\theta_c = HA(1.0 - FAM) \quad 5$$

Donde tanto HA como FAM ya han sido previamente definidas. La cantidad de agua por aplicar, R, puede calcularse como la diferencia entre Ha y Θ_c , o bien como la lámina de riego Lr según la Ec. 2.

Estimación de la Evapotranspiración o consumo de agua

El consumo de agua o evapotranspiración (ETr) se calcula en base a la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET₀):

$$ETr = K_s K_c ET_0 \quad 6$$

Donde ET₀ es la evapotranspiración potencial de un cultivo de referencia, alfalfa o pasto, bien irrigado sin limitaciones de agua (Allen et al., 1990; Jensen et al., 1990). La ET₀ se estima con el método original de Hargreaves (1974), modificado posteriormente por Hargreaves y Samani, (1982), el cual requiere de la latitud del lugar y datos diarios de temperatura del aire (temperatura máxima y mínima). El parámetro K_c es un coeficiente adimensional empírico para un cultivo específico, un determinado estado de crecimiento y un estado de humedad del suelo específico. Indica la capacidad relativa de la superficie del suelo y cultivo específicos de igualar la demanda evaporativa de la superficie del suelo y cultivo de referencia bajo las mismas condiciones climáticas (Jensen, et al. 1990) . Los valores de K_c se obtienen de una curva específica de este coeficiente para cada cultivo que describe la variación de K_c en el tiempo, a través de la estación de crecimiento del cultivo (Doorenbos y Pruitt, 1977). Al producto K_s*ET₀ también se le conoce como la evapotranspiración máxima del cultivo. El parámetro K_s es otro factor adimensional que restringe el consumo de agua máximo del cultivo por efecto de la resistencia al flujo de agua inducida por el abatimiento o déficit de humedad del suelo, por lo que ETr depende también del manejo del riego propuesto por el propio usuario.

Estimación de la lluvia efectiva y las pérdidas de agua por percolación

El término de precipitación (P) se estima como lluvia efectiva ya que una parte de la lluvia se pierde por evaporación o escurrimiento y no se encuentra disponible para las plantas. Debido a la complejidad de estos procesos, la lluvia efectiva se estima mediante funciones empíricas derivadas de análisis estadísticos. Por su parte, las pérdidas de agua por drenaje o precolación profunda ocurren cuando la capacidad de almacenamiento de agua en el perfil del suelo es rebasada, o sea, cuando P-ETr es mayor que HA; su valor se calcula como:

$$D = HA - P + ETr \quad 7$$

RESULTADOS PROPORCIONADOS POR LA APLICACION

El resultado principal la aplicación despliega una tabla con el calendario o programa de riegos del cultivo el cual indica: Nombre del lugar, cultivo, fecha de siembra, fecha de madurez,

el número de riegos, la lámina de agua por riego (cm), la fecha de aplicación de cada riego, y los intervalos de riego en días entre dos riegos sucesivos. Además se presentan de manera gráfica y tabulada los valores diarios de la ET de referencia, la ET máxima del cultivo, la ET actual o consumo de agua, la precipitación efectiva, el requerimiento de riego y el déficit de humedad en el suelo. En el Cuadro 4 se muestran los calendarios de riego obtenidos para los cultivos de frijol, sorgo y trigo en el distrito de riego 042 de Buenaventura, Chihuahua, en base a los datos de clima promedio de 20 años y para un suelo de textura franca.

Cuadro 4. Calendarios de riego para el distrito de riego 042 de Buenaventura, Chihuahua

| CULTIVO: FRIJOL; FECHA DE SIEMBRA: 01/06; CICLO DEL CULTIVO: 100 DÍAS | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| NUMERO DE RIEGOS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | TOTAL |
| LAMINA DE RIEGO (CM) | 12 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 50 |
| INTERVALO DE RIEGO (DÍAS) | 0 | 20 | 18 | 14 | 12 | 12 | 12 | |
| CULTIVO: SORGO; FECHA DE SIEMBRA: 15/04; CICLO DEL CULTIVO: 120 DÍAS | | | | | | | | |
| NUMERO DE RIEGOS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | TOTAL |
| LAMINA DE RIEGO (CM) | 14 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | | 57 |
| INTERVALO DE RIEGO (DÍAS) | 0 | 30 | 25 | 15 | 15 | 15 | | |
| CULTIVO: TRIGO; FECHA DE SIEMBRA: 03/01; CICLO DEL CULTIVO: 130 DÍAS | | | | | | | | |
| NUMERO DE RIEGOS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | TOTAL |
| LAMINA DE RIEGO (CM) | 14 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 65 |
| INTERVALO DE RIEGO (DÍAS) | 0 | 32 | 20 | 16 | 14 | 14 | 14 | |

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. 2002. Progrma para la Calendarización del riego parcelario. Informe de Investigación. CENID RASPA INIFAP. Gómez Palacio, Dgo., México.
- Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1977. Crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 24. Food and Agriculture Organization. United Nations, 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.
- Hargreaves, G.H. 1974. Estimation of potential and crop evapotranspiration. Trans. ASAE 17:701-704.
- Hargreaves, G.H., and Z.A. Samani. 1982. Estimating potential evapotranspiration. J. Irrig. Drain. Div., ASCE, 108:223-230.
- 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. Pronostico del riego en tiempo real. Centro Nacional de Transferencia de Tecnología de Riego y Drenaje. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.
- Rawls, W. J. and D. L. Brankensiek. 1982. Estimating soil water retention from soil properties. Journal of the ASCE. Vol. 108, No. IR2, pp 166-171.
- U.S. Department of agriculture. 1951. Soil Survey Manual. USDA Handbook 18. USDA. Washington, DC.

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE CABRAS BOER Y BOER X NUBIA. I. DISTRIBUCION CIRCANUAL DE EMPADRES

C. A. Meza-Herrera ^{1,2}, C. Romero-Vega ¹, y A. Gómez-González ³

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

³ Centro de Mejoramiento Genético Caprino. Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

cmeza2000@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La reproducción de las cabras es un proceso complejo cuya instalación y desarrollo implica una estrecha y precisa sincronía con el ambiente que los rodea abarcando desde la disponibilidad y calidad de alimentos hasta fenómenos geofísicos tales como el fotoperiodo y los factores físicos y sociales (Gutiérrez, 2001). De estos factores los cambios estacionales determinan la sobrevivencia de los adultos y las crías dictando temporadas de apareamiento que significa una estrategia de adaptación para preservar la especie (Ramírez, 2001). La actividad reproductiva y la estacionalidad en cabras se da como consecuencia de la pérdida temporal de respuesta a un fotoperiodo inhibitorio de días largos (inicio de la actividad reproductiva) y un fotoperiodo estimulador de días cortos (cese de la actividad reproductiva), debido a su propio ritmo endógeno circanual de la actividad ovulatoria cíclica (Gamboa, 1986).

Estas aseveraciones indican la complejidad de los procesos reproductivos ya que implican un equilibrio entre el animal y su ambiente para lograr comprender el comportamiento reproductivo de la cabra. Sin embargo, el factor raza juega un papel importante ya que entre razas se muestran diferencias en cuanto a la actividad sexual mostrada durante el año, la cual puede verse restringida a una determinada época del año, es por eso que las cabras se identifican como poliéstricas estacionales (Arbiza, 1986).

De esta forma el fotoperiodo y la estación del año junto con la raza determinan la existencia de una no restringida distribución de empadres ó una estacionalidad reproductiva de las cabras. La cabra Boer se desarrolla bien en todas las regiones climáticas de Sudáfrica, incluyendo el clima mediterráneo, tropical y semidesértico. En 1992 la UNAM importó de Nueva Zelandia 100 embriones para transferirlos a cabras receptoras, mientras que en 1993 llegaron a México 40 sementales de los cuales 10 fueron adquiridos por el gobierno de San Luis Potosí y 30 en Nuevo León (Gómez, 1998).

Con la introducción de la cabra Boer se plantearon preguntas sobre las ventajas y desventajas que se presentan al introducir una nueva raza, como lo son los aspectos sanitarios y los sistemas de manejo, entre otros. En el Altiplano Potosino los caprinocultores utilizan la

raza Nubia para cruzarla con ganado criollo lo que es una costumbre muy arraigada (Amoah *et al.*, 1996; Gómez, 1998;), por lo que la cruce con la raza Boer se presentaba como una atractiva oportunidad para incrementar los niveles productivos de los caprinocultores potosinos en lo particular y la nacional en lo general.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad reproductiva de cabras Boer y sus retrocruzas ($\frac{1}{2}$ Boer, $\frac{3}{4}$ Boer, $\frac{7}{8}$ Boer) de acuerdo a la distribución de los empadres en las épocas del año (primavera, verano, otoño e invierno) para tener un indicador del grado de estacionalidad reproductiva de dichos genotipos, con la finalidad de tomar decisiones estratégicas que beneficien el proceso productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área.

La información utilizada para el desarrollo del presente estudio incluyó tamaño de camada (TC) de los grupos genéticos Boer, $\frac{1}{2}$ Boer - $\frac{1}{2}$ Nubia, $\frac{3}{4}$ Boer - $\frac{1}{4}$ Nubia y $\frac{7}{8}$ Boer - $\frac{1}{8}$ Nubia, registrados en los años 1994 – 2000 en el Centro de Mejoramiento Genético Caprino, el cual depende del gobierno del estado de San Luis Potosí. El Centro está ubicado en el municipio de Soledad Graciano Sánchez a 8.5 Km. de la carretera San Luis Potosí-Matehuala, localizado en las coordenadas geográficas 22° 12' LN y 100° 55' LO, a 1835 msnm, con promedios anuales de precipitación y temperatura de 271 mm y 17°C. (García, 1981). El Centro inició actividades en diciembre de 1993, con 10 sementales Boer importados de Nueva Zelanda y 10 hembras Boer importadas de Texas, EUA., además de 230 hembras Nubia de registro. El objetivo del Centro es proporcionar pie de cría con diferente nivel de encaste de Boer para los Programas de Mejoramiento Genético del Estado (Gómez, 1998).

Animales, alojamiento y manejo.

Los animales están en un sistema de estabulación libre, alojados en corrales de acuerdo a su estado fisiológico, sexo y raza. Al nacimiento del cabrito se le corta y desinfecta el cordón umbilical con una solución yodada, y tiene acceso al calostro de la madre. A los 15 días se les vacuna contra Clostridiosis y Pasterelosis, se desparasita contra endo y ectoparásitos, y reciben vitaminas A, D, E y Selenio. Las cabras reciben alfalfa acicalada solo en los períodos críticos del año (empadre, pre-parto y lactancia). El cabrito recibe durante el primer mes sorgo en grano y lacta directamente de la madre durante 60 días.

Una vez destetado, su dieta se ajusta al peso vivo e incluye 1.0 kg de alfalfa achicalda y 0.5 kg de una mezcla con 89% de sorgo en grano, 9% de harina de soya, 1% de Rumensin y 1% de carbonato de calcio. Un mes previo al empadre tanto a hembras como al semental

reciben 2.1 kg de alfalfa y 0.25 kg de sorgo molido por animal, la cual continua tres meses después del empadre. Antes del parto las hembras reciben la misma cantidad de alfalfa además de 0.25 kg de concentrado (16% PC). Durante el período de lactancia la hembra recibe 2.25 kg de alfalfa achicalada y 1.0 kg de concentrado (16 % PC). En todas las etapas fisiológicas el animal recibe agua limpia y sales minerales a libre acceso.

Registros de producción.

Al nacimiento del cabrito se hace una identificación provisional mediante una argolla, registrando el peso al nacimiento, la fecha de nacimiento, tipo de parto, identificación de la madre y el semental (número y raza) y el sexo de la cría. Al mes de edad se realiza la identificación permanente de la cría mediante un tatuaje en la oreja que perdurara durante toda la vida productiva del animal. A partir de los registros obtenidos en el período del 1994 a 1996 y 1998 al 2000 se procedió a ordenar y seleccionar las variables de interés, para lo cual se colectó la siguiente información: a) Identificación de la cría, b) sexo de la cría, c) fecha de nacimiento, d) grupo genético, e) tipo de nacimiento (simple, doble, triple, etc.), f) nivel de encaste, i) raza del padre, j) raza de la madre, k) identificación de la madre, y el padre.

Manejo de información y análisis estadísticos.

La época de empadre se calculó de acuerdo al mes de parto de la cabra, en el mismo sentido los meses del año fueron agrupados de acuerdo a la estación del año. Los registros obtenidos durante 1994-1996 y 1998-2000 para los cuatro genotipos consistieron de ½ Boer, n= 407, ¾ Boer, n= 435, 7/8 Boer, n= 183 y Boer, n= 60. El análisis estadístico de los datos consideró un procedimiento estadístico para tablas de frecuencia analizadas por ji- cuadrada. Se analizó la información de acuerdo a la distribución para datos categorizados, en tablas de contingencia para prueba de homogeneidad de los grupos genéticos. Mientras que la H_0 proponía que los cuatro grupos genéticos mostraban la misma proporción de empadres en cada una de las cuatro épocas del año, la H_a sugirió que al menos un grupo mostraba una proporción de empadres diferente para alguna de las cuatro estaciones del año. Todos lo análisis consideraron el uso del paquete estadístico SAS (Littell, *et al.*, 1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución de empadres, grupos genéticos y estaciones del año.

La hipótesis al inicio del experimento planteaba que al menos uno de los cuatro grupos genéticos tiene una proporción de empadre diferente ($P < 0.001$), con respecto a los otros en las cuatro estaciones del año (Cuadro 1). Los resultados de la prueba de Ji cuadrada confirman dicha hipótesis ya se observaron diferencias ($P=0.001$) entre grupos genéticos en la distribución

de empadres a través de las estaciones del año.

Cuadro 1. Comportamiento de las distribuciones de frecuencias de empadres de acuerdo a la estación del año para los grupos genéticos $\frac{1}{2}$ Boer, $\frac{3}{4}$ Boer, $\frac{7}{8}$ Boer y Boer en el Altiplano Mexicano (22 ° LN).

| Grupo genético | Invierno | Primavera | Verano | Otoño | Σ |
|---------------------|----------|-----------|--------|-------|----------|
| $\frac{1}{2}$ Boer, | 43 | 61 | 195 | 108 | 407 |
| $\frac{3}{4}$ Boer | 111 | 13 | 249 | 62 | 435 |
| $\frac{7}{8}$ Boer | 23 | 0 | 134 | 26 | 183 |
| Boer | 2 | 11 | 38 | 9 | 60 |
| Σ | 179 | 85 | 616 | 205 | 1,085 |

Un segundo análisis excluyó un grupo genético para todas las combinaciones posibles observando diferencias entre grupos ($P < 0.001$). Los resultados de un tercer análisis en el que se excluyeron dos grupos genéticos y se probaron las siguientes combinaciones de grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ B Vs $\frac{3}{4}$ B, $\frac{1}{2}$ B Vs $\frac{7}{8}$ B, $\frac{1}{2}$ B Vs B, $\frac{3}{4}$ B Vs B, $\frac{3}{4}$ B Vs $\frac{7}{8}$ B y $\frac{7}{8}$ B Vs B), la prueba de Ji cuadrada reveló diferencias ($P = 0.001$), ya que los grupos $\frac{1}{2}$ B y B difirieron de los grupos $\frac{3}{4}$ B y $\frac{7}{8}$ B. Mientras que los grupos $\frac{3}{4}$ B y $\frac{7}{8}$ B difirieron ($P < 0.001$), los grupos $\frac{1}{2}$ B y B no difirieron ($P > 0.001$) entre ellos.

El Cuadro 2 muestra los porcentajes de empadre de los diferentes grupos genéticos a través de las estaciones del año. Los grupos genéticos distribuyen de forma diferente ($p < 0.001$) los empadres a través de las estaciones del año. El grupo $\frac{1}{2}$ B registró empadres durante las cuatro estaciones del año, con 47.91 % en el verano, en otoño 26.54 %, primavera 14.99 % y en invierno el 10 % de empadres. El grupo genético $\frac{3}{4}$ B registró para primavera 2.99 % de empadres, y 57.24 % en verano, 14.25 % en otoño y 25.52 % en invierno. El grupo $\frac{7}{8}$ B mostró empadres en verano 73.22%, otoño 14.21 %, invierno 12.57% y en primavera no registro ningún empadre, lo cual sugiere un marcado anestro estacional durante primavera. El grupo B mostró la menor actividad reproductiva en invierno con 3.33 %, así como 18 % en primavera, 18%, verano 63% y otoño con 15%.

Cuadro 2. Comportamiento de empadres expresado en porcentaje de acuerdo a la estación del año para los grupos genéticos $\frac{1}{2}$ Boer, $\frac{3}{4}$ Boer, $\frac{7}{8}$ Boer y Boer en el Altiplano Mexicano (22 ° LN).

| Grupo genético | Invierno | Primavera | Verano | Otoño |
|--------------------|----------|-----------|--------|-------|
| $\frac{1}{2}$ Boer | 10.57 | 14.99 | 47.91 | 26.54 |
| $\frac{3}{4}$ Boer | 25.52 | 2.99 | 57.24 | 14.25 |
| $\frac{7}{8}$ Boer | 12.57 | 0.0 | 73.22 | 14.21 |
| Boer | 3.33 | 18.33 | 63.33 | 15 |

Algunas razas de ovinos y caprinos muestran importantes variaciones estacionales de su actividad reproductiva, mientras que otras solamente tienen un anestro durante la primavera (Ramírez, 2001). Por ejemplo en hembras Alpinas las actividades estral y ovulatoria inician en septiembre y finalizan en marzo (Ramírez, 2001). En Australia la hembras Cashmere muestran actividad estral de febrero a agosto (otoño-invierno) y un periodo de reposo reproductivo de septiembre a enero (primavera-verano). Hembras Cashmere ovariectomizadas y portadoras de un implante subcutáneo de E2 manifiestan marcadas variaciones estacionales en los niveles plasmáticos de LH (Roa, 2001).

En latitudes subtropicales, el nivel de nutrición es considerado un factor importante para el desarrollo del ciclo anual de reproducción (Gutiérrez, 2001). En México, las cabras de la región norte muestran una época de reposo sexual durante la primavera, regularizando su actividad sexual durante el verano a partir del mes de agosto (Gómez, 1998). Por otro lado las cabras criollas muestran una interrupción de los estros de abril a junio (Gómez, 1998). Sin embargo, independientemente de su ubicación geográfica, la cabra criolla en México se reproduce durante gran parte del año, aunque declina después de octubre, y en algunas zonas del país como en el estado de Sinaloa y de Guerrero, bajo clima tropical seco sub-húmedo las cabras son capaces de concebir casi todo el año según (Gamboa, 1986). La información generada en México sobre este aspecto ha originado resultados no concluyentes que van desde una marcada estacionalidad hasta una actividad continua a través del año con una acentuación mayor hacia los meses de junio y julio, hecho que podría estar asociado con la presencia de lluvias y mayor disponibilidad de alimento (Gamboa, 1986).

CONCLUSIONES

La distribución de la época de empadre difirió ($P < 0.001$) entre grupos genéticos, observándose una estación de empadre más amplia en el grupo $\frac{1}{2}$ Boer, ya que al menos 10% de su población mostró actividad reproductiva en cualquier época del año. Conforme se incrementó el nivel de encaste hacia Boer, se observó una reducción en la época de empadre lo cual sugiere una mayor estacionalidad reproductiva conforme se incrementa el porcentaje encaste de Nubia hacia Boer. La menor actividad reproductiva en los grupos $\frac{3}{4}$ Boer y $\frac{7}{8}$ Boer se observó en primavera, mientras que el grupo Boer mostró su menor actividad durante el invierno.

Se recomienda desarrollar un análisis que considere otros factores que puedan afectar la época de empadre como son el peso vivo y la condición corporal de la hembra a través del año entre y dentro grupo genético, asimismo, evaluar la posible relación entre la estacionalidad

reproductiva con respecto a la actividad ovárica o tamaño de camada que pudieran mostrar el grupo Boer y sus diferentes niveles de absorción del grupo Nubio a través del año.

BIBLIOGRAFÍA

- Amoah, E., S. Gelaye, P. Guthrie, and C. E. Rexroad, 1996.** Breeding season and Aspects of Reproduction of Female Goats. *Journal of Animal Science* 74 : 723 – 728.
- Arbiza, A., S. I. 1986.** Producción de caprinos. A. G. México. p 194-205.
- Gamboa, 1986.** El establecimiento de la actividad reproductiva en la cabra un planteamiento teórico sobre la similitud entre pubertad y estacionalidad. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de Sinaloa. II Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Zootecnistas. Mazatlán Sinaloa.
- Gómez, G. A. 1998.** Comportamiento de la cabra Boer en México. Centro de Mejoramiento Genético Caprino. Gobierno del Estado de San Luis Potosí. XIII Reunión Nacional Sobre Caprinocultura, S.L.P. México.
- Gutiérrez, 2001.** Influencia de la nutrición en la reproducción. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Memoria del II curso de Interacción de Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. Colegio de Posgraduados, Montecillo Texcoco, México.
- Littell, R.C., Freund, R., and Spector, J. P. 1991.** SAS System for Linear Models, Third Edition, Cary, NC., USA, SAS Institute Inc., 1991. 320 p.
- Ramírez, 2001.** Inducción de la actividad ovárica en cabras anestrícas mediante diferentes grados de contacto con hembras en estro. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/vet>. Accesado en: Octubre, 10, 2003.
- Roa, 2001.** Evaluación de factores que limitan la eficiencia reproductiva y reproducción en rumiantes. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve>. Accesado en: Octubre, 10, 2003.

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE CABRAS BOER Y BOER X NUBIA. II. TAMAÑO DE CAMADA

C. A. Meza-Herrera ^{1,2}, O. Torres-Reza ¹, A. Gómez-González ³

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

³ Centro de Mejoramiento Genético Caprino. Gobierno del Estado de San Luis Potosí.
cmeza2000@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La tasa reproductiva anual de la hembra es uno de los principales componentes que definen la eficiencia biológica en rumiantes, especialmente en aquellos cuyo énfasis productivo es la producción de carne (Dickerson, 1970; Bradford, 1985; Casey y Van Niekerk, 1988 a,b; Montaldo y Barría, 1998; Montaldo y Meza, 1998). Dado que el largo de gestación en caprinos es cercano a los 145 días, la tasa reproductiva anual puede ser incrementada mediante un aumento en el número de gestaciones por hembra por año, o mediante un incremento en el número de crías nacidas por hembra parida. Este último enfoque ha sido el que más impacto ha tenido, en términos generales, cuando se trata de incrementar la productividad de los rumiantes enfocados a la producción de carne (Casey y Van Niekerk, 1988 a,b).

Las perspectivas de lograr más de un parto por año por hembra, aunque biológicamente posible, encuentra varias limitantes entre las cuales destacan la existencia de un período de anestro posparto combinada con la existencia de una reducida época de empadre en varias razas caprinas. Además, la involución uterina no se completa hasta los 28 días posparto, por lo que la perspectiva de mantener un intervalo parto-preñez inferior a los 180 días es difícil de lograr en la práctica (Valencia, 2000; Valencia et al., 2000).

Abul-Naga (1985) reportó promedios para el número de partos por año en razas tropicales de 1.8 a 1.9 en cabras D'man y de 1.4 a 1.8 en algunas razas de Irán. Por lo anterior, el tamaño de camada se torna en un componente potencialmente importante en el diseño de estrategias de selección entre y dentro razas para incrementar el número de kilogramos paridos y(o) destetados por hembra por año. El objetivo del presente estudio fue el evaluar el efecto del año y mes de nacimiento dentro de los factores ambientales y el genotipo como factor genético, sobre el comportamiento de tamaño de camada en cabras Boer, Boer x Nubia, $\frac{3}{4}$ Boer, y $\frac{7}{8}$ Boer en un sistema estabulado en Centro de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área.

La información utilizada para el desarrollo del presente estudio incluyó tamaño de

camada (TC) de los grupos genéticos Boer, $\frac{1}{2}$ Boer - $\frac{1}{2}$ Nubia, $\frac{3}{4}$ Boer - $\frac{1}{4}$ Nubia y $\frac{7}{8}$ Boer - $\frac{1}{8}$ Nubia, registrados en los años 1994 – 2000 en el Centro de Mejoramiento Genético Caprino, el cual depende del gobierno del estado de San Luis Potosí. El Centro está ubicado en el municipio de Soledad Graciano Sánchez a 8.5 Km. de la carretera San Luis Potosí-Matehuala, localizado en las coordenadas geográficas 22° 12' LN y 100° 55' LO, a 1835 msnm, con promedios anuales de precipitación y temperatura de 271 mm y 17°C. (García, 1981). El Centro inició actividades en diciembre de 1993, con 10 sementales Boer importados de Nueva Zelanda y 10 hembras Boer importadas de Texas, EUA., además de 230 hembras Nubia de registro. El objetivo del Centro es proporcionar pie de cría con diferente nivel de encaste de Boer para los Programas de Mejoramiento Genético del Estado (Gómez, 1988).

Animales, alojamiento y manejo.

Los animales están en un sistema de estabulación libre, alojados en corrales de acuerdo a su estado fisiológico, sexo y raza. Al nacimiento del cabrito se le corta y desinfecta el cordón umbilical con una solución yodada, y tiene acceso al calostro de la madre. A los 15 días se les vacuna contra Clostridiosis y Pasterelosis, se desparasita contra endo y ectoparásitos, y reciben vitaminas A, D, E y Selenio. Las cabras reciben alfalfa acicalada solo en los períodos críticos del año (empadre, pre-parto y lactancia). El cabrito recibe durante el primer mes sorgo en grano y lacta directamente de la madre durante 60 días. Una vez destetado, su dieta se ajusta al peso vivo e incluye 1 kg de alfalfa achicalada y 0.5 kg de una mezcla con 89% de sorgo en grano, 9% de harina de soya, 1% de Rumensin y 1% de carbonato de calcio. Un mes previo al empadre tanto a hembras como al semental reciben 2.1 kg de alfalfa y 0.25 kg de sorgo molido por animal, la cual continúa tres meses después del empadre. Antes del parto las hembras reciben la misma cantidad de alfalfa además de 0.25 kg de concentrado (16% PC). Durante el período de lactancia la hembra recibe 2.25 kg de alfalfa achicalada y 1.0 kg de concentrado (16 % PC). En todas las etapas fisiológicas el animal recibe agua limpia y sales minerales a libre acceso.

Registros de producción.

Al nacimiento del cabrito se hace una identificación provisional mediante una argolla, registrando el peso al nacimiento, la fecha de nacimiento, tipo de parto, identificación de la madre y el semental (número y raza) y el sexo de la cría. Al mes de edad se realiza la identificación permanente de la cría mediante un tatuaje en la oreja que perdurara durante toda la vida productiva del animal. A partir de los registros obtenidos en el período del 1994 a 1996 y 1998 al 2000 se procedió a ordenar y seleccionar las variables de interés, para lo cual se colectó la siguiente información: a) Identificación de la cría, b) sexo de la cría, c) fecha de

nacimiento, d) grupo genético, e) tipo de nacimiento (simple, doble, triple, etc.), f) nivel de encaste, i) raza del padre, j) raza de la madre, k) identificación de la madre, y el padre.

Manejo de información y análisis estadísticos.

En una primera etapa se eliminaron los registros con información incompleta o poco confiable. No se consideraron los registros de 1997 debido a que estaban incompletos. El análisis de la información consideró el Procedimiento de Modelos Lineales Generales (PROC GLM), del Sistema de Análisis Estadístico (SAS, 1991). Una vez construidos los modelos, se analizaron según la metodología de mínimos cuadrados para datos desbalanceados. El modelo utilizado en el análisis de tamaño de camada (TC), considerando las variables explicativas: Grupo Genético (GG), Mes de Parto (MP) y Año de Parto (AP), así como las interacciones de primer orden. Los valores reportados se definen como medias de mínimos cuadrados \pm el error estándar de la media. Cuando existieron valores significativos de F, la separación de las medias de mínimos cuadrados consideró la opción PDIFF del PROC GLM para probar sus diferencias. Todos los análisis consideraron el uso del paquete estadístico SAS (Littell et al., 1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del mes de nacimiento.

En el Cuadro 1 se muestran los promedios del tamaño de camada (TC) de acuerdo al mes de nacimiento. El TC difirió ($P < 0.005$) de acuerdo al mes de nacimiento, observándose los mayores valores en Abril, Mayo, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Diciembre con promedios superiores a las 2 crías por parto, mientras que el más baja TC ocurrió en Enero con 1.69 crías. Los resultados anteriores sugieren que existen diferencias con respecto a la habilidad mostrada por las células ováricas, teca y granulosa, para proveer un diferente medio ambiente ovárico que genere una mayor activación de los folículos presente en la oleada preovulatoria (Baird y McNeilly, 1981). Awemú et al. (1999) al evaluar el efecto de la época de nacimiento sobre la mortalidad predestete, mencionaron que los partos ocurridos en la estación lluviosa se asociaron con las más altas mortalidades con respecto a los que ocurrieron en la estación seca del año, aunque los partos ocurridos a principios de la estación lluviosa promediaron el mayor TC. Al respecto cabe mencionar la clásica correlación negativa observada entre TC y pesos al nacimiento, lo cual a su vez destaca la correlación entre TC y mortalidad perinatal.

Pérez *et al.*, (1995) reportaron mayores tasas de sobrevivencia para las crías nacidas entre Octubre-Enero y las menores para las nacidas entre Abril-Junio. Por su parte, Awemú *et al.*, (1999) señalaron la influencia de ciertos factores ambientales como causa en la mortalidad

predestete de las crías Red Sokoto, destacando entre éstos al TC. Se han reportado correlaciones positivas en TC y mortalidad perinatal y predestete, debido principalmente a la competencia por espacio y nutrientes tanto a nivel prenatal como predestete. En relación a las estaciones del año, en el presente estudio el mayor TC ocurrió en verano con un 2.07 promedio, seguido de otoño, primavera e invierno con promedios de 2.0, 2.0 y 1.8, respectivamente.

Cuadro 1. Medias mínimo cuadráticas \pm error estándar, (n=1,085) para el tamaño de camada, de acuerdo al mes de nacimiento en cabras Boer y sus cruizas con Nubia bajo un sistema estabulado en el centro de México (22° LN).

| Mes de Nacimiento | N: | Tamaño de Camada |
|-------------------|-----|----------------------|
| Enero | 35 | 1.69 ^e |
| Febrero | 53 | 1.76 ^{de} |
| Marzo | 114 | 1.93 ^b |
| Abril | 58 | 2.23 ^a |
| Mayo | 7 | 2.08 ^{bc} |
| Junio | 12 | 1.76 ^{cde} |
| Julio | 34 | 2.10 ^{bcde} |
| Agosto | 39 | 2.08 ^{bcde} |
| Septiembre | 12 | 2.03 ^{bcd} |
| Octubre | 187 | 2.08 ^{bcd} |
| Noviembre | 417 | 1.96 ^{bcd} |
| Diciembre | 117 | 2.04 ^{cde} |
| E.E. ¹ | | 0.23 |
| C.V. ² | | 30.3 |
| NSO ³ | | P<0.05 |

a, b, c, d, e Valores con diferente literal en la misma columna, difieren (P<0.05)

¹ Se muestra el error estándar de las medias de mínimos cuadrados más conservador

² Coeficiente de Variación

³ Nivel de significancia observado

Efecto del año de nacimiento.

Se observó un efecto (P<0.01) del año de nacimiento sobre el TC (Cuadro 2). Las diferencias anuales observadas sobre las características reproductivas de los caprinos resultan principalmente por cambios en las prácticas de manejo, efectos climáticos y otros factores ambientales no controlables (Mavrogenis y Louca, 1984; Mavrogenis *et al.*, 1984; Mukundan *et*

al., 1984). En el presente estudio, los promedios para TC con respecto al año de nacimiento mostraron un comportamiento ascendente, con un promedio de 1.35 crías para 1994, observando un incremento en el 2000 con 2.64 crías por parto. Estos resultados pueden ser atribuibles principalmente a prácticas de manejo, adaptabilidad del grupo genético, sistemas de alimentación así como por efectos climáticos que se presentan en los diferentes años.

Cuadro 2. Medias mínimo cuadráticas \pm error estándar, (n = 1,085) para tamaño de camada (TC) de acuerdo al año de nacimiento en cabras Boer sus cruzas con Nubia bajo un sistema estabulado en el centro de México (22° LN).

| AÑO DE NACIMIENTO | n: | TC |
|-------------------|-----|---------------------|
| 1994 | 49 | 1.35 ^e |
| 1995 | 289 | 1.69 ^d |
| 1996 | 171 | 1.92 ^c |
| 1998 | 343 | 2.08 ^{b,c} |
| 1999 | 143 | 2.19 ^b |
| 2000 | 90 | 2.64 ^a |
| E.E. ¹ | | 0.14 |
| CV ² | | 30.3 |
| NSO ³ | | P < 0.05 |

a, b, c, d Valores con diferente literal en la misma columna, difieren (P<0.05)

¹ Se muestra el error estándar de las medias de mínimos cuadrados más conservador

² Coeficiente de Variación

³ Nivel de significancia observado

Efecto del grupo genético.

El TC es una característica bastante compleja afectada por factores ambientales y a las diferencias entre y dentro grupos genéticos. La raza afectó (P<0.001) el TC, observando los mayores valores en cabras Boer x Nubia, con un incremento de 123.6%, seguida de ¾ Boer y Boer, las cuales obtuvieron un 101.4% por arriba en relación a 7/8 Boer. La existencia de variabilidad genética encuentra su respuesta en los efectos de la selección natural en el pasado, en la migración, las mutaciones y la deriva genética. Por ello, ciertas características productivas son más dependientes de las condiciones ambientales para lograr su óptima expresión fenotípica, mientras que en otras se nota un alto determinismo genético para lograr dicha expresión (Pirchner, 1969; Falconer, 1981). El hecho de que el grupo ½ Boer el más alto TC sugiere un efecto de heterosis o vigor híbrido, el cual hace a los animales cruzados más productivos que sus progenitores, aunque los padres sean del tipo similar, ya que las crías pudieron aprovechar las características de la hembra Nubia las cuales sugieren mayor adaptabilidad a las condiciones en las que se desarrolló el presente estudio.

Cuadro 3. Medias mínimo cuadráticas \pm error estándar, (n=1,085) para tamaño de camada (TC) en cabras Boer y sus cruzas con Nubia bajo un sistema estabulado en el centro de México (22° LN).

| GRUPO GENETICO | N: | TC |
|-------------------|-----|-------------------|
| BOER | 60 | 2.06 ^a |
| ½ BOER ½ NUBIA | 407 | 2.09 ^c |
| ¾ BOER ¼ NUBIA | 435 | 2.06 ^a |
| ⅞ BOER 1/8 NUBIA | 183 | 1.69 ^b |
| E.E. ¹ | | 0.09 |
| C.V. ² | | 30.3 |
| NSO ⁴ | | P < 0.05 |

^{a, b, c} Valores con diferente literal en la misma columna, difieren (P<0.05)

¹ Se muestra el error estándar de las medias de mínimos cuadrados más conservador

² Coeficiente de Variación

³ Nivel de significancia observado

Según Mason (1988) la tasa ovulatoria en cabras Boer va de 1 a 4 óvulos por hembra con un promedio de 1.7 y un índice de partos del 200%. La pubertad se alcanza temprano, usualmente cerca de los 6 meses para los machos y 10-12 meses para las hembras, además de que posee una estación de empadre extendida de 3 partos cada 2 años.

CONCLUSIONES

El TC fue afectado por el mes y año de nacimiento, al igual que por el grupo genético. Las diferencias por mes de nacimiento favorecieron a Abril (2.23), seguida de Mayo, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Diciembre, mientras que Enero presentó el más bajo TC. Con respecto al efecto del año de nacimiento se observó un comportamiento positivo con respecto al tiempo, presentando un TC de 1.35 para 1994, y 2.64 para el 2000. Los mayores TC favorecieron al grupo genético ½ Boer (2.09), seguido de Boer y ¾ Boer (2.06), mientras que el ⅞ Boer presentó el menor TC (1.69).

BIBLIOGRAFÍA

- Aboul-Naga, A. M., Aboul-Ela, M. B., and Hassan, F. 1985.** Oestrus activity of Suffolk, Mutton Merino and their crosses with subtropical Ossimi sheep. *J. Agric. Sci. Camb.* 104:27-34.
- Awemu, E. M., Nwakalor L. N., and Abubakar B. Y. 1999.** Environmental influences on preweaning mortality and productive performance of Red SoKoto does. *Small Ruminant Research.* Vol 31 (2). P 173-176. <http://www.elsevier.nl/inca/publications/store>
- Baird, D.T., and A. S. McNeilly. 1981.** Gonadotrophic control of follicular development and function during the oestrous cycle of the ewe. *Journals of Reproduction and Fertility. Suppl.* 30: 119-133

- Bradford, G.E. 1985.** Selection for litter size. In: Genetics of Reproduction in Sheep. (ed. R.B. Land D.W. Robinson), Butterworths, pp. 3-18.
- Casey, N. H., and Van Niekerk, W. A. 1988a.** The Boer Goat origin, adaptability, performance testing, reproduction and milk production. Department of livestock science. University of Pretoria South Africa. <http://www.boergoats.com>
- Casey, N. H., and Van Niekerk, W. A. 1988b.** The Boer Goat, growth, nutrient requirements, carcass and meat quality. Department of livestock science. University of Pretoria South Africa. <http://www.boergoats.com>
- Dickerson, G. 1970.** Efficiency of animal production moulding the biological components. J. Anim. Sci. 30:849-859.
- Falconer, D. S. 1981.** Introduction to quantitative genetics. 2d. edition. Logran Inc. New Cork, USA.
- Gómez, G. A. 1998.** Comportamiento de la cabra Boer en México. XIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Facultad de Agronomía, UASLP, SLP, SLP, México. p. 1-5.
- Littell, R.C., Freund, R., and Spector, J. P. 1991.** SAS System for Linear Models, Third Edition, Cary, NC., USA, SAS Institute Inc., 1991. 320 p.
- Masón, I. L. 1988.** Diccionario del mundo de las castas del ganado. Tercera Edición. C.A.B. Internacional. 348 pp.
- Mavrogenis, A.P., and Louca, A. 1982.** Environmental and genetics influences of growth traits of the Damascus goat. III Int. Conf. on Goat Prod. Diss. Tucson AZ. USA.
- Mavrogenis, A. P., Constantinou, A., and Louca, A. 1984.** Environmental and genetic causes of variation in production traits of Damascus goats: I. Prewearing and postweaning growth. Anim. Prod. 38:91-97.
- Mukundan, G., Bath, P.N., and Khan, B.U. 1984.** Factors affecting monthly body weight gains in Malabari goats and their Saanen half-breeds. Indian J. Anim. Sci. 58(8):779-781.
- Montaldo, V. H., y Barria. 1998.** Mejoramiento Genético de Animales. Ciencia al día <http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen1/numero2/articulos/articulo3.htm>
- Montaldo, V. H., y Meza, H. C. A. 1998.** Reflexiones sobre el uso de recursos genéticos caprinos en México. XIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Facultad de Agronomía, UASLP. San Luis Potosí, México. p 85-100.
- Pérez, R. M. A., Sánchez, F. y Meza, H. C. A. 1995.** Factores que afectan la sobrevivencia del cabritos en cinco razas caprinas. X Reunión Nacional sobre Caprinocultura. FMVZ-UAZ, Zacatecas, México. p 241-243.
- Pirchner, F. 1969.** Population genetics in animal breeding. W. H. Freeman and Co. USA.
- Valencia, P. M. 2000.** Plan nacional de mejoramiento genético de caprinos del Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios y la SAGAR. XV Reunión Nacional sobre Caprinocultura. FMVZ-UAY, Mérida, Yucatán, México. p 1-5.
- Valencia, P. M., Dobler L. J. y Arbiza A. S. I. 2000.** Factores ambientales que influyen sobre las características de crecimiento predestete en cabras Saanen. Memorias de la XV Reunión Nacional sobre Caprinocultura. FMVZ-UAY, Merida, Yucatán, México. p. 66-68.

SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE CARTAMO (*Carthamus tinctorius* L) POR INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE

¹José Santiago Valenzuela Rey , Manlio Enrique Ramírez Ramírez,
Miguel Fernando Sánchez, Alejandro Martínez Ríos y Armando Espinoza Banda.

¹ Cuerpo Académico en formación de “ PRODUCCIÓN AGRÍCOLA”, Dpto. de Fitotecnia F.A.Z.-U.J.E.D.
Venecia Dgo. Tel y Fax:(871)711-8876;(871) 7118918, e-mail: valenzrey@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En la Región Lagunera se cultivan alrededor de 6,125 hectáreas con genotipos tradicionales y donde los rendimientos en el cultivo han sido alrededor de 0.924 toneladas. Por lo que se hace necesario reiniciar trabajos de investigación con el objetivo de obtener genocultivares más productivos eficientes a la aplicación de insumos, adaptados a las condiciones ecológicas de la región y al manejo que el productor realiza. La selección de genotipos apropiados en un ambiente específico puede ejecutarse con facilidad, pero cuando se involucran diversos ambientes en gran medida la variabilidad ambiental y la estabilidad de los genotipos no es tan fácilmente conservada por que la interacción genético-ambiental, lo que causa dificultad en la selección de un genotipo específico con superioridad en todo los ambientes.

Los estados de Coahuila y Durango presentan condiciones semiáridas con problemas de agua, gran variabilidad con respecto a la temperatura y bastante diversidad en los suelos por lo que el cártamo podría explotarse como una alternativa económica con buenas posibilidades de adaptación en la región.

Por lo anterior el departamento de Fitotecnia de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED dentro del programa oleaginosas se dio a la tarea de estudiar la interacción genotipo de ambiente un grupo de genotipo de cártamo bajo las condiciones que prevalecen en diferentes años y localidades de la Comarca Lagunera a fin de identificar los mejores materiales por su rendimiento económico par recomendar su siembra en localidades con condiciones similares a las regiones y otros sistemas productivos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Investigación del cultivo de cártamo en la Comarca Lagunera

Aguilera (1989), indica que cuando el agua de riego que no esta disponible, las únicas soluciones posibles son recurrir a procedimientos de cultivos que incrementan la disponibilidad de la humedad almacenada en el suelo o desarrollar variedades e híbridos de cártamo que pueden evitar o tolerar con mayor eficiencia los períodos de sequía. Quibrera (1990), estudió

parámetros fisiotécnicos y agro morfológicos en 26 genotipos de cártamo en la Comarca Lagunera donde encontró que los mejores materiales por su potencial de rendimiento fueron Torito y Egipto CM –1276 con 3806.7 y 3131.3 kg ha⁻¹ respectivamente por los genotipos Kenia CM – 1392, Noreste Israel CM –1125 y Jordán CM 1082 con 0.42, 0.35, 0.34 y 0.34 respectivamente; el rendimiento biológico fue el único parámetro que mostró una correlación alta y significativa con el rendimiento económico de 0.796.

Valenzuela (1990), evaluó 22 genotipos en 3 ambientes usando un diseño de bloques al azar con el objeto de clasificarlos por estabilidad, estudiar la interacción entre genotipos y el ambiente, determinar algunos parámetros fisiotécnicos y correlaciones entre caracteres agronómicos morfo fisiológico. El análisis de varianza combinado indicó diferencias altamente significativas entre genotipos para : número de capítulo y peso de cien semillas. La interacción genotipo por localidad fue altamente significativa para rendimiento. La clasificación de genotipos Jordán CM –1082 y Gila respondieron mejor en condiciones favorables; Irán CM –893 y Saffire –208 se comportan mejor en condiciones desfavorables mientras que Líbano CM –1098 y Kino –76 mostraron el mismo comportamiento en todos los ambientes.

Ávila (1992), evaluó 23 genotipos de cártamo en el Municipio de San Pedro, Coahuila, con el objeto de caracterizarlos por su comportamiento agronómico y componentes de rendimiento, así como parámetros genéticos y las correlaciones fenotípicas entre los caracteres. Los mejores genotipos por su rendimiento económico fueron Torito, Kuwait CM –1107 Pakistán CM –799 con 2.65, 2.25 y 2.09 Ton ha respectivamente. En la parte Norte del país estas pruebas lograron el establecimiento comercial del cultivo hasta los niveles actuales en que la productividad media en grano bajo riego fue de dos y media toneladas por hectárea. Se venía trabajando básicamente con alta productividad en áreas irrigadas, pero las necesidades mayores de producir cereales, extensiva como intensivamente las características xerofíticas del cártamo permitieron su cultivo con la humedad residual de otros cultivos o bien un riego pesado inicial primero en los distritos con agua suficiente y finalmente en zonas exclusivas de temporal, en donde han tenido su mayor expansión.

Quevedo (1992), al evaluar 22 genotipos de Cártamo provenientes de la colección mundial, encontró que los mejores genotipos por su potencial de rendimiento económico de grano fueron Gila (utilizada como testigo) y Jordán CM –1082 con 2,500 y 2,420 Kg ha⁻¹ respectivamente; por el índice de cosecha la variedad Noroeste fue la mas sobresaliente con un valor de 0.2847 el rendimiento biológico mostrando una correlación alta significativa con el rendimiento económico de grano de 0.853 y una correlación negativa alta y significativa con el índice de cosecha.

Huchin (1993), caracterizó 35 genotipos de cártamo por sus componentes agronómicos y de rendimiento en la Facultad de Agricultura y Zootecnia en el Ejido Venecia, Dgo. en su estudio encontró que los mejores genotipos por su rendimiento de grano fueron Sudán CM – 1376, Washington y Jerusalén CM –1132 con 2,24 y 1.96 Ton ha⁻¹ respectivamente. Así mismo encontró variabilidad entre los genotipos par sus características agronómicas y sus componentes de rendimiento al 1% de probabilidad excepto par el periodo de llenado de grano.

Rangel (1993), estudio la estabilidad de rendimiento de grano en 22 genotipos de cártamo en la Comarca Lagunera con el fin de identificar y seleccionar a través de la clasificación propuesta por Carballo y Márquez (1970) los mejores materiales por su potencial de rendimiento par recomendar su siembra en localidades con condiciones similares a las de la región.

El diseño utilizado fue un bloques al azar entre localidades con parcelas de tres surcos de largo separados a 70 cm. los resultados indicaron que (Bi) varió de 22.2 a 3.3. para los genotipos Líbano CM –1098 y Torito, surgiendo buena respuesta en ambientes pobres par el primero y ricos par el segundo respectivamente, Gila y Aceitera fueron los más estables a la gama de ambiente con rendimiento de 1.35 y 1.25 Ton ha⁻¹ respectivamente.

MATERIALES Y METODOS

El material genético empleado en el presente estudio está constituido por 20 genotipos de la colección mundial de cártamo facilitados por el grupo Interdisciplinario de investigación en oleaginosas, de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, la mayoría de los materiales son genotipos introducidos el resto son materiales comerciales nacionales. El material genético de cártamo se ha venido trabajando en diferentes sitios de la Comarca Lagunera desde el año 1997, a través del Departamento de Fitotecnia de La Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

CONDICIONES DE LOS EXPERIMENTOS

Los experimentos se evaluaron durante tres años (1997, 1998 y 1999) en sitios representativos de la Comarca Lagunera, obteniéndose un total de ocho ambientes de prueba . Dichos sitios están situados dentro de una zona amplia y mediata a la F.A.Z., con influencia directa de la institución en cuanto investigación y desarrollo. Los ambientes fueron nominados par un fácil manejo desde A1 hasta A8. Las variables consideradas en el estudio fueron rendimiento económico de grano, número de semillas por capítulo y número de capítulos por

planta. Se llevo a cabo un análisis de varianza de cada experimento individualmente bajo el modelo del diseño de bloques al azar y un análisis de varianza combinando de los diferentes ambientes de prueba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis combinado (Cuadro 1) se manifiestan diferencias latamente significativas entre ambientes para todas las características lo cual puede atribuirse a la respuesta diferencial de los genotipos y a las diferencias climatológicas entre los ocho ambientes a través de los años de evaluación.

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento económico en cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) y dos componentes de rendimiento en ocho ambientes. Venecia Dgo. 2005.

| Fuente De var. | G.L. | Rendimiento Económico | No. Capacidad Por planta | Semillas Por cap. |
|----------------|------|-----------------------|--------------------------|-------------------|
| Amb | 7 | 11.1** | 324.3** | 627.2** |
| R./A. | 8 | 0.19 | 80.61 | 17.21 |
| Gen. | 19 | 0.47ns | 113.4ns | 206.8** |
| G.xA. | 133 | 0.5** | 94.7** | 92.0** |
| E.E. | 152 | 0.101 | 27.1 | 22.12 |
| C.V.% | | 21.45 | 24.53 | 17.04 |

*= significancia al 0.05

**= significancia al 0.01

ns = no significancia

C.V. Coeficiente de variación.

La fuente de variación genotipo X ambiente expresó diferencia altamente significativa en todas las características estudiadas lo que en gran medida debe tomarse en consideración, ya que en el caso del rendimiento económico podemos asumir que existen genotipos con mejor comportamiento en algunas localidades y hay localidades donde no se comportan bien, quedando demostrado que los materiales muestran comportamientos diferentes al cambiarlos de ambiente. Los coeficientes de variación muestran valores entre 8.30% par el peso de 250 semillas hasta 24.53% par el número de capítulos por planta, los cuales se pueden considerar aceptables.

RENDIMIENTO ECONÓMICO DE GRANO

Carácter métrico de herencia cuantitativa poco heredable y altamente efectuado por el medio ambiente eso es opinión de Chávez (1987). En este análisis se observó que el genotipo

más sobresaliente fue Noroeste UF –84 con 1.771 ton/ha y el más bajo fue Sudán CM –1376 con 0.598 ton ha.

De acuerdo a la diferencia mínima significativa al 5% de probabilidad los materiales se mostraron estadísticamente iguales formando un solo grupo, es importante recalcar que el 50% de los genotipos, estuvieron por encima de la media general (4.182 ton ha) y a continuación los podemos mencionar : Noroeste UF – 84 (1.771 ton ha), Kuwait 1107 (1.709 ton ha), Jordán 1082 (1.684 ton ha), Sudán –1376 (1.595 ton ha), Kuwait –1112 (1.583 ton ha), N –4055 (14-21) (1.567 ton ha), Egipto –1276 (1.522 ton ha), Aceitera (1.509 ton ha), Torito (1.497 ton ha). Par este carácter el coeficiente de variación fue de 21.45% lo que nos dice que los resultados son confiables.

CORELACIONES FENOTÍPICAS

En las correlaciones fenotípicas entre las diferentes características del análisis combinado concentradas en el (cuadro 2), el numero de capítulos por planta mostró estar correlacionado negativamente con el número de semillas por capítulo ($r = - 0.683$) lo que indica que las plantas con demasiados capítulos no podrán contener gran número de semillas en los mismos.

Cuadro 2. Correlaciones fenotípicas entre el rendimiento y sus componentes en cártamo (*Cathamus tinctorius L.*) Venecia, Dgo. 2005

| | Rendimiento Económico |
|----------------------|-----------------------|
| Capítulo / planta | -0.153 ns |
| Semillas /capítulo | 0.272 ns |
| Peso de 250 Semillas | -0.135 ns |
| | Capítulo / Planta |
| Semillas / capítulo | -0.683** |
| Peso de 250 Semillas | -0.361 ns |

** Para un nivel de probabilidad de 1%
ns No significancia.

No encontró ningún tipo de significancia estadística entre el rendimiento económico cuando este se correlaciono con el resto de los caracteres.

CONCLUSIONES

El análisis de varianza combinado mostró diferencias altamente significativas en todos los caracteres estudiados par ambientes y en la interacción genotipo X ambiente.

Los tres genotipos superiores por su rendimiento a través de los ocho ambientes fueron: Noroeste UF –84, Kuwait CM –1107 y Jordán CM – 1082, con rendimientos de 1.771, 1.709 y 1.684 Ton ha respectivamente.

El número de capítulos por planta mostró una correlación negativa y significativa con el número de semillas por capítulo ($r = -0.683$)

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, R. R. 1989. Índices de selección y coeficientes de sendero en cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) bajo riego y temporal. Tesis de Maestría U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coah., Pág. 150.
- Ávila, G.A. 1992. Caracterización de 23 genotipos de cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) por sus componentes agronómicos y de rendimiento en San Pedro de las Colonias Coah. Tesis de Licenciatura F.A.Z – U.J.E.D. Venecia Dgo.
- Carballo, C.A. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y de la Meza Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis MC. CP. Chapingo Méx.
- Huchín, A.S. 1993. Caracterización de 35 genotipos de cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) por sus componentes agronómicos y de rendimiento en la F.A.Z – U.J.E.D. Tesis de Licenciatura. Venecia Dgo.
- Quevedo G.J. De D. Adaptación y caracterización agro morfológica de 22 genotipos de cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) en la Comarca Lagunera.
- Quibrera R.R.S. 1990. Parámetros Fisiotécnicos y agro morfológicos en cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) Tesis de Licenciatura F.A.Z. – U.J.E.D. Venecia Dgo.
- Rangel S.E. 1993. Estabilidad de rendimiento de 22 genotipos de cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura FAZ – UJED Venecia Dgo.
- Valenzuela R.J.S. 1985. Evaluación bajo condiciones de temporal de líneas s e híbridos experimentales de girasol (*Helianthus annuus L.*) Tesis profesional U.A.A.A.N. Buenavista Saltillo Coah. P. 45.

EFFECTO DEL THIDIAZURON EN LA BROTAÇÃO Y PRODUCCIÓN DEL NOGAL PECANERO, EN LA COMARCA LAGUNERA

Ma. del Consuelo Medina Morales

Investigador del Campo Experimental La Laguna. CIRNOC. INIFAP. Matamoros, Coahuila. Apartado Postal 247. 27000 Torreón, Coahuila. E-mail: medina.consuelo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera, el nogal pecanero presenta una brotación de yemas alta (superior al 90%) al inicio de la brotación, en todas las variedades, sin embargo una gran cantidad de estas yemas mixtas brotadas no desarrollan el brote, ya que este muere durante el desarrollo de los amentos o flores masculinas. Existe una marcada dominancia apical en la brotación, lo que origina "la pata de gallo". Los valores de brotación final son de 25.4% para la variedad Western y 20.8% para la variedad Wichita (Lagarda, 1977).

El Nogal tiene un requerimiento de frío mínimo de 400 horas con punto crítico de 7.2 °C (Wolstenholme, 1979). Sin embargo, se ha observado que se requieren de 400-800 horas-frío para que el nogal inicie su brotación (Lagarda, 1983) dependiendo de la variedad; Desirable y Mahan requieren 500 horas-frío y Stuart 600 (McEachern et al., 1978). Los árboles de nogal nativos de América del Norte tienen un requerimiento medio de frío de menos de 500 horas con diferencias entre variedades, Western y Wichita requieren 400 horas-frío (Díaz, 1987).

En la Comarca Lagunera, se acumulan 262 horas-frío con punto crítico de 7.2°C (Promedio de 27 años) con un mínimo de 89 y un máximo de 435 horas-frío. Solamente en cinco años se acumularon de 380 a 435 horas-frío. El promedio (de 27 años) de horas-frío acumuladas por mes es de 12, 100, 213 y 262 en noviembre, diciembre, enero y febrero, respectivamente (Cano, 2002). Lo anterior sugiere que en la Comarca Lagunera se acumulan menos horas-frío de las que se requieren para la brotación del nogal, sin embargo, se ha reportado que algunas variedades de nogal que tienen altos requerimientos de frío, crecieron satisfactoriamente en áreas donde la acumulación de frío fue mínima, no se observó retraso en la dormancia y se sugirió que los requerimientos de calor más que los requerimientos de frío regularon la brotación del nogal (Amling y Amling, 1980).

En manzano, el cual muestra síntomas de baja brotación por falta de frío, se han usado compensadores de frío como la Cianamida y el Thidiazuron (TDZ). Aunque la Cianamida al 1% mostró el mayor efecto en la estimulación de la brotación de yemas fructíferas, el TDZ a 1000 ppm mostró cantidades de floración adecuadas con un mayor equilibrio al vigor de los árboles. (Maldonado, 1997). El TDZ es una citocinina sintética cuya fórmula es: N-fenil-N'-1,2,3-thidiazol-5-ilurea (Suttle, 1985).

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del Thidiazuron en la brotación, fructificación y producción de nuez del nogal pecanero.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en 1996 en la huerta "La Encantada" del municipio de Gómez Palacio, Durango. Los árboles fueron de 16 años de edad de la variedad Western y plantados a 10 x 10 m, con 100 árboles por hectárea. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cuatro tratamientos y 10 repeticiones. Los tratamientos de TDZ fueron en ppm: 1) 0 (testigo); 2) 250; 3) 300 y 4) 400. La unidad experimental fue un árbol. Se realizó una sola aplicación el 20 de marzo, ya se había iniciado la brotación (brote de 1 a 2 cm aproximadamente). El 15 de marzo cuando se midió el tronco de los árboles, aun no brotaban, por lo tanto, el inicio probable de brotación fue el 17-18 de marzo.

El producto se aplicó con una aspersora de 400 litros y se asperjó con dos pistolas hasta cubrir todo el árbol. Se utilizaron 40 litros de agua por árbol. Además se aplicó como adherente un aceite mineral: Basoil a la dosis de 30 litros/1000 litros de agua.

Se seleccionó una rama por árbol a una altura de 2.5 a 3.0 m del suelo, con longitud y circunferencia similar. La orientación de la rama dentro del árbol fue variable. Fueron 10 ramas por tratamiento x 4 = 40 ramas, las cuales estaban 21 al norte, 8 al sur, 7 al oriente y 4 al poniente. La mayoría de las ramas estaba ubicada al norte (52%).

En cada rama se evaluó lo siguiente: 1) porcentaje de brotación final, brotes laterales, vegetativos y fructíferos, 3) longitud total y número de hojas de brotes vegetativos y/o fructíferos, 4) número de nueces producidas, caídas y cosechadas y su curva de caída, 5) área foliar estimada por hoja, se contó el número de hojas de 10 brotes vegetativos por rama y se obtuvo el promedio. Se estimó con la ecuación propuesta por Whitworth et al., (1992):

$y = -169.6 + 106.2X + 3.5X^2$, donde X = número de hojas del brote vegetativo y Y = área foliar por hoja en cm².

Se evaluó la producción de nuez por árbol y su calidad con los siguientes datos: kg de nuez/árbol, nueces /Kg, peso seco de una nuez, porcentaje de almendra, porcentaje de nuez verde y/o germinada. Además se evaluó la eficiencia en rendimiento, calculándose con los kg de nuez por árbol entre los cm² del área de la sección transversal del tronco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo diferencia significativa entre tratamientos en el porcentaje de brotación final, los tratamientos con TDZ superaron al testigo sin aplicación que tuvo 24.2%, los valores obtenidos

con la aplicación del TDZ son superiores al 25.4% reportado por Lagarda (1977) (Cuadro 1). Lo que indica que el TDZ tuvo un efecto en una mayor brotación final, incluyendo brotes vegetativos y fructíferos. En el porcentaje de brotes laterales por rama, los tratamientos con TDZ superaron estadísticamente al testigo el cual tuvo 41.6%. Esto indica que el TDZ aumento la brotación lateral, lo cual es una característica deseable en nogal, ya que su tendencia es hacia la dominancia apical.

Cuadro 1. Brotación final y tipos de brotes por rama, con tratamientos de TDZ en Nogal pecanero.

| Tratamiento | Brotación final (%) | Porcentaje de brotes por rama | | |
|---------------|---------------------|-------------------------------|-------------|-------------|
| | | Laterales | Vegetativos | Fructíferos |
| 0 | 24.2 b | 41.6 b | 60.1 b | 39.8 a |
| 250 | 37.9 a | 59.4 a | 86.6 a | 13.4 b |
| 300 | 33.7 a | 59.1 a | 86.5 a | 13.4 b |
| 400 | 34.1 a | 55.4 a | 85.4 a | 14.6 b |
| Significancia | ** | * | ** | ** |
| D.M.S. | 6.88 | 12.08 | 14.27 | 14.27 |
| C.V.(%) | 23.3 | 24.7 | 19.7 | 77.4 |

* p<. 05; ** p< .01

El porcentaje de brotes vegetativos por rama fue menor en el testigo(60.1%) a los tratamientos con TDZ, por consecuencia el porcentaje de brotes fructíferos por rama fue mayor en el testigo (39.8%), comparado con los tratamientos de TDZ. Esto sugiere que la aplicación de TDZ redujo el porcentaje de brotes fructíferos por rama.

Lo anterior causó que el número de nueces producidas por rama fuera superior estadísticamente en el testigo sin aplicación (41.7%), comparado con los tratamientos de TDZ, que fueron iguales entre sí pero con la tendencia a reducir el número de nueces conforme se incremento la dosis de TDZ (Cuadro 2). Aunque los coeficientes de variación fueron altos para el porcentaje de brotes fructíferos y las nueces producidas por rama, estos resultados sugieren que el TDZ puede tener un efecto inhibitorio en la formación de las flores femeninas y/o amarre de fruto en nogal.

El desarrollo de las flores femeninas en la yema, ocurre poco después de la brotación, conforme se desarrolla el brote y cuando este tiene cerca de 12 o más hojas, aparecen las flores en la parte terminal, esto ocurre a partir de la última semana de marzo y continua hasta la tercera semana de abril (Medina, 1986). Como en este ciclo de 1996, la brotación ocurrió el 17-18 de marzo y la aplicación de TDZ se realizó el 20 de marzo, es probable que este producto

haya inhibido el desarrollo de las flores femeninas o su amarre después de la polinización.

No hubo diferencia significativa entre tratamientos en el número de nueces caídas y número de nueces cosechadas por rama, lo que sugiere que el TDZ no tuvo efecto en la caída de fruto ni en las nueces que se cosecharon por rama.

Cuadro 2. Nueces producidas por rama, kg de nuez por árbol, y variables de calidad de nuez, con tratamientos de TDZ en nogal pecanero.

| Tratamiento TDZ (ppm) | Nueces por rama | Kg de nuez por árbol | Nueces por kg | Peso de una nuez (g) | Almendra (%) | Eficiencia rendimiento (Kg/cm ²) |
|-----------------------|-----------------|----------------------|---------------|----------------------|--------------|----------------------------------------------|
| 0 | 41.7 a | 27.41 a | 198 a | 5.12 | 61.3 | 0.036 a |
| 250 | 17.7 b | 20.51 ab | 183 ab | 5.49 | 59.1 | 0.027 ab |
| 300 | 16.3 b | 17.78 b | 174 b | 5.79 | 61.6 | 0.023 b |
| 400 | 14.1 b | 15.75 b | 176 b | 5.74 | 61.7 | 0.022 b |
| Significancia | * | * | * | N.S. | N.S. | * |
| D.M.S. | 18.15 | 8.06 | 18.03 | | | 0.10 |
| C.V. (%) | 89.1 | 43.58 | 10.86 | 10.72 | 7.86 | 41.95 |

p < .05; N.S. = No significativo

Se encontró diferencia significativa entre tratamientos en kg de nuez/árbol. El testigo sin aplicación fue igual a la dosis de 250 ppm de TDZ y superior a los otros dos tratamientos de 300 y 400 ppm (Cuadro 2). Aunque el coeficiente de variación es alto, esto sugiere la tendencia de que al incrementar la dosis de TDZ en ppm, se reduce el rendimiento de nuez por árbol.

El número de nueces por kg fue mayor en el testigo sin aplicación y la dosis de 250 ppm de TDZ, lo que indica una nuez más chica, como se observa en el peso de una nuez, aunque no hubo diferencia entre tratamientos. No se observó diferencia significativa entre tratamientos en el porcentaje de almendra, los valores son aceptables para la edad de los árboles. En eficiencia en rendimiento también sobresale el testigo y la dosis de 250 ppm de TDZ, que fueron superiores a las dosis de 300 y 400 ppm de TDZ (Cuadro 2).

No se encontró diferencia significativa en las siguientes variables: longitud y número de hojas de brotes vegetativos y/o fructíferos por rama, el área foliar por hoja, porcentaje de nuez verde y porcentaje de nuez germinada.

El invierno de 1995-1996 se acumularon solamente 264.51 horas-frío, lo que indica que hubo deficiencia de frío (el nogal requiere mínimo de 400 horas-frío), sin embargo no se pudo evaluar completamente el efecto del TDZ como compensador de frío porque la aplicación fue un poco tarde el 20 de marzo al inicio de la brotación. Se sugiere aplicarlo más temprano en diciembre, enero o febrero para evaluarlo como compensador de frío y su efecto residual en la

diferenciación de las flores femeninas (que ocurre en agosto). También es conveniente aplicarlo varios años para evaluar su efecto en la alternancia de la producción de nuez.

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de TDZ provocaron: a) un mayor porcentaje de brotación final incluyendo brotes vegetativos y fructíferos; y b) un aumento en el porcentaje de brotes laterales y brotes vegetativos y c) una reducción en el porcentaje de brotes fructíferos.

El número de nueces producidas por rama fue mayor en el testigo sin aplicación. Las aplicaciones de TDZ no tuvieron efecto en la caída de fruto.

El mayor rendimiento de kg de nuez por árbol y la eficiencia en rendimiento se obtuvieron con el testigo sin aplicación y la dosis de 250 ppm de TDZ.

Se sugiere realizar otra evaluación, aplicando el TDZ mas temprano, antes de la brotación, y por varios años para medir la alternancia del nogal.

BIBLIOGRAFÍA

- Amling, H. J. y K. A. Amling. 1980. Onset, intensity, and dissipation of rest in several pecans cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105(4): 536-540.
- Cano R., P. 2002. Datos de Estación Meteorológica. 1976-2002. Campo Experimental La Laguna-CIRNO-INIFAP. Matamoros, Coahuila, México.
- Díaz M., D. H. 1987. Requerimiento de frío en frutales caducifolios. Campo Experimental Costa de Hermosillo. CIRNO-INIFAP-SAGARPA. México, D.F. 47 P.
- Lagarda M., A. 1977. Efecto de la poda de despunte en la brotación y fructificación del nogal pecanero. Informe de investigación. Programa de Fruticultura. CIAN-Comarca Lagunera.
- Lagarda M., A. 1983. Requerimiento de temperatura durante el periodo de descanso y el periodo de crecimiento del nogal (*Carya illinoensis* Koch). CIAN. INIA. SARH. Seminario Técnico. Comarca Lagunera. Vol. 8 (5):56-65.
- Maldonado N., L. A. 1997. Evaluación del thidiazuron como promotor de brotación en manzano. VII Congreso Nacional de Horticultura. Horticultura Mexicana Volumen 5 Número 1. Culiacán, Sinaloa, México. Pag. 195.
- Medina M., Ma. del C. 1986. Efecto de la defoliación en la diferenciación de flores femeninas en nogal pecanero (*Carya illinoensis*). Tesis de maestría. Colegio de postgraduados. Centro de Fruticultura. Chapingo, México.
- McEachern, G. R., B. N. Wolstenholme y J. B. Storey. 1978. Chilling requirements of three pecan cultivars. *HortScience* Vol. 13 (6): 94.
- Suttle, J. C. 1985. Involvement of ethylene in the action of the cotton defoliant thidiazuron. *Plant Physiology* . 78:272-276.
- Whitworth, J. L., A. Mauromoustakos y M. W. Smith. 1992. A nondestructive method for estimation of leaf area in pecan. *HortScience*. 27 (7): 851.
- Wolstenholme, B. N. 1979. The ecology of pecan trees. Part 2. *The Pecan Quarterly*. 13(3): 14-19.

CONCENTRACIÓN DE NUTRIMENTOS EN DOS ETAPAS FENOLOGICAS Y DOS TEJIDOS EN CUATRO CULTIVARES DE VID, EN LA COMARCA LAGUNERA

Ma. del Consuelo Medina Morales

Investigador del Campo Experimental La Laguna. CIRNOC. INIFAP. Matamoros, Coahuila. Apartado postal 247. 27000 Torreón Coahuila. E-mail. medina.consuelo@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

Los pecíolos opuestos al primer racimo a partir de la base del brote, son usados normalmente para muestrear viñedos para el análisis de nutrimentos, cada muestra debe ser de 75 a 100 pecíolos. El tiempo de muestreo debe ser durante la floración y esta etapa puede variar, dependiendo de la estación, región o cultivar (Christensen et al., 1978). Este muestreo es el mas usado en California E.U.A., ya que es fácil de manejar una gran cantidad de pecíolos, poca necesidad de lavado, estado fisiológico estandarizado y la habilidad para analizar todos los nutrimentos importantes si se requiere, esta técnica es también aceptada ampliamente por laboratorios comerciales (Christensen, 1984).

Según Cook (1966), las hojas completas (láminas mas pecíolos) tomados de la porción basal de brotes fructíferos o pecíolos solos, son los dos tejidos mas comunes para muestrear en los cultivares de vinífera y pecíolos de hojas recién maduras se han reportado para cultivares de Labrusca.

La concentración de nutrimentos puede variar en los tejidos muestreados, en uvas Muscadina (*Vitis rotundifolia*), las concentraciones de Nitrógeno, Manganeso y Fierro fueron mas altos en la lámina de la hoja y las de Potasio, Fósforo, Calcio, Magnesio, Cobre y Zinc fueron mas altas en pecíolos (Cummings, 1977).

Macías y Alonso (1991), al comparar la concentración de nutrimentos en dos etapas fenológicas (Floración y cuajado de fruto) en 6 cultivares de vino y 6 cultivares de mesa, encontraron que existe variación en la concentración del mismo nutrimento entre los diferentes cultivares. La concentración de Potasio, Magnesio, Zinc y Sodio es mayor en los pecíolos que en la lámina; mientras que la concentración de Calcio Fierro y Manganeso es mayor en la lámina de la hoja. A medida que avanza la edad de la hoja, la concentración de Calcio, Magnesio, Manganeso y Sodio es mayor.

Para diagnosticar deficiencias o excesos de nutrimentos en vid, se utilizan valores óptimos o intervalos de suficiencia que se evaluaron en determinado tejido y etapa de muestreo; para comparar la concentración foliar del viñedo, se deben seguir dichas indicaciones. Los valores óptimos mas utilizados en vid son 2: 1) los propuestos por Christensen et al., (1978) para pecíolos en floración en E.U.A. y 2) los propuestos por

Champagnol (1984) para lámina de la hoja en el envero en Francia.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la variación de nutrimentos en cuatro cultivares de vid en dos etapas fenológicas (floración y envero) y dos tejidos (pecíolos y lámina de la hoja).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en 1989, en 20 viñedos en producción de la Comarca Lagunera, se seleccionaron 52 lotes o parcelas con 4 cultivares, el número de lotes por cultivar fue: Málaga roja 14, Queen 13, Bola dulce 16 y Carignane 9. El tamaño de la muestra representa aproximadamente un 10% del total de viñedos de la región.

Para el muestreo foliar se marcaron 10 plantas por lote o cultivar, que representan la condición media en una hectárea aproximadamente. Se colectaron por separado 40 pecíolos y 40 láminas de hojas opuestas al primer racimo, en dos etapas fenológicas: floración y envero. Se analizó la concentración de los nutrimentos siguientes: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Na y B, también se analizó la concentración de nitratos (NO_3); en dos etapas fenológicas y dos tejidos, en cada cultivar, los tratamientos fueron: 1) floración-pecíolos; 2) envero-pecíolos; 3) floración-lámina y 4) envero-lámina. El diseño experimental fue completamente al azar con igual número de repeticiones en cada cultivar: Málaga roja 13, Queen 12, Bola dulce 16 y Carignane 9. La comparación de medias se hizo con la prueba Duncan al nivel de significancia de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar la concentración de nutrimentos en las dos fechas de muestreo (Cuadro 1), se observa que de floración a envero no existe diferencia significativa en la concentración de: Nitrógeno, Potasio, Sodio, Hierro, Zinc, Cobre y Nitratos, tanto en pecíolos como en la lámina de la hoja, en los 4 cultivares. Respecto a Nitratos no coincide con lo reportado por Mancilla (1990), quien encontró en esta misma región que se incrementaron de floración a envero en un rango de 10 a 75% dependiendo del cultivar (Carignane, Grenache, Málaga roja, Queen, Palomino y Thompson seedles), alcanzando niveles que se registraron como en exceso.

Los nutrimentos que se reducen o aumentan en forma significativa en algunos cultivares, son los siguientes: 1) El Fósforo se reduce en los cultivares Málaga roja y Bola dulce en los dos tejidos y en Queen en pecíolos; 2) el Calcio aumenta en los cultivares Queen y Carignane en la lámina de la hoja; 3) el Magnesio aumenta en el cultivar Bola dulce en pecíolos y 4) el Boro aumenta en el cultivar Málaga roja en pecíolos y en Bola dulce en la lámina. En los otros cultivares no existe diferencia significativa en estos cuatro nutrimentos.

Se observaron mas diferencias en la concentración de nutrimentos entre tejidos:

pecíolos y lámina de la hoja. La concentración de Potasio, Zinc, Sodio y Nitratos es mayor en pecíolos en forma significativa, en las dos etapas de muestreo y en los cuatro cultivares. La concentración de Potasio, Zinc y Sodio es mayor en pecíolos y coincide con varios autores: Arteaga et al., (1984) en el cultivar Green hungarian; Macias y Alonso (1991) en 6 cultivares para mesa y 6 cultivares para vino y Cummings (1977) en vid Muscadine (*Vitis rotundifolia* Michx. cv. Scuppernong. La concentración de Zinc que es mayor en los pecíolos, también coincide con Christensen (1984) para 26 cultivares.

La concentración de Nitrógeno, Calcio y Fierro es mayor en la lámina de la hoja en las dos etapas de muestreo y cuatro cultivares. La concentración de Nitrógeno que es mayor en la lámina de la hoja, coincide con: Cummings(1977) en vid Muscadine; Macias y Alonso (1991) y Christensen (1984). La concentración de Fierro mayor que es mayor en la lámina de la hoja coincide con Macías y Alonso (1991) y Cummings (1977).

Los otros cuatro nutrimentos tienen varias tendencias: el Fósforo y el Cobre son iguales en los dos tejidos en tres cultivares, excepto en Málaga roja y Bola dulce respectivamente; el Magnesio es igual en los dos tejidos en los cultivares Queen y Carignane, pero es mayor en pecíolos en Málaga roja y Bola dulce; el Boro es igual en los dos tejidos en Queen y Carignane, pero en Málaga roja es mayor en la lámina de la hoja en floración y en Bola dulce es mayor en la lámina de la hoja al envero.

En forma general, el Calcio y Magnesio aumentan de floración a envero en los cuatro cultivares y esto coincide con Macías y Alonso (1991); pero no coincide con Mancilla (1990) con respecto al Magnesio que bajó su concentración del 20 al 38% de floración a envero en el 50% de los cultivares evaluados.

CONCLUSIONES

Existe mas variación en la concentración de nutrimentos entre tejidos (pecíolos y lámina de la hoja) que entre etapas fenológicas (floración y envero).

De floración a envero no existe diferencia significativa en la concentración de Nitrógeno, Potasio, Fierro, Zinc, Cobre, Sodio y Nitratos en pecíolos y lámina de la hoja en los cuatro cultivares: Málaga roja, Queen, Bola Dulce y Carignane

La concentración de Potasio, Zinc, Sodio y Nitratos, es mayor en pecíolos; mientras que la de Nitrógeno, Calcio y Fierro es mayor en la lámina de la hoja, en las dos etapas de muestreo y cuatro cultivares: Málaga roja. Queen, Bola Dulce y Carignane.

Por los resultados anteriores, se concluye que para tener un buen diagnostico foliar, los muestreos se deben realizar en el tejido y etapa fenológica en la cual fueron establecidos los

rangos óptimos de nutrimentos con los que se pretende comparar y analizar los resultados del laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

- Arteaga H., E. , A. H. Altube D., A. J. Herrera G. y M. W. Borys. 1984. Observaciones del estado nutricional de un viñedo en Agusalientes. II Concentración de nutrientes en el follaje del cv Green Hungarian. Revista Chapingo. Año IX. N° 45-46. pp. 242-245.
- Cook, J. A. 1966. Grape nutrition. In: Temperate to tropical fruit nutrition. De. N.F. Childers. Hort. Pub. New Brunswick, New Jersey. U.S.A. Chapter XXIII. pp. 777-812.
- Cummings, G. A. 1977. Variation in the concentration of certain elements in muscadine grape leaves related to season, leaf portion and age. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(3):339-342
- Champagnol, F. 1984. Elements de Physiologie de la Vigne et de Viticulture Generale. Imprimerie Dehan 3400 Montpellier. Ed. Champagnol France. Chapitre III. pp. 153.
- Christensen, L. P. 1984. Nutrient level comparisons of leaf petioles and blades in twenty-six grape cultivars over three years. (1979-1981). Amer. J. Enol. Vitic., vOL. 35 (3):124-133.
- Christensen, L. P., A. N. Kasimatis y F. L. Jensen. 1978. Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin Valley. Division of Agricultural Sciences. University of California. Publicación # 4087.
- Macías H., H. y R. Alonso V. 1991. Concentración nutrimental en hojas de cultivares de vid (*Vitis vinifera* L.) en 2 etapas fenológicas. IV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas A.C. Resumen. Saltillo, Coahuila. pp. 239.
- Mancilla y D. I., R. 1990. Concentración nutrimental en pecíolos de seis cultivares de vid en dos etapas de muestreo y su implicación para la Comarca Lagunera. XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Resumen. Comarca Lagunera. pp. 65.

DISTRIBUCIÓN DE MATERIA SECA Y CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA DE DOS VARIEDADES DE KENAF (*Hibiscus cannabinus L.*) PARA FORRAJE EN TRES EDADES¹

David G. Reta Sánchez², José A. Cueto Wong³, Jesús Santamaría Cesar²,
Juan Francisco José Chávez González²

¹Estudio financiado por el proyecto "Identificación de nuevos cultivos y sistemas de producción de forraje con alta eficiencia en el uso del agua para bovino de leche estabulado en la Comarca Lagunera".

CONACYT-SAGARPA-COFUPRO. Fundaciones Produce Coahuila y Durango, A.C.

² INIFAP-CIRNOC-CELALA. Apartado postal No. 247. 27000. Torreón, Coah. dretasan@yahoo.com

³ INIFAP-CENID-RASPA. Apartado postal No. 41. 35150. Cd. Lerdo, Dgo.

INTRODUCCIÓN

El kenaf es originario de África Central-Este, donde ha sido cultivado por miles de años como alimento y cultivo de fibra. Esta planta es común como planta silvestre tropical y subtropical en Africa y Asia (Le Mahieu et al., 1991). Aunque el kenaf se ha cultivado tradicionalmente para obtener fibra (Taylor y Kugler, 1992), también ha sido utilizado como alimento para animales rumiantes (Swingle et al., 1978; Wildeus et al., 1995). El desarrollo de genotipos de kenaf sensibles al fotoperiodo ha permitido que en zonas templadas el crecimiento vegetativo se prolongue y por lo tanto pueda ser usado como cultivo forrajero (Webber, 1996).

La principal característica del kenaf para su uso forrajero es su contenido de proteína cruda (15-20 %), lo cual sólo se puede aprovechar si se cosechan plantas inmaduras con alturas de 0.80 a 2.0 m. El contenido de proteína cruda en la hojas de kenaf varía de 14 a 34 %, en el tallo la proteína cruda alcanza de 2 a 12 %, y la planta total contiene de 6 a 23 % de proteína cruda (Swingle et al., 1978; Webber, 1993).

El contenido de proteína cruda en el forraje de kenaf baja al avanzar la edad del cultivo, por lo que se debe cosechar máximo a una altura de planta de 2 m para obtener el mayor rendimiento de materia seca con un buen contenido de proteína. Philips et al. (1999) encontraron que el contenido de proteína en kenaf decreció con el tiempo de 22.3 % a los 40 días después de la siembra (dds) a 15.4 % a 105 dds. Estos autores concluyeron que la cosecha de kenaf entre los 70 y 80 dds debería optimizar la digestibilidad y la concentración de nitrógeno en los tallos y maximizar la proporción de materia seca de hoja en el forraje cosechado. Unger (2001) encontró que el contenido de proteína cruda disminuyó de 32.7 % a los 65 dds a 19.5 % a los 121 dds. En la Comarca Lagunera, Reta et al. (2004) encontraron que los mayores valores de proteína en kenaf se alcanzaron en las cosechas realizadas a los 48 y 66 dds, cuando la planta alcanzó alturas de 0.97 y 1.80 m, respectivamente. El objetivo de este estudio fue determinar la distribución de materia seca en dos variedades de kenaf y su

relación con el contenido de proteína cruda en tres edades del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental La Laguna en Matamoros, Coahuila durante el ciclo de verano de 2003. Se evaluaron los genotipos de kenaf Everglades 41 y Tainung 2, en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela experimental consistió de 8 surcos de 10 m de longitud, con una separación de 0.50 m.

La siembra se realizó en suelo húmedo el 26 de julio de 2003. Antes del rastreo en húmedo se aplicó una dosis de fertilización de 50 kg de nitrógeno y 100 kg de P₂O₅ por hectárea, y posteriormente se aplicaron 130 y 40 kg de nitrógeno por hectárea en el primero y segundo riego de auxilio, respectivamente. Durante el desarrollo del cultivo se aplicaron tres riegos de auxilio a los 26, 51 y 75 dds, con una lámina de riego de 15 cm el primero y 12 cm en los otros dos riegos. También durante el ciclo de crecimiento ocurrieron lluvias que alcanzaron 83.5 mm. Para el control de plagas como mosquita blanca y diabrotica se realizaron tres aplicaciones de insecticidas durante el ciclo del cultivo.

Se realizaron cosechas de kenaf a los 48, 66 y 83 días después de la siembra. En cada cosecha se realizaron muestreos de 10 plantas por parcela para determinar la distribución de materia seca en los órganos del vástago. Las plantas muestreadas fueron separadas por órganos del vástago (tallo, ramas, lámina foliar, pecíolo y flores) y secadas en una estufa de aire forzado hasta obtener peso constante. Posteriormente, las muestras fueron molidas en un molino Wiley con una malla de 1 mm y analizadas de acuerdo al procedimiento Kjeldahl para la determinación de nitrógeno total (AOAC, 1990). Los datos fueron sometidos a análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental utilizado. La comparación de medias se hizo con la prueba de Fisher ($P \leq 0.05$). También se realizó un análisis de regresión para determinar la relación entre el porcentaje de materia seca total del vástago asignado a hojas y el contenido de proteína cruda en el forraje total de kenaf.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta la distribución de materia seca en los órganos del vástago de dos genotipos de kenaf, así como el contenido de proteína cruda en las tres edades del cultivo en que se realizaron las cosechas. El análisis estadístico indica que no hubo diferencia significativa entre variedades en la acumulación y distribución de materia seca en los órganos del vástago en ninguna de las tres edades muestreadas. Como lo indican otros estudios (Philips et al., 1999) el contenido de proteína decreció con la edad, obteniendo el mayor contenido de

proteína cruda en la cosecha realizada a los 48 dds y la menor en la cosecha realizada a los 83 dds. Dado que el mayor contenido de proteína cruda en kenaf se encuentra en las hojas (Swingle et al., 1978; Webber, 1993), la disminución en la asignación de materia seca a las hojas conforme avanza la edad del cultivo, explica el menor contenido de proteína cruda en la segunda y tercera cosechas realizadas en este estudio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de materia seca (MS) en los órganos del vástago y contenido de proteína cruda (PC) en dos genotipos de kenaf cosechados en tres edades. Verano de 2003. INIFAP-CIRNOC-CELALA.

| Variedad | Tallo | | Hoja | | Flores | | Vástago g m ⁻² | PC % |
|---------------|---------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|-------|------------------------------|---------|
| | g m ⁻² | MS(%) | g m ⁻² | MS(%) | g m ⁻² | MS(%) | | |
| 48 dds | | | | | | | | |
| Everglades 41 | 97.1 a [‡] | 50.5 a | 92.7 a | 49.5 a | - | - | 189.8 a | 18.6 a |
| Tainung 2 | 97.3 a | 46.1 a | 112.4 a | 53.9 a | - | - | 209.8 a | 17.8 a |
| 66 dds | | | | | | | | |
| Everglades 41 | 197.4 a | 53.2 a | 171.6 a | 46.0 a | 2.7 a | 0.7 a | 371.7 a | 15.8 a |
| Tainung 2 | 174.4 a | 53.6 a | 147.8 a | 45.5 a | 3.1 a | 1.0 a | 325.3 a | 14.8 a |
| 83 dds | | | | | | | | |
| Everglades 41 | 429.2 a | 60.2 a | 255.8 a | 35.8 a | 28.2 a | 4.0 a | 713.2 a | 10.5 a |
| Tainung 2 | 488.3 a | 64.7 a | 237.6 a | 31.6 a | 28.3 a | 3.7 a | 754.3 a | 10.9 a |

[‡] Medias seguidas con misma letra en cada columna dentro de cada edad del cultivo en días después de la siembra (dds), son significativamente iguales (Fisher, 0.05).

De hecho en este trabajo se encontró una relación lineal estrecha entre el porcentaje de materia seca asignado a las hojas y el contenido de proteína cruda (Figura 1). En la primera cosecha realizada a los 48 dds, una proporción de 49 a 54 % de hoja en el forraje dio por resultado un contenido de proteína cruda de 17.8 a 18.6 %; mientras que en la tercera cosecha realizada a los 83 dds, la disminución de la proporción de las hojas hasta 32 - 36 %, provocó una reducción en proteína cruda hasta valores entre 10.5 y 10.9 % (Cuadro 1).

La proporción de materia seca asignada al tallo se incrementa con la edad del kenaf, principalmente después del inicio de floración, lo cual en este estudio ocurrió a los 66 dds. En esta etapa, la planta comienza a perder hoja en la parte inferior del dosel, y el crecimiento vegetativo se reduce (Reta et al., 2004). En el presente estudio se encontró una relación lineal significativa entre el porcentaje de materia seca asignado a los tallos y el contenido de proteína cruda (Figura 2).

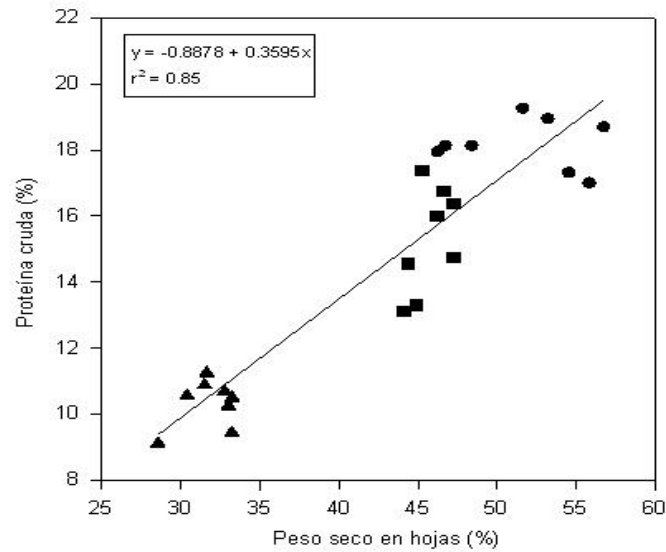


Figura 1. Relación entre el porcentaje de la materia seca total del vástago asignada a las hojas con el contenido de proteína cruda de kenaf cosechado en tres edades. ● 48 días después de la siembra (dds); ■ 66 dds; ▲ 83 dds.

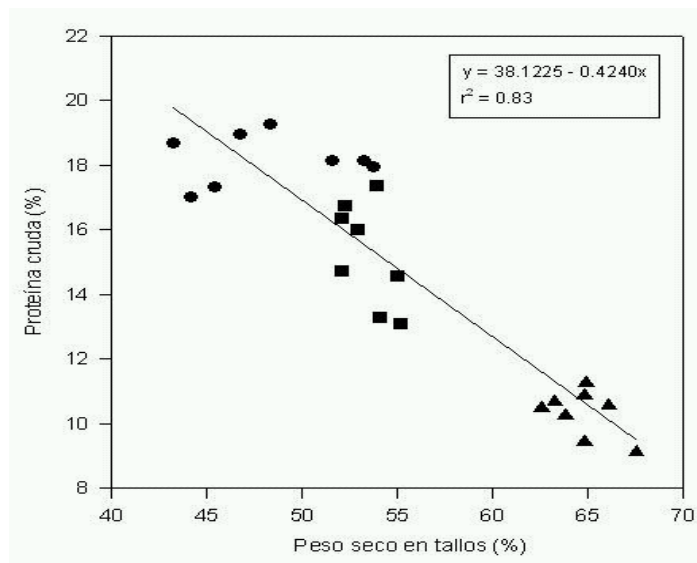


Figura 2. Relación entre el porcentaje de la materia seca total del vástago asignado a los tallos con el contenido de proteína cruda de kenaf cosechado en tres edades. ● 48 días después de la siembra (dds); ■ 66 dds; ▲ 83 dds.

La mejor calidad del forraje en kenaf se obtiene en etapas tempranas del cultivo, con una altura de planta de 1 a 1.30 m, sin embargo el mayor rendimiento de materia seca se produce cuando el cultivo alcanza alturas de planta iguales o superiores a 1.80 m (Reta et al., 2004). Considerando esta información, es importante encontrar un estado del desarrollo que permita maximizar el rendimiento de materia seca manteniendo un buen contenido de proteína.

Reta et al. (2004) sugieren para siembras de verano realizar la cosecha a los 66 dds, con lo cual es posible obtener forraje con un contenido de proteína de 15.8 % y un rendimiento de materia seca de 4600 kg ha⁻¹.

CONCLUSIONES

No hubo diferencia significativa entre las variedades de kenaf Everglades 41 y Tainung 2 en la acumulación y distribución de materia seca en los órganos del vástago, ni en el contenido de proteína cruda en el forraje en las tres edades del cultivo muestreadas. El contenido de proteína cruda decreció con la edad del cultivo, debido a la disminución en la asignación de materia seca a las hojas y una mayor proporción de materia seca en el tallo, cuyo contenido de proteína es mucho menor en relación a las hojas.

En siembras de verano se sugiere realizar la cosecha de kenaf para forraje a los 66 días después de la siembra, cuando la planta de kenaf alcanza una altura de 1.80 a 2.0 m, con lo cual es posible maximizar el rendimiento de materia seca conservando un nivel de proteína cruda entre 14.8 y 15.8 %.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1990. Protein (crude) in animal feed. Cooper catalyst Kjeldahl method. P. 15. In: K. Helrich (ed.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th. Ed. AOAC, Arlington, VA.
- LeMahieu, P.J., E.S. Oplinger, and D.H. Putnam. 1991. Kenaf. Alternative field crops manual. Univ. of Wisconsin-Extension. Cooperative Extension Univ. of Minnesota: center for alternative plant and animal products and the Minnesota Extension Service.
- Phillips, W.A., F.T. McCollum, III, and C.Q. Fitch. 1999. Kenaf dry matter production, chemical composition, and in situ disappearance when harvested at different intervals. Prof. Anim. Sci. 15:34-39.
- Reta Sánchez, D.G., J. Santamaría Cesar, J.F.J. Chávez González, M. Rivera González, J.S. Carrillo Amaya, J.A. Cueto Wong, A. Gaytán Mascorro. 2004. Producción de forraje de dos genotipos de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) durante el ciclo de verano en la Comarca Lagunera. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 498-502 pp.
- Swingle, R.S., A.R. Urias, J.C. Doyle, and R.L. Voigt. 1978. Chemical composition of kenaf forage and its digestibility by lambs and in vitro. J. Anim. Sci. 46:1346-1350.
- Taylor, C.S., and D.E. Kugler. 1992. Kenaf: Annual fiber crop products generate a growing response from industry. P. 92-98. In 1992 yearbook of agriculture. Office of Publishing and Visual Communication, USDA, Washington, D.C.
- Unger, P.W. 2001. Alternative and opportunity dryland crops and related soil conditions in the southern Great Plains. Agron. J. 93:216-226.
- Webber, C.L., III. 1993. Crude protein and yield components of six kenaf cultivars as affected by crop maturity. Ind. Crops Prod. 2:27-31.
- Webber, C.L., III. 1996. Kenaf production, properties, and potential uses. Proc. Int. Kenaf Assoc. Conf. 8:3-8.
- Wildeus, S., H.L. Bhardwaj, M. Rangappa, and C.L. Webber III. 1995. Consumption of chopped kenaf by Spanish goats. Proc. of 7th. Int. kenaf Conf., Irving, Tx. 9-10 Mar. 1995. Int. Kenaf Assoc., Ladonia, TX.

RENDIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIA SECA DE DOS GENOTIPOS DE KENAF (*Hibiscus cannabinus* L.) DURANTE EL CICLO DE VERANO EN LA COMARCA LAGUNERA¹

David G. Reta Sánchez², Sarel Cruz Cruz³, Arturo Palomo Gil³

¹Estudio financiado por el proyecto "Identificación de nuevos cultivos y sistemas de producción de forraje con alta eficiencia en el uso del agua para bovino de leche estabulado en la Comarca Lagunera".

SAGARPA-CONACYT-COFUPRO. Fundaciones Produce Coahuila y Durango, A.C.

²INIFAP-CIRNOC-CELALA. Apartado postal No. 247. C.P. 27000. Torreón, Coahuila.
dretasan@yahoo.com

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Apartado postal No. 940. C.P. 27054. Torreón, Coahuila.

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera, principal cuenca lechera del país, solo se produce el 60 % del forraje total que demanda el hato ganadero lechero. La principal limitación en esta región es la reducida disponibilidad de agua, lo cual reduce la producción y rentabilidad en sistemas de producción agropecuarios. Esta cuenca lechera se ubica en uno de los acuíferos sobreexplotados del país en donde se ha detectado un abatimiento de 1.5 m por año, con una disminución de la calidad del agua del subsuelo y un incremento en los costos de extracción, a si como una creciente degradación del suelo. Actualmente un 32 % de la superficie regional agrícola presenta grados de salinidad o sodicidad moderados y altos.

En la actualidad el patrón forrajero se compone de sólo ocho cultivos. Algunos de estos, como es el caso de la alfalfa, presentan baja eficiencia en el uso del agua (1.5 Kg. de materia seca por m³ de agua), otros como el maíz reducen significativamente su productividad (hasta 40 %) en siembras de verano debido a las altas temperaturas, y otros como el sorgo forrajero presenta problemas de acame y de baja calidad nutricional. Esto obliga a buscar nuevas alternativas con cultivos que se adapten a las condiciones ambientales de la región, manteniendo o incrementando la calidad del forraje, que permitan un desarrollo satisfactorio bajos condiciones limitantes de humedad, altas temperaturas y suelos relativamente pobres en fertilidad.

El kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), es un cultivo que puede ser una alternativa en la Comarca Lagunera debido a sus características de tolerancia a la salinidad y periodos de sequía y produce sus mayores rendimientos en regiones con altas temperaturas (Webber, 1996). Además el kenaf presenta otras características importantes para la región como precocidad (Reta et al., 2004), la producción de forraje con un contenido de proteína cruda entre 15 y 32 % (Philips et al., 1999; Unger, 2001; Reta et al., 2004), posibilidad de ensilar el forraje y valores de digestibilidad de materia seca de 53 a 58 % (Wing, 1967)

Estudios realizados en Estados Unidos de América indican que el nivel de rendimiento y ciclo de crecimiento son muy variados, de acuerdo al clima, manejo agronómico, edad y número de cosechas. Webber (1993) obtuvo en Texas un rendimiento promedio de materia seca en dos años de 4764 kg/ha, con una precipitación de 404 mm y una duración de ciclo de 76 días, mientras que con una precipitación de 476 mm y un ciclo de 99 días, el rendimiento de materia seca fue de 7512 kg/ha. Nielsen (2004) en Akron Colorado encontró que el kenaf en dos cosechas realizadas a los 96 y 152 días después de la siembra (dds) produjo rendimientos de materia seca de 2000 kg/ha con 274 mm de agua consumida, mientras que con un consumo de agua de 507 mm el rendimiento de materia seca fue de 6000 kg/ha. En la Comarca Lagunera, Reta et al. (2004) encontraron en kenaf sembrado en el verano un rendimiento de materia seca de 4596 kg/ha, el cual se cosechó a los 66 dds y se aplicaron un riego de presiembra y dos riegos de auxilio (57 cm de lámina). El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial de rendimiento y la distribución de materia seca de dos genotipos de kenaf en diferentes edades durante el ciclo de verano en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Campo Experimental la Laguna en Matamoros, Coahuila durante el ciclo de verano de 2004, en un suelo de textura franco arcillosa. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron las variedades de kenaf Tainung 2 y kenaf Everglades 41, que son genotipos de ciclos intermedios y sensibles al fotoperiodo.

Cada parcela experimental fue de 30 m², con una longitud de 5 m y 6 m de ancho, y una separación entre surcos de 0.50 m. La parcela útil para la determinación del rendimiento fue 6 surcos de 5 m de longitud (15 m²). El rastreo en húmedo se llevo a cabo el 26 de Julio de 2004 y la siembra se realizó en suelo húmedo el 27 de Julio, con una densidad de 500,000 plantas/ha. Antes del rastreo en húmedo se aplicó una dosis de fertilización de 50 kg de nitrógeno por hectárea y 100 kg de P₂O₅ por hectárea; posteriormente se aplicaron 112 Kg. de nitrógeno por hectárea en cada uno de los 3 riegos de auxilio. Durante el ciclo del cultivo se aplicaron tres riegos de auxilio a los 34, 53 y 78 dds, con láminas de riego de 12 cm cada uno. Durante el ciclo del cultivo ocurrieron lluvias que alcanzaron 118.4 mm. Se realizó un aclareo de plantas a los 16 dds y se dio una escarda con azadón a los 23 dds. Para el control de plagas como diabrótica y mosquita blanca se realizaron tres aplicaciones de insecticidas durante el ciclo del cultivo.

Se realizaron tres cosechas de kenaf a los 52, 74 y 106 dds. En cada cosecha se

realizaron muestreos de 20 plantas por parcela para determinar la distribución de materia seca en los órganos del vástago. Las plantas muestreadas fueron separadas por órganos del vástago (tallo, ramas, lámina foliar, pecíolo y flores) y secadas en un estufa de aire forzado hasta obtener peso constante. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental utilizado. La comparación de medias se hizo con la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta el rendimiento de materia seca de dos genotipos de kenaf cosechados en tres edades. En las dos primeras cosechas realizadas a los 52 y 74 dds no se presentó diferencia estadística significativa entre genotipos; mientras que en la cosecha realizada a los 106 dds, la variedad Tainung 2 superó en rendimiento a Everglades 41.

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca de dos variedades de kenaf en tres edades del cultivo durante el ciclo de verano en la Comarca Lagunera. INIFAP-CIRNOC-CELALA.

| Variedad | Rendimiento materia seca (kg ha^{-1}) | | |
|---------------|--------------------------------------------------|----------|-----------|
| | 52 dds | 74 dds | 106 dds |
| Everglades 41 | 3430.8 a [‡] | 6296.3 a | 9211.7 b |
| Tainung 2 | 2690.3 a | 6034.1 a | 10869.2 a |

[‡] Medias seguidas con misma letra en cada columna son significativamente iguales (Duncan, 0.05). dds = días después de la siembra.

El nivel de rendimiento de materia seca obtenido en este estudio (2690 a 10869 kg ha^{-1}), en general es superior al obtenido en diferentes estudios realizados en los Estados Unidos de América (4764 a 7512 kg ha^{-1}) (Webber, 1993; Nielsen, 2004) y además los rendimientos obtenidos en las dos primeras cosechas en el presente estudio fueron obtenidos en un periodo más corto, lo cual sugiere condiciones de clima más adecuadas en la Comarca Lagunera para el desarrollo del cultivo. Asimismo, los rendimientos de materia seca producidos en el presente trabajo, fueron superiores a los rendimientos encontrados en ciclo de verano anterior (2003) en la Comarca Lagunera, en el cual se consignan rendimientos de materia seca para una primera cosecha realizada a los 48 dds entre 1,320 y 1,667 kg ha^{-1} y entre 4,408 y 4,596 kg ha^{-1} para una segunda cosecha a los 66 dds (Reta et al., 2004). Este incremento en el potencial de rendimiento de kenaf obtenido en el ciclo de verano de 2004, básicamente se debió al incremento en la densidad de población de 180 a 500 mil plantas por hectárea y a un retraso en

las tres cosechas realizadas en 2004 respecto al ciclo anterior.

En el Cuadro 2 se presenta la distribución de materia seca en los órganos del vástago de dos genotipos de kenaf en las tres edades en que se realizaron las cosechas. El análisis estadístico indica que no hubo diferencia significativa entre variedades en la acumulación y distribución de materia seca en los órganos del vástago en ninguna de las tres edades muestreadas.

Cuadro 2. Distribución de materia seca (MS) de dos genotipos de kenaf en tres edades durante el ciclo de verano de 2004 en la Comarca Lagunera. INIFAP-CIRNOC-CELALA.

| Variedad | Tallo | | Hoja | | Flores | | Vástago |
|---------------|----------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|
| | g m ⁻² | MS (%) | g m ⁻² | MS (%) | g m ⁻² | MS (%) | g m ⁻² |
| 52 dds | | | | | | | |
| Everglades 41 | 147.0 a [‡] | 52.6 a | 132.2 a | 47.4 a | - | - | 279.2 a |
| Tainung 2 | 152.7 a | 50.5 a | 149.8 a | 49.5 a | - | - | 302.6 a |
| 74 dds | | | | | | | |
| Everglades 41 | 353.5 a | 68.5 a | 162.4 a | 31.5 a | - | - | 515.9 a |
| Tainung 2 | 375.7 a | 69.7 a | 163.5 a | 30.3 a | - | - | 539.2 a |
| 106 dds | | | | | | | |
| Everglades 41 | 526.3 a | 74.7 a | 172.8 a | 24.5 a | 5.4 a | 0.8 a | 704.5 a |
| Tainung 2 | 765.3 a | 73.5 a | 264.8 a | 25.4 a | 11.0 a | 1.0 a | 1041.0 a |

[‡] Medias seguidas con misma letra en cada columna son significativamente iguales (Duncan, 0.05).

Debido a que el mayor contenido de proteína cruda en kenaf se encuentra en las hojas (Swingle et al., 1978; Webber, 1993), la calidad proteica del forraje de kenaf está en función de su mayor contenido de hoja y menor proporción de tallo. Aunque el rendimiento de materia seca se incrementa con la edad, es muy importante encontrar una fase del desarrollo en la cual sea posible obtener un buen rendimiento y conservar una proporción de hoja que permita obtener un rendimiento de proteína adecuado. En el presente estudio, la proporción de hoja en la primera cosecha (52 dds) fue la más alta con valores entre 47.4 y 49.5 %; para la segunda cosecha realizada 22 días después de la primera (74 dds), el porcentaje de hoja disminuyó hasta 30.3 %. En la cosecha realizada a los 106 dds, la proporción de hoja en el forraje fue la más baja con valores entre 24.5 y 25.4 %, mientras que el porcentaje de materia seca asignado al tallo alcanzó valores entre 73.5 y 74.7 %.

CONCLUSIONES

No hubo diferencia significativa entre las variedades de kenaf Everglades 41 y Tainung 2 en el rendimiento de materia seca en ninguna de las tres edades del cultivo cosechadas. Tampoco hubo diferencia entre variedades en la distribución de materia seca en los órganos del vástago. En ambas variedades la mejor proporción de hoja en el forraje se obtuvo entre los 52 y 74 dds, edades en las cuales es más conveniente realizar la cosecha, ya que permite obtener rendimientos entre 2690 y 6296 kg/ha de materia seca con un contenido de hoja en el forraje entre 30.3 y 49.5 %.

BIBLIOGRAFÍA

- Nielsen, D.C. 2004. Kenaf forage yield and quality under varying water availability. *Agron. J.* 96:204-213.
- Phillips, W.A., F.T. McCollum, III, and C.Q. Fitch. 1999. Kenaf dry matter production, chemical composition, and in situ disappearance when harvested at different intervals. *Prof. Anim. Sci.* 15:34-39.
- Reta Sánchez, D.G., J. Santamaría Cesar, J.F.J. Chávez González, M. Rivera González, J.S. Carrillo Amaya, J.A. Cueto Wong, A. Gaytán Mascorro. 2004. Producción de forraje de dos genotipos de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) durante el ciclo de verano en la Comarca Lagunera. *Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED.* 498-502 pp.
- Swingle, R.S., A.R. Urias, J.C. Doyle, and R.L. Voigt. 1978. Chemical composition of kenaf forage and its digestibility by lambs and in vitro. *J. Anim. Sci.* 46:1346-1350.
- Unger, P.W. 2001. Alternative and opportunity dryland crops and related soil conditions in the southern Great Plains. *Agron. J.* 93:216-226.
- Webber, C.L., III. 1993. Crude protein and yield components of six kenaf cultivars as affected by crop maturity. *Ind. Crops Prod.* 2:27-31.
- Webber, C.L., III. 1996. Kenaf production, properties, and potencial uses. *Proc. Int. Kenaf Assoc. Conf.* 8:3-8.
- Wing, J.M. 1967. Ensilability, acceptability and digestibility of kenaf. *Feedstuffs.* 39:26.

EVALUACION DE GENOTIPOS DE MAIZ EN SURCOS ESTRECHOS PARA PRODUCCIÓN DE FORRAJE

José Dimas López Martínez¹, Maribel Gómez Molina¹

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, División de Estudios de Postgrado, Apartado Postal 142, CP 35000. Gómez Palacio, Durango, México.
e-mail: jose_dimaslopez@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

En México el cultivo de maíz es uno de los cultivos de mayor importancia ya que es un alimento básico para el consumo humano, sobre todo en la dieta de los mexicanos de bajos ingresos, cuya alimentación es principalmente a base de cereales. En los dos ciclos agrícolas se cultiva una superficie de 7.5 millones de ha, de las cuales el 90 % de la producción se obtiene del ciclo primavera-verano (Hernández, 1999).

En la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango, se cultivan en promedio 45,000 ha para la producción de forraje (alfalfa, maíz y sorgo), éstas representan aproximadamente el 61% de la superficie total regada con agua subterránea (SAGARPA, 1999). En el ciclo primavera-verano 2002 se establecieron 13,594 ha de maíz forrajero, con un rendimiento promedio de 55,000 k ha⁻¹; de éstas 10,599 ha fueron irrigadas con agua del subsuelo con una eficacia promedio de 60%, es decir, el 40% del agua aplicada, no es utilizada por el cultivo y se escapa a la atmósfera en forma de vapor. (Levine y García, 1996).

Se considera que en el país el 75% de los suelos dedicados a la agricultura dependen de las condiciones de temporal, además existen suelos someros, drenaje deficiente y pendientes pronunciadas; por otra parte el contenido de materia orgánica promedio del suelo nacional es de 2.4% (Ojeda, 1994), el cual es considerado bajo, por lo que se hace necesario incrementar este contenido. Esto se puede lograr con la aplicación de composta en cantidades adecuadas para mejorar las condiciones físico-químicas del suelo.

Por otro lado al usar surcos estrechos se tienen altas densidades de población y una adecuada distribución de plantas en el terreno, logrando mediante esta técnica incrementar el rendimiento de cultivos por unidad de área. Considerando lo anterior el objetivo del trabajo fue: evaluar el rendimiento de maíz en diferentes genotipos sembrados en surcos estrechos.

MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental

Durante el ciclo primavera verano del 2005 fue establecido un trabajo en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de Venecia, municipio de

Gómez Palacio, Dgo, la cual esta situada en el Km. 30 de la carretera Gómez palacio – Tlahualilo, Dgo, en el paralelo 25° 46' 52" de latitud norte y el meridiano 103° 21' 04" de longitud oeste y a una altura de 1110 m.

Características ecológicas de la Laguna

Según la clasificación de Koppen, modificado por García (1973): el clima es de tipo seco desértico con precipitaciones medias anuales de 248.8 mm, la temperatura media anual es de 20.9 °C. El lapso comprendo entre mayo y agosto es el mas caluroso del año y los meses de diciembre y enero los mas fríos. El promedio de heladas es de 24 en un año; la primera se presenta en noviembre o diciembre y la ultima en febrero o marzo con un periodo libre de heladas en abril a octubre por lo cual se considera que la atmósfera de la región es relativamente seca.

Conducción del experimento

Siembra: esta se realizo mediante la modalidad de surcos (Factor B) a 40 y 80 cm respectivamente, estableciendo la siembra el 03 de mayo.

Factor A (genotipos de maíz): A1= 31Y43, A2 = 8285, A3 = 7813, A4 = 8222, A5 =35J56, A6 =5807

Fertilización: se fertilizo con (Composta) a una dosis de 3 t ha⁻¹.

Riegos: Se aplico un riego al momento de la siembra y posteriormente 3 riegos de auxilio cada 45 días.

Fecha de siembra: Se realizó el día 4 de mayo de 2005 con una distancia entre surcos de 40cm y 70 cm respectivamente.

Variables evaluadas

- Rendimiento de forraje (t ha⁻¹)

Diseño experimental Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas y tres repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 de análisis de varianza se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos; esto implica que estadísticamente todos los tratamientos son iguales entre si. Sin embargo a pesar de esto en la Figura 1 se aprecia que el tratamiento 4 (8285 y surcos a 40 cm) es el mas sobresaliente con 66.7 t ha⁻¹ seguido en orden de importancia por el tratamiento 11 (S806 y surcos a 70 cm) con 63.3 t ha⁻¹. Los rendimientos logrados por ambos tratamientos son similares a los reportados por Reta *et al.* (2002) quien trabajando con

genotipos de maíz encontró rendimientos superiores en surcos estrechos en comparación con la siembra en surcos tradicionales. Estos resultados pueden deberse a que en las condiciones de buena disponibilidad hídrica y nutricional, los beneficios de la mayor captura de luz por acercamiento de los surcos se traducen en incrementos del rendimiento en grano de alrededor del 2%, (Andrade *et al.* 1999 y Cantarero *et al.* 1999) lo cual permite la fijación de un 2% más de granos por planta.

CUADRO 1.- Análisis de varianza para rendimiento de forraje. Venecia, Durango. 2005.

| F. V. | G. L. | S.C. | C. M. | F | P _≥ F |
|--------------|-------|-------------|------------|--------|------------------|
| REPETICIONES | 2 | 155.554688 | 7.777344 | 0.4545 | 0.652 |
| FACTOR (A) | 5 | 1188.882813 | 237.776566 | 1.3896 | 0.307 |
| ERROR (A) | 10 | 1711.117188 | 171.111725 | | |
| FACTOR (B) | 1 | 0.0000000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.000 |
| ERROR (B) | 2 | 466.671875 | 233.335938 | | |
| INTERACCION | 5 | 466.679688 | 93.335938 | 0.8750 | 0.532 |
| ERROR © | 10 | 1066.648438 | 106.664841 | | |
| TOTAL | 33 | 5055.554688 | | | |

Otros trabajos han reportado que la densidad óptima se ubicó, en todos los casos, por encima de las 87 mil plantas por hectárea, en correspondencia con las condiciones de cultivo de alta productividad, no se detectaron interacciones significativas entre densidad de plantas y distancia entre surcos. Por el contrario, resultaron significativas las interacciones entre híbridos y densidades ($p < 0.01$), así como entre híbridos y distancias entre surcos ($p < 0.08$), tanto para el rendimiento como para sus componentes (número y peso de granos). Andrade *et al.* 1996.

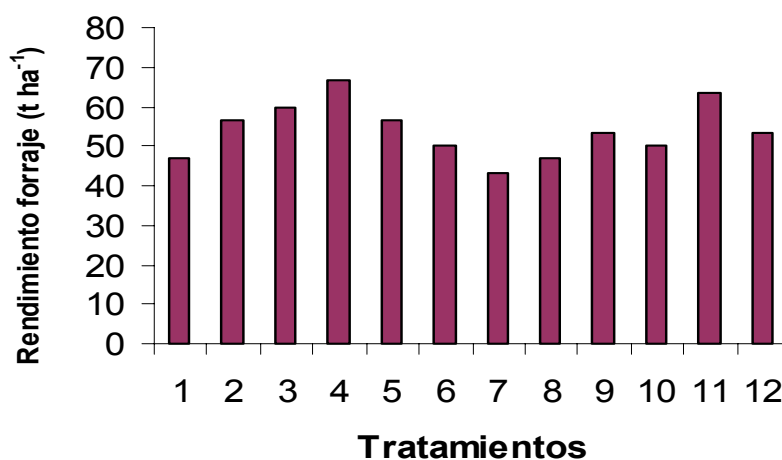


Figura 1. Rendimiento de forraje. Venecia, Durango. 2005.

CONCLUSIONES

El tratamiento 4 (8285) y siembra en surcos a 40 cm es el más sobresaliente con 66.7 t ha⁻¹ seguido en orden de importancia por el tratamiento 11 (S806) y siembra en surcos a 70 cm con 63.3 t ha⁻¹, lo anterior demuestra las bondades de trabajar con surco estrecho de 40 cm, y por supuesto el de continuar evaluando a los genotipos de maíz 8285 y S806 como los más prometedores en el área para producción de forraje.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F.H., Cirilo, A.G., Ubart, S.A. y Otegui, M.E. 1996. Ecofisiología del Cultivo de Maíz. Baicarce, INTA-UL. p. 292.
- Andrade, F.H., Vega, C., Ubart, S.A., Cirilo, A.G. y Cantarero M.G. 1999. Kernel number determination in maize. *Crop Science* 39:453-459.
- Cantarero, M.G., Cirilo, A.G. y Andrade, F.H.. 1999. Night temperature at silking affects kernel set in maize. *Crop Science* 39:703-710.
- Cadahia, C. 1998. Fertilización. Cultivos hortícolas y ornamentales.
- Estrada B., W.J. 1992. La perspectiva sobre el uso de composta en México. Memorias del XXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo 1991-1992. Acapulco, Gro. P. 259.
- Fitzpatrick, E. A. 1996. Introducción a la Ciencia de los Suelos. Editorial Trillas México D.F.
- Gallegos, R.M.A. y M.J.D. López 2001. Fertilizantes orgánicos sobre humedad del suelo y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) AGROFAZ vol 1 p. 1-8.
- Hernández, C. J.M. 1999. La diversidad del Maíz en México y su conservación 2º taller Nacional de Especialidades del Maíz. Memorias del XX Aniversario del Instituto Mexicano del Maíz. UAAAN, Saltillo, Coah., P. 1-15.
- Rubio, M.D. 1974. Evaluación de residuos orgánicos estabilizados (Compost) obtenidos en el basurero de Monterrey, N.L. desde el punto de vista de su utilización agrícola. CIANE Seminarios Técnicos Vol. 1 (1): p. 13.
- Salomón, A.M. 1999. Fundamentos de agroquímicos plaguicidas e insumos de nutrición vegetal. Órgano oficial de UMFFASC. México D.F. pp. 6-7.
- SAGARPA, 1999. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Cd. Lerdo, Durango.
- Levine. G., D. García. 1996. Desempeño de los módulos Transferidos en el Distrito de Riego de la Comarca Lagunera. Tópicos relacionados con el agua. Segundo Seminario internacional. Transferencia de sistemas de Riego. Guanajuato. México.
- Reta S. D. G., Carrillo S.J., Gaytán M.A., Castro M.E. y Cueto W.J.A. 2002. Guía para cultivar maíz forrajero en surcos estrechos. Folleto para productores No. 5 INIFAP-CIRNOC-CELALA.
- Rivera G.M. y Estrada A. J. 2004 Evaluación de híbridos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en dos arreglos topológicos, alta población y siembra de verano. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED Septiembre del 2004. Gómez Palacio, Dgo.
- Ojeda, O.D. 1994. Promedios generales en contenidos de nutrientes aprovechables y otros datos calculados para los suelos analizados en la República Mexicana durante 1988-1993. Guanos y Fertilizantes de México, S.A. Subgerencia Técnica Agronómica. Sección Edafológica hoja num. 2.
- Robles, S.R., 1983. Producción de granos y Forrajes. Cuarta edición. Editorial LIMUSA. México, D.F.
- SAGARPA 2003. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria. Delegación en la Región Lagunera Durango-Coahuila. México.
- López, M.J.D. y E. A. Díaz 2001. Efecto de abonos orgánicos sobre humedad del suelo y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) AGROFAZ vol. 1 p 1-8.

EVALUACIÓN DE LABRANZA Y FERTILIZACION SOBRE HUMEDAD DEL SUELO Y RENDIMIENTO DE FORRAJE EN MAIZ

**José Dimas López Martínez¹ Alfonso Avalos Marines¹
Cirilo Vazquez V.¹ Enrique Salazar Sosa¹ Rafael Zúñiga Tarango¹**

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, División de Estudios de Postgrado, Apartado Postal 142, CP 35000. Gómez Palacio, Durango, México.
e-mail: jose_dimaslopez@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades físicas del suelo son factores dominantes que determinan la disponibilidad de oxígeno y movimiento de agua en el mismo, condicionando las prácticas agrícolas a utilizarse y la producción del cultivo. Sin embargo, estas propiedades no escapan de los efectos producidos por los distintos tipos de labranza originándose cambios en el ambiente físico del suelo, con importantes repercusiones en su calidad bioquímica y, por tanto, en su fertilidad (8).

La labranza convencional y el mal manejo de los suelos producen modificaciones generalmente desfavorables desde el punto de vista de conservación de algunas propiedades de los suelos, tales como: degradación integral del recurso suelo (10), incrementando la superficie agrícola con problemas de erosión y pérdida paulatina de la productividad.

Se estima que el 15 % de la superficie mundial sufre algún tipo de deterioro como consecuencia de las actividades del hombre. Las causas más frecuentes de dicha degradación son el sobrepastoreo, la deforestación y las malas prácticas agrícolas.

En México se ha dado muy poca importancia a la conservación del suelo como recurso no renovable; el cual se ve afectado entre otras causas por el uso excesivo de maquinaria agrícola, aproximadamente el 64 % del territorio nacional sufre algún grado de deterioro. (7). La labranza excesiva es la causa primaria de muchos problemas de erosión a nivel parcela, y la labranza de conservación puede reducir hasta en un 90 % estos problemas (15).

La Comarca Lagunera es una zona semiárida con alta evaporación y escasa precipitación con una relación 10:1 donde la principal limitante para la agricultura es la escasez de agua, y además presenta problemas de sobrelaboreo. Además es la principal cuenca lechera del país, donde se producen anualmente 900,000 toneladas de estiércol bovino (6), lo cual permite plantear la posibilidad de su utilización en la agricultura, de ahí la importancia de utilizar éste desecho de la industria lechera en la producción de maíz forrajero, lo cual permitiría abatir costos de producción y niveles de contaminación.

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la labranza de

conservación y el uso de estiércol bovino sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento de maíz forrajero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio. El trabajo se estableció en el campo experimental del SIGA-ITA 10 localizado en el ejido Anna, municipio de Torreón, Coahuila, en el ciclo agrícola primavera verano 2004, ubicado en el km. 7.5 de la carretera Torreón – San Pedro, ubicado a 26° 3" latitud norte y 104°35" longitud oeste. El sitio tiene una altitud de 1139 msnm. Tiene un clima seco desértico o estepario cálido con lluvias en verano e invierno frío, el promedio de precipitación pluvial es de 258 mm anuales, la temperatura media anual es de 21°C, evaporación anual de 2000 mm, el lapso comprendido de mayo a agosto es el más caluroso del año y los meses de diciembre y enero los más fríos.

Conducción del experimento. La siembra se llevó a cabo el 16 de marzo del año 2004, el cultivo se estableció en parcelas de 6 x 12 metros con una distancia entre surcos de 0.75 m. Con una población de 80,000 plantas por hectárea, la variedad que se utilizó fue la S-806; la parcela experimental total fue de 2304 m². Los tratamientos estudiados fueron: dos niveles de labranza; labranza tradicional (arado + dos pasos de rastra) y labranza de conservación (solo rastra) y cuatro niveles de fertilización (tres de abono orgánico (estiércol bovino) 20, 40 y 60 t ha⁻¹ y fertilización química 120-60-00 de N-P-K respectivamente).

Aplicación de los riegos

Los riegos se aplicaron según lo establecido por el plan operativo del cultivo del maíz utilizando un sistema de multicompuertas con láminas de 13 cm aplicándose un aniego el 3 de marzo y 4 riegos de auxilio los días 29 de marzo, 22 de abril, 26 de mayo y 19 de junio de 2004.

Variables a evaluar y análisis estadístico. Humedad (%), evaluada en el perfil 0-15 cm; y rendimiento de forraje verde (t ha⁻¹). La cosecha se realizó el 30 de junio del 2004 cuando el grano alcanzó aproximadamente un tercio de la línea de leche. La distribución de los tratamientos en el campo se llevó a cabo con un diseño en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones, utilizándose el siguiente modelo (14): $Y_{ijk} = \mu + \beta_i + A_j + \epsilon_{ij(a)} + B_k + \epsilon_{ik(b)} + (AB)_{jk} + \epsilon_{ijk(c)}$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No existió significancia para el factor tipo de labranza e interacción, en las cuatro fechas de muestreo, para el factor dosis de abono orgánico existió diferencia altamente significativa en

las fechas de muestreo. Para las fechas 1, 2 y 4 el contenido de humedad mas alto fue para la dosis 40 t ha⁻¹ de abono orgánico, con valores de 23.88, 22.21 y 16.19 % de humedad respectivamente (Figura 1); y para la fecha 3 el valor mas alto lo obtuvo la dosis de 60 t ha⁻¹ de abono orgánico con un valor de 18.28 % de humedad, estos valores de humedad superaron en 38.4, 40.8, 38 y 33 % a los valores mas bajos que fueron los de fertilización química para cada una de las fechas de muestreo respectivamente Cuadro 1 y 2.

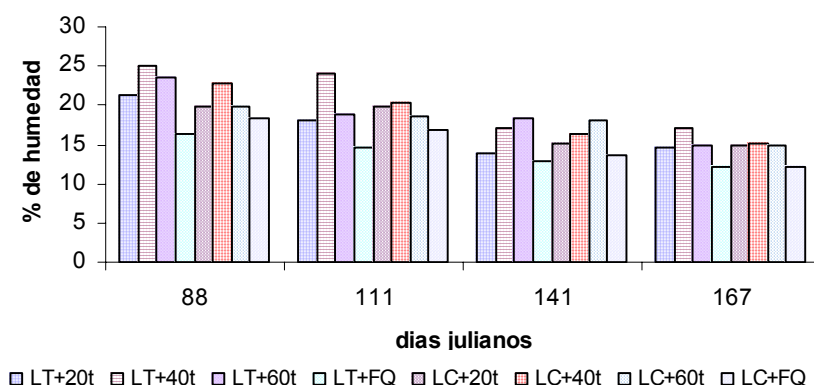


Figura 1. % de humedad en el cultivo de maíz forrajero SIGA-ITA 10 Torreón, Coahuila. México 2004.

Cuadro 1. Efectos estadísticos y comparación de medias de humedad, y rendimiento en verde el cultivo de maíz forrajero SIGA-ITA 10 Torreón, Coahuila. México 2004. DMS $\alpha = 0.05$.

| MUESTREOS | HUMEDAD | | | | RENDIMIENTO |
|--------------------------------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| FACTORES | | | | | |
| LABRANZA | | | | | |
| Labranza tradicional | NS | NS | NS | NS | 90.51 a |
| Labranza de conservación | NS | NS | NS | NS | 77.62 b |
| DOSIS DE ABONO ORGÁNICO | | | | | |
| 20 t ha ⁻¹ | 20.62b | 18.95b | 14.54bc | 14.7b | N. S. |
| 40 t ha ⁻¹ | 23.88a | 22.21a | 16.05ab | 16.19a | N.S |
| 60 t ha ⁻¹ | 21.67ab | 18.76b | 18.28a | 14.97b | N.S |
| Fertilización química | 17.25c | 15.77c | 13.24c | 12.17c | N.S |

Letras diferentes indican diferencia entre tratamientos al 0.05. NS= no existe diferencia significativa.

Lo anterior coincide con Smart y Bradford, Martínez *et al.*, y Medrano, (10,17,11) quienes indican que la labranza de conservación con cobertura reducen la erosión, evaporación y

conservan mas humedad, y con Sevilla *et al.*, ((16) quienes mencionan que la presencia de estiércol solo o combinado con algún residuo vegetal aplicado a la superficie del suelo, permite mayor infiltración, además de mejorar la función del control de la perdida de agua.

Cuadro 2. Cuadrados medios de los análisis de varianza para humedad, y rendimiento en verde en cultivo de maíz forrajero SIGA-ITA 10 Torreón, Coahuila. México 2004.

| FUENTES DE VARIACIÓN | MUESTREOS 1 GL | HUMEDAD | | | | RENDIMIENTO |
|----------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|-------------|
| | | 2 | 3 | 4 | | |
| REPETICIONES | 3 | 5.27 | 4.72 | 4.30 | 1.93 | 111.56 |
| Factor tipo de labranza | 1 | 15.08 | 0.018 | 0.35 | 1.45 | 1329.19* |
| Error por tipo de labranza | 3 | 14.02 | 1.56 | 9.38 | 1.97 | 63.82 |
| Factor Dosis de A.O. | 3 | 60.96** | 55.44** | 39.89** | 22.78** | 187.98 |
| Interacción | 3 | 11.97 | 15.65 | 1.55 | 2.25 | 58.45 |
| Error por A.O. | 18 | 6.81 | 4.96 | 4.21 | 1.23 | 210.78 |
| Total | 31 | | | | | |

*,** diferencia significativa y altamente significativa al 0.05 y 0.01.

Para rendimiento existió diferencia significativa para el factor tipo de labranza, no hubo significancia para el factor dosis de abono orgánico e interacción de ambos factores Cuadro 1. Los tratamientos con labranza tradicional fueron superiores en un 16 % a los de labranza de conservación con valores de 90.5 y 77.6 t ha⁻¹ de forraje verde Cuadro 1. Aun cuando no hubo diferencia estadística, la combinación de labranza tradicional + 60 t ha⁻¹ de abono orgánico fue el que presento el rendimiento mas alto 99.8 t ha⁻¹ de forraje verde (Figura 2). Lo anterior difiere con lo reportado por Cabrera, (5) que comenta que el mayor rendimiento de maíz grano lo encontró con labranza mínima en comparación con la labranza tradicional.

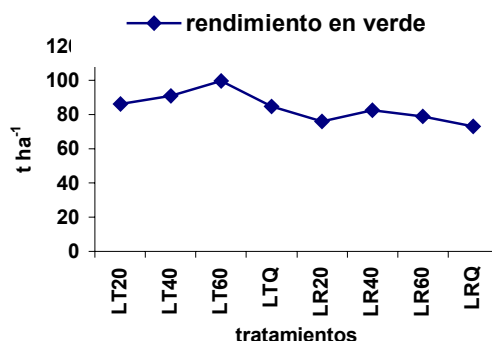


Figura 2. Rendimiento de forraje verde en t ha⁻¹ en el cultivo de maíz forrajero SIGA-ITA 10 Torreón, Coahuila. México 2004.

CONCLUSIONES

Para humedad no existió significancia para el factor tipo de labranza e interacción, en las cuatro fechas de muestreo, para el factor dosis de abono orgánico existió diferencia altamente significativa en todas las fechas de muestreo. Destacando con mayor humedad en las fechas 1, 2 y 4 la dosis 40 t ha⁻¹ y para la fecha 3 el valor mas alto lo obtuvo la dosis de 60 t ha⁻¹ de abono orgánico, los valores más bajos que fueron los de fertilización química para cada una de las fechas de muestreo.

En rendimiento existió diferencia significativa para el factor tipo de labranza, no hubo significancia para el factor dosis de abono orgánico e interacción de ambos factores. Los tratamientos con labranza tradicional fueron superiores en un 16 % a los de labranza de conservación con valores de 90.5 y 77.6 t ha⁻¹ de forraje verde. Aun cuando no hubo significancia la combinación de labranza tradicional + 60 t ha⁻¹ de abono orgánico fue el que presento el rendimiento mas alto 99.8 t ha⁻¹ de forraje verde.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Cabrera, C. R. 1990 Influencia de la labranza en el rendimiento de maíz de temporal y algunas propiedades físicas de los suelos en el sur de Sonora. *In: Memorias del XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Comarca Lagunera México.*
- 2.- Figueroa, V.U. 2003. Uso sustentable del suelo pp 1-22 in: *Abonos Orgánicos y Platicultura. Gómez Palacio Durango México. FAZ UJED. SMCS y COCYTED 233 p. ISBN 658-6404-63-5.*
- 3.- FIRA. 2003 Labranza de conservación para una agricultura sostenible experiencias y logros. Boletín informativo num. 281. VOL XXIX 28 pp.
- 4.-Hernández, R. M. 2000. Efectos de la siembra directa y la labranza convencional en la estabilidad estructural y otras propiedades físicas de ultisoles en el Estado de Guarico-Venezuela. *Agronomía Tropical. 50:1, 9-29.*
- 5.- Martínez, R de C. E., A. C. Godoy, L. G. García, y M. J. R. Díaz. 1999. Labranza de conservación: una alternativa para la producción de avena forrajera en la Comarca Lagunera. *In: Memorias del X Congreso Nacional De Investigación Y Desarrollo Tecnológico Agropecuario I.T.A. N° 23 Oaxaca, Oax. 1999. p.47*
- 6.- Medrano, R.J.G. 2002. Comportamiento del suelo bajo labranza de conservación en la producción de maíz forrajero. Tesis de maestría GIGA-ITA 10. Torreón. Coahuila. P. 103.
- 7.- Olivares, S. E. 1996. Diseños Experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Marín Nuevo León, México. p 183-190.
- 8.- Scopel, E. 1997. Efectos de la labranza de conservación sobre el balance hídrico del cultivo de maíz de temporal. *In: Avances de Investigación en Labranza de Conservación 1. INIFAP-CENAPROS, Libro Técnico N° 1 pp. 91-106.*
- 9.- Sevilla V, R. Mijares, R. Rodríguez y X. Abreu. 1996. Efecto del uso de coberturas vegetales y abonos orgánicos sobre perdidas del suelo y agua en dos suelos agrícolas venezolanos. *Venezuelans, Volumen 4: pp 14-19. (on line). Available at: http://www.redpav-fpolar.info.ve/venesuel/v04_1-2a030.html. (Verified 10 Ago 2004).*
- 10.- Smart, J.R. and J.M. Bradford 1996. Conservation tillage for a semi-arid subtropical environment. United States Department of Agriculture Research Service. Weslaco Texas 78596 VI Congreso Internacional de AMIA.

EVALUACIÓN DE CRUZAS INTERVARIETALES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN AMBIENTES DE LA COMARCA LAGUNERA COAHUILA- DURANGO

Emiliano Gutiérrez del Río¹, Armando Espinoza Banda¹
Arturo Palomo Gil¹ y María Elva Ortíz Pérez²

¹ Investigadores del Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Periférico y Carretera a Santa Fé. C.P. 27900 Torreón, Estado de Coahuila, Mèx. Tel. Y Fax. 01(871) 7331210, Correo electrónico: guredelrio@hotmail.com. ² Alumno de posgrado UAAAN-UL.

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento del maíz es un proceso continuo y constante en la formación de híbridos y variedades para uso comercial y por consecuencia el conocimiento de los diversos tipos de acción génica y la importancia de estos en la determinación de ciertos caracteres de interés, es básico para lograr rápidos avances en un programa de mejoramiento genético; algunos de los sistemas ideados para conocer y evaluar la acción génica de caracteres cuantitativos es el de cruzamientos dialélicos y diseños de apareamiento genético que permiten determinar las combinaciones superiores, seleccionar los mejores progenitores y diseñar los métodos de mejoramiento más eficientes, sin embargo, existen métodos más sencillos y prácticos como la prueba de mestizos que nos permiten conocer parámetros genéticos como ACG de materiales como líneas probadoras de híbridos comerciales que nos proporcionarían combinaciones híbridas sobresalientes para utilizar en un futuro inmediato . debido a que aun existen agricultores que por una u otra razón no tienen la facilidad de adquirir semilla mejorada para cada siembra por lo que se ven en la necesidad de utilizar la semilla de la segunda generación F₂ para su siembra, por ello, Martínez (1983) indica que algunos mejoradores desarrollan paralelamente a la creación de los híbridos, técnicas que permitieran predecir el rendimiento que manifestara un híbrido, sin necesidad de llevar a cabo todo el largo proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cruzamiento entre las poblaciones

La primer etapa de formación de cruzas para la aplicación del dialélico se llevo a cabo en el ciclo de primavera del 2001, en los campos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en su Unidad Laguna, por lo que se procedió a elegir los materiales o poblaciones de maíz, considerando sus principalmente características relacionadas con el rendimiento, que intervendrían en los cruzamientos, las cuales fueron las siguientes: **ENANO-2**, (variedad sintética de características enanas) derivada a partir de F₂ del híbrido enano Pancho Villa AN-360. Por medio de la selección recurrente en su versión de líneas de autofecundación

con tres ciclos de recombinación. Se formó en el año de 1992. **AN-288**, población derivada de un material híbrido mejorado del programa de mejoramiento del Instituto Mexicano del Maíz, con dos ciclos de precombinación, formada en el año de 1996. **AN-430 PL**, derivada del híbrido doble AN-430. A partir de la F_3 se derivaron familias de hermanos completos, basadas en plantas con buenas características agronómicas, y se llevó hasta tres ciclos en forma continua, en donde se observó su uniformidad en la mayoría de sus caracteres, liberándose en el año de 1997. **ANEXPO-2F₂**, población derivada del híbrido experimental Anexpo-2. A partir de la F_2 se derivaron familias de hermanos completos, basadas en plantas con buenas características agronómicas, y se llevó hasta tres ciclos en forma continua, en donde se observó su uniformidad en la mayoría de sus caracteres, proviene de la raza tuxpeño. **ANEXOO-1 F₂**, población derivada del híbrido experimental Anexpo-1. A partir de la F_2 se derivaron familias de hermanos completos, basadas en plantas con buenas características agronómicas, y se llevó hasta tres ciclos en forma continua, en donde se observó su uniformidad en la mayoría de sus caracteres, proviene de la raza tuxpeño. **Tlahua 100**, población recolectada en Tlahualilo, Durango, en 1996, a la cual se le aplicó tres ciclos de selección masal, con la finalidad de uniformizar el porte de planta, es típico Celaya y con adaptación a clima templado. Fue liberada del programa de mejoramiento como variedad de amplia base genética en 1998.

Los tratamientos fueron 21 (Los 15 híbridos resultantes de las cruzas y sus progenitores) distribuidos en un diseño de bloques al azar con 2 repeticiones para cada localidad y dos factores de variación que fueron: Fertilización y Densidad, con dos niveles por factor: dosis de fertilización alta (200-100-0) y dosis baja (120-60-0), densidad alta (75,000pl/ha) y baja (55,000pl/ha).

Las características de evaluación de mayor importancia fueron:

Rendimiento: Para esta característica se utilizó la fórmula de ajuste para obtener valores con mayor apego a los valores reales:

Rendimiento (rend) = [peso maz/parcela * 1 - (% H /100)Densidad]/ N° de maz x parcela,

Donde: El peso de maz/parcela es la cosecha de toda la parcela útil en mazorca, el % H es el porcentaje de humedad el cual fue determinado obteniendo una muestra de maíz y midiendo la humedad en el aparato STAINLITLLE de laboratorio de semillas, en este aparato se obtiene un valor el cual se ajusta con un valor de tablas y resulta el porcentaje de humedad de la muestra.

La característica de índice de cosecha se estimó como:

Índice de Cosecha (IC) = (Peso de 5 mazorcas / Peso de cinco plantas con mazorca) x 100

Donde, Peso de 5 mazorcas = al peso de 5 mazorcas tomadas al azar del tratamiento

correspondiente. Peso de 5 plantas con sus mazorcas = Es el peso de 5 plantas tomadas al azar del tratamiento incluyendo a la mazorca.

Proporción Grano-Olote, se estimó como sigue:

Proporción. grano/olote (PGO) = (peso de grano / peso de grano + peso de olote) x 100.

Donde, Peso de grano = peso de maíz desgranado de 5 mazorcas y Peso de olote = Al peso de olote de las mazorcas desgranadas

El peso de mil granos expresado en gramos, se tomó de las mazorcas desgranadas.

Altura de la planta: Se tomo en centímetros desde la base se midieron 5 plantas tomadas al azar de cada tratamiento y repetición, estimando el promedio.

Se utilizó un análisis estadístico de bloques al azar combinado para evaluar las cinco características, incluyendo las tres localidades, para detectar la diferencia entre los híbridos varietales, sometiendo los datos a un modelo de la forma siguiente:

$$Y_{ijk} = u + T_i + R_j + L_k + (TL)_{ik} + e_{ijk},$$

Donde, Y_{ijk} es el valor de respuesta de la característica de interés, u = media poblacional, T_i , R_j y L_k , son los efectos de las fuentes de variación correspondientes a cruza, repeticiones y localidades respectivamente, $(TL)_{ik}$ es el factor de interacción entre el genotipo y el ambiente y e_{ijk} , es el valor correspondiente al error experimental.

El modelo genético fue el usado por Griffing II, apropiado para realizar este tipo de análisis de experimentos dialélicos básicos:

$$Y_{ijk} = u + g_i + g_j + S_{ij} + e_{ijk}, \quad \text{condicionado a que } 1 < i, j < p, \quad k = 1, 2, \dots, r,$$

Donde: u = media poblacional, Y_{ijk} es el valor fenotípico observado de la crusa con progenitores i y j , en el bloque k , u es el efecto común a todas las observaciones, g_i el efecto de la aptitud combinatoria general del progenitor i , g_j el efecto de la aptitud combinatoria general del progenitor j , S_{ij} es el efecto de la aptitud combinatoria específica de la crusa i, j , y e_{ijk} es el efecto ambiental aleatorio no controlado correspondiente a la observación (i, j, k) . El modelo de Griffing II que incluye padres y directas usando la formula $P(P - 1)/2$ cruza F1 entre los P progenitores no comprende las cruza reciprocas de la F1.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis combinado los resultados arrojaron que los híbridos respondieron mejor a la fertilización alta (200-100-0) y densidad alta (65,000pl/ha) a un nivel de probabilidad del 0.05 por ciento lo que concuerda con Parga, Gómez (1984) y con Mendoza (1971) quienes también trabajaron con densidades y fertilizaciones similares donde los híbridos evaluados tuvieron respuestas favorables.

Para los análisis genéticos se tomaron las características cuantitativas que resultaron altamente significativas para la fuente de variación de híbridos ya que esto nos da la certeza de que encontraremos buenos híbridos que superen a los padres, sometiéndose al modelo II de Griffing, el cual se escogió por adaptarse a los objetivos y por ser un diseño compacto, donde se encontró para localidades y cruzas fue altamente significativa, en la fuente de variación de aptitud combinatoria general resulto no significativa para rendimiento y peso de mil granos y altamente significativa para índice de cosecha, altura de planta y proporción grano olote, mientras que para aptitud combinatoria específica se encontraron diferencias altamente significativas para cuatro características en proporción grano olote no hubo diferencias significativas. Los coeficientes de variación encontrados fueron relativamente bajos lo que nos da un panorama de la exactitud de nuestros datos obtenidos (cuadro1); Las diferencias altamente significativas obtenidas en las características evaluadas nos demuestran que pueden surgir buenos materiales con características mejores que la de sus progenitores. Como fue el caso de González (1993) quien encontró rendimientos similares a los híbridos en las cruzas y superiores a las generaciones avanzadas.

Cuadro 1. Cuadrados medios y su significancia aplicando el modelo II de Griffing para aptitud combinatoria general y específica en cinco características de 15 cruzas y las seis poblaciones de maíz usadas como progenitores, UAAAN UL 2001.

| | | REND. | INDICE | P_ MILL | PRO-GR/OLO | AP |
|-------|----|--------------|---------|-----------|------------|----------|
| FV | GL | CM | CM | CM | CM | CM |
| LOC | 2 | 61249280.0** | 223.8** | 31577.0** | 473.31** | 0.4063** |
| CRUZA | 20 | 6724889.5** | 56.7** | 1592.4** | 9.08** | 0.2808** |
| ACG | 5 | 3353232.7 ns | 64.5** | 1093.8ns | 15.96** | 0.3716** |
| ACE | 15 | 7848775.5** | 54.1** | 1758.6** | 6.78ns | 0.2505** |
| ERROR | 40 | 2698176.0 | 15.0 | 577.1 | 3.72 | 0.0180 |
| CV | | 13.40 | 10.55 | 7.33 | 2.54 | 5.40 |

En el cuadro 2, se muestra los resultados obtenidos en la estimación de los efectos de aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica para las cinco características evaluadas, para el caso de la variable rendimiento los progenitores con buena aptitud combinatoria general son el 4 y 5 los cuales nos servirían genéticamente para formar variedades de polinización libre, con respecto a la aptitud combinatoria específica los mejores materiales fueron los tratamientos 4 (1x5), 2(1x3), 3(1x4), 12(3x6) los cuales nos servirían para formar híbridos varietales, como lo menciona Gómez (1982) quien analizó y encontró buena aptitud combinatoria específica para híbridos formados con 19 líneas, al igual que Monjarrez y

Murillo(1994), encontraron aptitud combinatoria específica para rendimiento en un ensayo de cruces, también Villanueva y Sanchez(1994) y Vergara *et al* (1994) observaron genotipos con efecto positivo de aptitud combinatoria general al evaluar todas las cruces posibles entre 10 líneas identifico híbridos con buen potencial de rendimiento.

Cuadro 2. Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE) para cinco características de las poblaciones de maíz y su progenie híbrida, aplicando el modelo genético de Griffing II UAAAN-UL 1995

| | REND. | | NDICE | | PE-MIL | | PR-G/O | | ALTRA | |
|------|-------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| PAD. | MEDIA | ACG | MEDIA | ACG | MEDIA | ACG | MEDIA | ACG | MEDIA | ACG |
| 1 | 7678 | -687.5 | 35.17 | -1.37 | 336.1 | 9.28 | 74.25 | -1.39 | 2.21 | -0.24 |
| 2 | 8697 | 203.3 | 37.36 | 0.5434 | 319.0 | -5.64 | 76.13 | 0.25 | 2.55 | 0.06 |
| 3 | 8289 | -153.6 | 33.76 | -2.61 | 318.6 | -6.01 | 75.58 | -0.22 | 2.59 | 0.09 |
| 4 | 8562 | 85.8 | 38.13 | 1.21 | 328.0 | 2.21 | 75.65 | -0.16 | 2.47 | -0.01 |
| 5 | 8753 | 252.9 | 38.57 | 1.60 | 332.2 | 5.93 | 76.50 | 0.57 | 2.51 | 0.02 |
| 6 | 8806 | 299.1 | 37.46 | 0.69 | 318.9 | -5.77 | 76.93 | 0.95 | 2.57 | 0.07 |
| | | ACE | | ACE | | ACE | | ACE | | ACE |
| 1 | 8624 | 644.2 | 38.64 | 2.73 | 333.1 | 3.96 | 76.49 | 1.78 | 2.46 | 0.16 |
| 2 | 9525 | 1902.3 | 36.45 | 3.69 | 348.8 | 20.08 | 74.19 | -0.03 | 2.59 | 0.25 |
| 3 | 9662 | 1799.4 | 39.46 | 2.85 | 306.7 | -30.24 | 77.60 | 3.32 | 2.25 | 0.02 |
| 4 | 10450 | 2420.6 | 40.53 | 3.56 | 343.1 | 2.37 | 74.11 | -0.91 | 2.47 | 0.20 |
| 5 | 8713 | 637.5 | 34.94 | -1.05 | 359.2 | 30.18 | 75.29 | -0.10 | 2.78 | 0.45 |
| 6 | 9422 | 907.6 | 30.80 | -3.87 | 320.1 | 6.27 | 74.37 | -1.49 | 2.89 | 0.24 |
| 7 | 8010 | -743.1 | 42.52 | 4.02 | 324.9 | 2.88 | 75.81 | -0.11 | 2.27 | -0.26 |
| 8 | 8287 | -633.2 | 35.14 | -3.74 | 322.0 | -3.71 | 76.51 | -0.16 | 2.49 | -0.07 |
| 9 | 9010 | 43.2 | 42.80 | 4.88 | 280.5 | -33.59 | 77.23 | 0.18 | 2.58 | -0.03 |
| 10 | 9277 | 880.1 | 34.08 | -1.26 | 344.2 | 22.55 | 74.34 | -1.10 | 2.78 | 0.21 |
| 11 | 7490 | -1073.8 | 32.05 | -3.67 | 360.4 | 35.02 | 75.09 | -1.10 | 2.88 | 0.27 |
| 12 | 10145 | 1535.6 | 40.06 | 5.29 | 285.2 | -28.48 | 76.42 | -0.01 | 2.47 | -0.18 |
| 13 | 8146 | -656.7 | 42.35 | 2.79 | 327.5 | -6.10 | 75.92 | -0.32 | 2.41 | -0.08 |
| 14 | 8199 | -650.2 | 30.75 | -7.83 | 331.6 | 9.64 | 74.63 | -1.99 | 2.79 | 0.23 |
| 15 | 8423 | -593.0 | 36.91 | -2.06 | 295.6 | -30.04 | 78.57 | 1.20 | 2.36 | -0.21 |

Donde: **Rend**=rendimiento en kg/ha, **indice**=% de peso de mazorca, **pe-mil**= peso de mil granos, **PR-G/O**= proporción grano-olote y **altura**=altura de planta

Para la característica índice de cosecha los materiales con buena aptitud combinatoria general fueron el tratamiento 4 y 5 que son los materiales con un alto porcentaje de materia seca con respecto a la biomasa, en los efectos de aptitud combinatoria específica los materiales que respondieron mejor según el análisis de Griffing II fueron el 9(2x6) 12(3x6) 4(1x5) 2(1x3).

En la variable proporción grano olote en los efectos de aptitud combinatoria general los materiales que obtienen un alto porcentaje de grano con respecto al olote son el 5 y el 6. En los efectos de aptitud combinatoria específica 1(1x2) 3(1x4) 15(5x6). Para la característica peso de mil granos en la estimación de los efectos de aptitud combinatoria general fueron los materiales 1 y 5 los cuales fueron los progenitores con pesos mas altos en la estimación de los efectos de aptitud combinatoria específica 5(1x6) 12(3x5)11(3x4). En la variable altura de planta fueron encontrados con mejor aptitud combinatoria general los materiales 3 y 6 y las cruzas con mejor aptitud combinatoria específica resultaron el 5(1x6) 6(2x3) 11(3x4) 2(1x3). Van Schaik *et al* (1958) encontraron combinaciones varietales que no solo muestran la más alta habilidad combinatoria específica, sino también altos rendimientos con buena aptitud combinatoria general para las cruzas efectuadas entre poblaciones.

CONCLUSIONES

- Los resultados del análisis combinado y sus comparaciones de medias arrojaron que los híbridos mejores fueron; 4(1x5), 5(1x6), 7(2x4), 9(2x6), y el 12(3x6). En este mismo análisis los resultados arrojaron que la fertilización 200-100-00 y la densidad de 65000 pl/ha respondieron mejor a un nivel de probabilidad del 0.05 por ciento

- El análisis dialélico de las poblaciones en el presente trabajo se caracteriza fundamentalmente por un efecto genético de dominancia, en las variables rendimiento y peso de mil granos y un efecto de aditividad y dominancia en índice de cosecha, proporción grano olote y altura de planta, las cuales se ven reflejadas en el valor inflado de los híbridos.

BIBLIOGRAFÍA

- González, S.C. 1993. Cruzas entre híbridos comerciales de Maíz. Fitotecnia. Revista de la sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Vol.16 Num.1 enero - junio 1993 Pags. 30-41. Facultad de Agronomía de la UANL. pag.413.
- Gómez, M. N.1988. Dialélico integrado con líneas de diferentes programas de maíz para la región cálida. Fitotecnia. Revista de la sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Vol.II. Num. 2 p. 103-120.
- Martínez G., A. 1983. Diseños y análisis de experimentos de cruzas dialélicas. Centro de estadística y cálculo. Colegio de postgraduados. México.
- Monjarrez S., M. y P., Murillo N. 1994. Evaluación de colectas nativas de Maíz y sus cruzas con tres probadores. II Congreso Latinoamericano de Genética (área vegetal) y XV Congreso de Fitogenética. MEMORIAS. Monterrey, N.L. Facultad de Agronomía de la UANL. p. 362.
- Vergara N., A.,S.Vasal K. y S. McLean D. 1994. Desarrollo de híbridos de Maíz entre líneas blancas tropicales con diferentes texturas. II Latinoamericano de Genética (área vegetal) y XV Congreso de Fitogenética. MEMORIAS. Monterrey, N.L. P.413
- Van. S. T; T.P. Bogyo. F.J; Dijkhuis. H. C.Kuhin .F. X. Laubsche y B. Stead. 1958 Performance of south African maize variety crosses South Afr. Of Agr.Sci. 1:423-433
- Villanueva R. y S. Sanchez G. 1994. Cruzamientos dialélicos entre híbridos comerciales de Maíz. II Congreso Latinoamericano de Genética (área vegetal) y XV Congreso de Fitogenética. MEMORIAS. Monterrey, N.L. Facultad de Agronomía de la UANL. p.409.

SELECCIÓN DE LÍNEAS S₁ DERIVADAS DE MAÍZ CRIOLLO X QPM

Armando Espinoza Banda^{1,2}, Arturo Palomo Gil¹, Emiliano Gutiérrez Del Rio¹,
José Jaime Lozano García¹ y C. Manuel Valencia Castro².

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico y Carretera A Santa Fé s/n, Torreón, Coah., abanda@miixmail.com. ²Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Dgo.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz en México cubre una superficie aproximada de ocho millones de hectáreas (CEA, 2000), de la cual el 94% corresponde al ciclo primavera-verano (PV), y 6% al ciclo otoño-invierno (OI). Del total, 88% de la superficie se siembra de temporal o secano. En muchas regiones de México, los agricultores que cultivan maíz contribuyen a la conservación y generación de la diversidad genética *in situ* (Bommer, 1991). Así, por un lado, en la práctica mantienen las variedades locales tradicionales al pasarlas de generación en generación (Louette, 1996; Louette y Smale, 1996), y por otro, al seleccionar deliberadamente las semillas más favorables por sus diversas características, a través de las variantes que se han ido presentando por selección natural, mutación, introducción, recombinación y aislamiento, llegan a formar nuevos tipos, variedades o razas a través del tiempo (Hernández, 1972; Dobzhansky, 1982). En este contexto y bajo las premisas de que los recursos fitogenéticos deben ser conservados, los programas de mejoramiento deberán hacer esfuerzos por incluir variedades criollas y material exótico. El programa de mejoramiento de maíz de la UAAAN-UL, ha estado incorporando germoplasma criollo de diferentes regiones del país y el germoplasma tipo QPM (Quality Protein Maize) recientemente liberados los cuales tienen altos niveles de lisina y triptofano en el endospermo con endospermo vítreo (Preciado *et al.*, 2001), los cuales pueden ser de utilidad en la conformación de los nuevos materiales. El objetivo del presente trabajo fue formar, evaluar y seleccionar líneas S₁ con características de alto rendimiento de forraje verde, materia seca, bajos contenidos de fibras y con grano tipo opaco modificado, generados de seis poblaciones heterogéneas cruzadas con maíz QPM.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el Campo Experimental de la UAAAN UL. en Torreón, Coahuila, México. El material genético utilizado fueron seis colectas tipo bolita originarias de Bocoyna, Chihuahua y la variedad de alta calidad proteínica (QPM). En el verano de 2003 se realizaron las cruza entre las colectas y la variedad QPM. En marzo del 2004, se sembraron las seis F₁ obtenidos, sembrándose 7 surcos de 5 metros de longitud, con espacio entre surco de 0.78 m. Se autofecundaron 20 plantas al azar en cada una de las seis F₁

para generar las líneas S₁ ó F₂ de las cuales solo se cosecharon 14. Las 84 líneas y sus progenitores se evaluaron en el Campo Experimental de la UAAAN-UL durante el verano del 2004 en un diseño en bloques al azar con dos repeticiones. Para facilitar el análisis los tratamientos se agruparon por población, formándose siete grupos, seis grupos con las S₁ y el restante con los progenitores por duplicado, con el modelo siguiente: $Y_{ijk} = \mu_i + G_i + (LG)_{ij} + B_k + E_{ijk}$, donde: Y_{ijk} = observación del i -ésimo grupo de la j -ésima familia en la k -ésima repetición. μ_i = es el efecto de la media general. G_i = es el efecto del i -ésimo grupo. $(LG)_{ij}$ = es el efecto de la j -ésima familia, dentro del i -ésimo grupo. B_k = es el efecto de la k -ésima repetición y; E_{ijk} = es el error experimental. La siembra se realizó en seco el 21 de agosto, en surcos simples de cinco metros de largo y 0.78m de ancho a una distancia de 0.18m entre plantas. La fertilización se realizo en dos partes, una aplicación al momento del riego de germinación con una dosis de 118-100-00 y, la segunda aplicación antes del encañe con la dosis 100-00-00. El riego fue por cintilla y se aplicó una lámina de 80 cm distribuidos en once semanas del cultivo. Se tomaron las siguientes variables agronómicas: Floración femenina (FF), Altura de mazorca (AM), Peso de elote (RE), Materia seca (MS), Acame (AC). La determinación de Fibra detergente neutro (FND) y detergente acida (FAD), se utilizo el método de Van Soest (1996); se tomo una sección del tallo de la planta, específicamente la parte superior del nudo donde se inserta la mazorca, se pesó en verde y posteriormente se seco en la estufa a una temperatura de 100° C por 24 horas, después se molió y se utilizó en el análisis 0.5 g por cada repetición. Con los resultados se estimó el % de fibra con la formula: $\%Fibra = \frac{(Wm + Wb) - Wb}{Wm} \times 100$, donde: $(Wb + Wb)$ = peso final, Wb = peso de la bolsa y Wm = a peso de la muestra. El análisis de varianza se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de varianza y esperanzas de cuadrados medios.

| FV | gl | CM | ECM |
|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------|
| Repeticiones (R) | (r-1) | CM ₄ | $\sigma_e^2 + l\sigma_{G \times R}^2 + l\sigma_R^2$ |
| Grupos (G) | (g-1) | CM ₅ | $\sigma_e^2 + l\sigma_{G \times R}^2 + l\sigma_R^2 + r\sigma_G^2$ |
| Línea/G | (l-1) | CM ₃ | $\sigma_e^2 + r\sigma_{L/G}^2$ |
| Grupo* R | (g-1)(r-1) | CM ₂ | $\sigma_e^2 + l\sigma_{G \times R}^2$ |
| R*L/G | [(r-1)][(l-1)]-1 | CM ₁ | σ_e^2 |
| Total | Gr-1 | | |

FV: Fuentes de variación; G.L: Grados de libertad; ECM: Esperanzas de cuadrados medios.

Con base a las ECM del Cuadro 1, se estimó: Varianza genética (σ_g^2): $\sigma_g^2 = \sigma_G^2 + \sigma_{L/G}^2$, donde σ_G^2 y $\sigma_{L/G}^2$ son las varianzas de Grupos y Líneas/Grupo respectivamente y $\sigma_G^2 = M_5 - M_2 - M_3 + M_1/r$; $\sigma_{L/G}^2 = M_3 - M_1/r$. Como la $\sigma_{L/G}^2 = \text{Covarianza de Medios Hermanos (Cov M.H.)} = \frac{1}{2}\sigma_{\text{Aditiva}}$.

por lo tanto: $\sigma^2_{L/G} = \frac{1}{2}\sigma^2_{Aditiva}$, así $\sigma^2_{Aditiva} = 2\sigma^2_{L/G}$, y la $\sigma^2_G = \text{Covarianza de Hermanos completos (CovHC)} = \frac{1}{2}\sigma^2_{Aditiva} + \frac{1}{4}\sigma^2_{Dominancia}$, Así, $\sigma^2_G = \text{CovHC} - \text{Cov M.H.}$ La Varianza ambiental se estimó de la manera siguiente: $\sigma^2_{G \times R} = M_2 - M_1/l$, y $\sigma^2_R = M_4 - M_2/lg$ y la Varianza de la interacción se estimó como la $\sigma^2_e = M_1$; La varianza fenotípica total (σ^2_f) como la suma de los siguientes componentes: $\sigma^2_f = \sigma^2_{G \times R} + \sigma^2_R + \sigma^2_e + \sigma^2_{Aditiva} + \sigma^2_{Dominancia}$. Con lo anterior se estimó el grado de dominancia (d) y la heredabilidad de cada variable. Para conocer la dimensionalidad de los datos realizó un análisis de componentes principales y con base a los dos más importantes se elaboró un gráfico biplot, que permite conocer las similitudes entre los materiales, las relaciones entre las variables y los valores relativos de las observaciones para cada variable y seleccionar los más sobresalientes.

RESULTADOS

Se observaron diferencias altamente significativas para la fuente de variación de Grupos (G) para todas las variables (FF, AM, RE, MS, AC, FDA y FND) excepto para AM, (Cuadro 2). Como los grupos representan a las poblaciones, implica que estas son diferentes para las citadas características. Así mismo para Línea dentro de grupo (L/G), se detectó diferencias significativas para todas excepto para acame (AC), mientras que para las variables FDN y FDA la respuesta fue significativa al 0.01 de probabilidad para G y L/G (Cuadro 2).

Cuadro 2. Significancia de cuadrados medios de 84 líneas S1 y sus progenitores 2004.

| FV | GL | FF | AM | FV | RE | MS | AC | FDA | FND |
|----------|-----|---------|--------|---------|--------|--------|-------|---------|---------|
| Grupo(G) | 6 | 108.5** | 0.03 | 396.9** | 64.2** | 11.8** | 6.3** | 308.2** | 335.6** |
| R | 1 | 1.8 | 0.01 | 12.9 | 11.3 | 5.2 | 7.0** | 33.0 | 1.1 |
| L/G | 91 | 15.5** | 0.03** | 193.4** | 29.0** | 15.6** | 1.2 | 113.9** | 276.2** |
| GxR | 6 | 19.2** | 0.05** | 86.9** | 8.0 | 3.5 | 5.2** | 13.6 | 0.3 |
| EE | 91 | 3.1 | 0.02 | 20.3 | 3.8 | 1.0 | 1.0 | 17.8 | 0.5 |
| Total | 195 | | | | | | | | |
| CV | | 2.9 | 13.9 | 10.5 | 15.7 | 11.0 | 2.3 | 12.5 | 1.2 |
| M | | 59.2 | 0.9 | 43.0 | 12.4 | 9.0 | 44.3 | 33.8 | 58.7 |

*,** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. R= Repeticiones, EE= Error Experimental; CV=Coeficiente de variación, M= Media, L/G= Línea dentro de grupo, FF=Floración femenina; AM= Altura de mazorca; FV= Forraje verde; MS=Materia seca; AC=Acame; FDA= Fibra detergente ácida; FND=Fibra neutro detergente.

Las diferencias se aprecian en el Cuadro 3, donde para FF, los grupos del 2 al 7 fueron significativamente más tardíos y diferentes de los grupos-1 y 6 que son los más precoces, de menor altura de mazorca (AM), menor RE y menor producción de MS y, donde el G1 corresponde a los progenitores. Resalta el grupo-4 (G4) con la mayor producción de MS (10.37

t ha⁻¹) menor acame (AC) y con un contenido de FDA de 30.9% de considerado aceptable de acuerdo a Herrera (1999).

Cuadro 3. Valores medios de grupo de seis variables en 84 líneas S1 y sus progenitores.

| G | FF días | G | AM m | G | RE t ha ⁻¹ | G | MS t ha ⁻¹ | G | AC (1-5) | G | FDA % | G | FND % |
|-----|---------|---|------|---|-----------------------|---|-----------------------|---|----------|---|-------|---|-------|
| 7 | 60.71 | 7 | 0.96 | 2 | 13.92 | 4 | 10.37 | 7 | 2.75 | 7 | 38.97 | 2 | 62.96 |
| 3 | 60.29 | 1 | 0.91 | 7 | 13.22 | 3 | 9.08 | 1 | 2.61 | 1 | 35.81 | 1 | 61.23 |
| 2 | 59.96 | 5 | 0.91 | 4 | 13.17 | 2 | 9.04 | 3 | 2.57 | 2 | 35.66 | 4 | 59.91 |
| 5 | 59.92 | 6 | 0.89 | 3 | 12.80 | 7 | 8.89 | 6 | 2.43 | 6 | 34.49 | 7 | 59.87 |
| 4 | 59.54 | 4 | 0.89 | 5 | 12.40 | 5 | 8.85 | 5 | 2.14 | 3 | 31.44 | 6 | 58.73 |
| 6 | 59.29 | 2 | 0.89 | 6 | 12.23 | 1 | 8.52 | 4 | 1.79 | 4 | 30.92 | 3 | 55.36 |
| 1 | 54.89 | 3 | 0.86 | 1 | 9.24 | 6 | 8.37 | 2 | 1.46 | 5 | 29.61 | 5 | 52.92 |
| DMS | 0.72 | | 0.04 | | 1.78 | | 1.22 | | 1.41 | | 3.06 | | 0.54 |

†:DMS=Diferencia mínima significativa al 5% de probabilidad; ‡:G= Genotipo; FF=Floración femenina; AM= Altura de mazorca; RE= Rendimiento de elote; MS=Materia seca; AC=Acame; FDA= Fibra detergente ácida; FND=Fibra neutro detergente.

La varianza de dominancia (σ^2_D) fue de mayor importancia en la variable FF que la varianza aditiva (σ^2_A). Lo anterior se refleja en el grado promedio de dominancia (d), de 1.56. En el resto de las variables la varianza aditiva (σ^2_A) fue la de mayor importancia, lo cual se reflejó en la magnitud del grado promedio de dominancia (d) y de la heredabilidad en sentido estricto (h^2), donde MS, FDA, FDN presentaron los valores más alto con 89.9, 88.98 y 98.42 las dos últimas variables no mostraron grado de dominancia, mientras para la variable AC el grado de dominancia fue de 0.96 y en FDA, FDN los dos obtuvieron un valor de 0.0. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Componentes de varianza, heredabilidad en sentido estricto (h^2) y grado promedio de dominancia (d) para siete variables.

| Componente de varianza [†] | FF | AM | RE | MS | AC | FDA | FND |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| σ^2_R | 0.00 | 0.000 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 3.01 | 3.42 |
| σ^2_D | 15.24 | 0.003 | 7.57 | 1.05 | 0.09 | 0.0 | 0.0 |
| σ^2_A | 12.46 | 0.013 | 25.18 | 14.71 | 0.20 | 96.11 | 275.79 |
| $\sigma^2_{G \times R}$ | 0.58 | 0.001 | 0.15 | 0.08 | 0.15 | 0.0 | 0.0 |
| σ^2_e | 1.54 | 0.008 | 1.91 | 0.52 | 0.49 | 8.90 | 0.24 |
| σ^2_F | 29.81 | 0.02 | 34.84 | 16.36 | 0.95 | 68.55 | 231.66 |
| h^2 | 41.80 | 52.71 | 72.27 | 89.90 | 21.05 | 88.98 | 98.42 |
| d | 1.56 | 0.68 | 0.78 | 0.38 | 0.96 | 0.0 | 0.0 |

† σ^2_R y $\sigma^2_{G \times R}$ =Varianza ambiental; σ^2_D =Varianza de dominancia; σ^2_A =Varianza Aditiva; σ^2_e = Varianza de la interacción; σ^2_F =Varianza fenotípica.

El 63.3% de la variación de los datos están explicados por los tres primeros componentes. Los genotipos se organizaron en función del potencial de rendimiento (MS, RE), fibras (FDA, FND) y ciclo de cultivo (FF) y tipo de grano (TG). El Componente 1, separó a los genotipos por su potencial de producción, en tanto el Componente 2, por el contenido de fibra (FND, FDA) y el CP3 por el ciclo y el tipo de grano (TG). Aún cuando los dos primeros componentes representa el 48.8 % de la variación de los datos, estos agruparon a las variables más importantes utilizándose para realizar el gráfico. En la Figura 1 se muestra que los genotipos fueron separados por su potencial de rendimiento (MS, RE), donde los dos progenitores tipo QPM, se separaron del resto por efecto del CP1. En contraste las colectas se ubicaron en el extremo izquierdo de la gráfica. Del total, solo seis líneas muestran características deseables, de rendimiento (MS y RE) además de tener el tipo de grano tipo QPM.

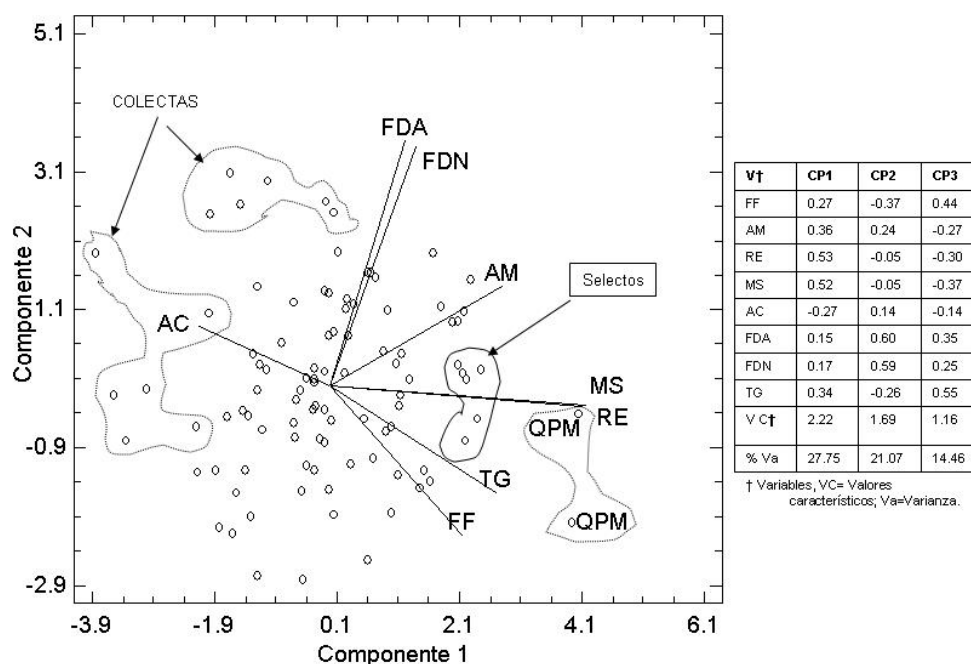


Figura 1. Ordenación de 98 genotipos de maíz e importancia relativa y relación de ocho variables

CONCLUSIONES

Se observó alta variabilidad fenotípica en las líneas evaluadas, donde la varianza de tipo aditivo fue la más importante para rendimiento y fibras. Las líneas asociadas a los grupos 3 y 4 mostraron el mayor potencial de MS. El grupo 5 mostró porcentajes aceptables de fibras, pero bajo en rendimiento. Los CP1 y CP2, ordenaron los genotipos en función de rendimiento y porcentaje de fibras. Se detectaron seis líneas sobresalientes en MS, RE y porcentaje de fibras.

BIBLIOGRAFÍA

- Dozhansky T. 1982. Genetics and the Origin of Species. Columbia University Press. Series: The Columbia Classics in Evolution. New York. 364 p.
- Hernández X. E. 1972. Exploración etnobotánica en maíz. *Fitotecnia Latinoamericana* 8:46-51.
- Herrera S. R. 1999. La importancia de los maíces y sorgos mejorados para la producción de ensilaje. En: 2º Taller Nacional de especialidades de maíz. UAAAN. 9 y 10 de septiembre de 1999. Saltillo, Coahuila, México. p. 133-137.
- Louette D. 1996. Intercambio de semillas entre agricultores y flujo genético entre variedades de maíz en sistemas agrícolas tradicionales. In: J. Antonio Serratos, Martha C. Willcox y Fernando Castillo. (eds.), flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico. INIFAP-CIMMYT-CNBA. México D. F. CIMMYT. pp. 60-71.
- Louette. D and M Smale. 1996. Genetic Diversity and Maize Seed Management in a Traditional Mexican Community: Implications for In Situ Conservation of Maize. NRG papers 96-03. México. D. F. CIMMYT. 21p.
- Preciado E., H. Córdova O, A Terron, E. Cervantes, A. Ortega, N. Gómez, C. Reyes, H. Vallejo y M. Erazo. 2001. Adaptación y rendimiento de híbridos de alta calidad de proteína en regiones tropicales y subtropicales de México. *Agronomía Mesoamericana*. 12(1):33-39.
- Bommer, D. F. R. 1991. The historical development of international collaboration in plant genetic resources In: Th. J. L. Van Hintun, L. Frese, and P. M. Perrin (eds.), Searching for New Concepts for Collaborative Genetic Resources Management: Papers of the EUCARPIA/IBPGR Symposium. International Board for Plant Genetic Resources. Pp.3-12.
- Van Soest P. J. 1996. Environmental and forage quality. Proc Cornell nutrition conferences for feed manufacturers. Buffalo, NY. p. 1-6.

CARACTERIZACIÓN DEL FINANCIAMIENTO OTORGADO A LAS ALIANZAS PÚBLICO-PRIVADAS PARA LA INVESTIGACIÓN AGROINDUSTRIAL

José de Jesús Espinoza Arellano¹, Ignacio Orona Castillo² y Homero Salinas González³

¹ Investigador del Campo Experimental “La Laguna” del INIFAP. Apdo. Postal # 247, Torreón, Coah., México. Tel. (871) 762-02-02. Fax. (871) 762-07-14. E-mail: espinoza.jesus@inifap.gob.mx

² Investigador del CENID-RASPA del INIFAP. Gómez Palacio, Dgo.

³ Director del Centro de Investigación Regional del Centro-Norte del INIFAP. Matamoros, Coah.

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El gran potencial de colaboración entre los sectores público y privado para el desarrollo de la tecnología en el sector agroalimentario fue la base para que el Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR) (ahora dependiente del IFPRI) desarrollara, durante los años 2001-2003 un proyecto de investigación en América Latina titulado “Alianzas Público Privadas para la Investigación Agroindustrial.” En este proyecto participaron varios Institutos Nacionales de Investigación de América Latina, entre ellos el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP). Este proyecto tuvo entre sus objetivos caracterizar las formas de financiamiento de las alianzas público-privadas para la investigación agroindustrial.

METODOLOGÍA

La información necesaria para el estudio se recabó principalmente a través de encuesta aplicada a los socios de las alianzas. El instrumento se dividió en siete secciones una de las cuales incluyó información específica sobre financiamiento. En esta sección se incluyeron preguntas sobre el origen de los fondos, administración de los recursos y mecanismos de asignación de los mismos. Para complementar o corroborar la información, de cada alianza se solicitó el convenio/contrato respectivo, cartas de entendimiento y documentos técnicos de los proyectos. Se aplicaron cuestionarios a 111 alianzas público privadas distribuidas de la siguiente manera: 5 en Argentina, 1 en Brasil, 15 en Chile, 29 en Colombia, 1 en Costa Rica, 30 en México, 2 en Uruguay y 28 en Venezuela. Considerando lo anterior, el análisis se centró principalmente en los países donde se recabó mayor información, México, Colombia y Venezuela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para caracterizar el financiamiento de alianzas se plantearon aquí tres preguntas básicas: (1) ¿de dónde viene el dinero?, (2) ¿quién lo administra, y (3) ¿cómo se asigna?. En

este documento se plantea el término “Institucionalidad del financiamiento a las Alianzas” como todas aquellas instituciones y mecanismos asociados a la acción de financiar investigación y desarrollo a través de alianzas, bien sea público-privada o de otro tipo.

Esta institucionalidad tiene varios niveles jerárquicos dentro de los sistemas nacionales de innovación tecnológica que promueven el financiamiento de la investigación. En el Cuadro 1 se presenta la caracterización de la institucionalidad del financiamiento de Alianzas.

Cuadro 1. Caracterización del Financiamiento de Alianzas.

| Origen del financiamiento | Organizaciones administradoras del financiamiento | Mecanismos de asignación del financiamiento |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Recaudación por leyes parafiscales • Aportaciones privadas • Aportaciones públicas • Aportaciones internacionales • Otros | <ul style="list-style-type: none"> • Instituciones públicas de investigación • Universidades • Ministerios y paraestatales bajo presupuesto agropecuario y de Ciencia y Tecnología • Fondos Públicos con <i>estatus</i> jurídico propio • Organizaciones y Asociaciones de Productores • Empresas privadas • Asociaciones de Empresas • Fundaciones privadas | <ul style="list-style-type: none"> • Fondos competitivos con convocatoria abierta • Fondos competitivos con convocatoria cerrada • Asignación directa sin competencia • Asignación directa bajo competencia |

Fuente: los autores

Enseguida se explica cada una de estas categorías.

1) Origen del financiamiento

Se define como generación de financiamiento al “origen” de los fondos; esto incluye las fuentes originales de los recursos y los mecanismos de generación de los fondos. A continuación se describen los casos de generación de financiamiento presentes en la región objeto de estudio.

Recaudación por ley parafiscal. Son los impuestos o recaudaciones que cobran algunas asociaciones de productores a sus agremiados sobre la base del volumen producido o

exportado de algún producto con la autorización y supervisión del gobierno y bajo una figura jurídica legal.

Existen diferentes mecanismos para recaudar y administrar el gravamen. En algunos casos el gravamen es recaudado por un consejo del producto (integrado con miembros del gobierno y sector productivo) en el primer punto de venta (normalmente en el procesador), que posteriormente canaliza los ingresos a la investigación, así como a otras actividades como la promoción del mercado y otras actividades reguladoras. En otros casos se establecen gravámenes dedicados sólo a la Investigación y Desarrollo, como sucede en Australia y Uruguay. En Venezuela es de reciente aprobación el marco legal para el desarrollo de fondos parafiscales, los cuales están apenas iniciando su fase de creación y en la Ley de Ciencia y Tecnología se coloca un aporte a las empresas como porcentaje de sus utilidades anuales, el cual es destinado a financiar el proceso de desarrollo tecnológico del país. Los gravámenes se establecen de acuerdo al volumen o al valor de la producción.

Aportaciones privadas. Se refiera a inversiones de empresas privadas y asociaciones de productores que forman alianzas con el sector público. A veces los fondos concursables exigen estas aportaciones para el desembolso de fondos a proyectos de investigación. En México este tipo de inversiones en I+D se deducen de impuestos, con el objetivo de incentivar a las empresas a invertir en actividades científicas y tecnológicas.

Algunos ejemplos de este tipo son para el caso de México: Bimbo, Nestlé y la Asociación Mexicana de Empresas Malteras; en Colombia el 95% de la inversión en I+D proviene de las contribuciones de los ingenios y las empresas de flores, ASOCAÑA y ASOCLOFLORES, respectivamente; en el caso de Venezuela podemos señalar también el circuito de la caña de azúcar que a través de sus principales empresas y de la fundación para el desarrollo de la caña de azúcar, financia la mayor parte de la investigación que se realiza en el país. Igual mención merece para el caso Venezolano la fundación INLACA, que obtiene sus recursos financieros de la corporación INLACA (agroindustria procesadora de leche y frutas) y la orienta a los productores de leche y frutales que abastecen con sus productos a esta importante agroindustria.

Aportaciones públicas. Son los fondos que proporciona el gobierno. Pueden provenir de impuestos, multas, ingresos por ventas u otros. Algunos gobiernos canalizan recursos provenientes de impuestos específicos, como por ejemplo, la nómina de las empresas (en Colombia, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, obtiene sus recursos de gravámenes a la nómina que destina a financiar proyectos para el sector agroindustrial mediante convocatorias abiertas y donde se exige la participación de una entidad ejecutora de carácter público o

privado). Estas aportaciones se canalizan a través de los presupuestos asignados a ministerios (por ejemplo, agricultura o ciencia y tecnología), organizaciones paraestatales, institutos públicos de investigación y universidades.

Aportaciones internacionales. Los centros de investigación en América Latina, como estrategia para efectuar investigación estratégica o básica, recurren a fondos internacionales no reembolsables. Éste es el caso de FONTAGRO que ha financiado más de 20 proyectos de investigación multinacional en donde han participado un variado número de instituciones públicas y privadas así como centros internacionales. Algunas Fundaciones y ONG's, cuyos objetivos son la generación de tecnología y conocimientos encaminados hacia la conservación de los recursos naturales y los servicios ambientales en general, se solventan a través de donaciones de organismos internacionales. Actualmente el INIA Venezuela administra un fondo concursable de origen internacional proveniente del Banco Interamericano de Desarrollo denominado Fondo de Consorcios de Innovación (FCI), que está orientado a fomentar y consolidar iniciativas de innovación tecnológica en las cadenas agro-productivas del país. Es condición necesaria para el acceso al fondo la participación de actores públicos y privados, es decir, que está basado en el principio de la Alianza Público Privada para la investigación.

2) Organizaciones administradoras del financiamiento

Son las organizaciones que administran los fondos para la investigación en la alianza. Se incluye tanto las organizaciones que solamente operan los recursos (Fundaciones, Patronatos, organizaciones de productores, etc.), como las que administran y ejecutan la investigación (Universidades e INIA's).

En la región se identifican las siguientes organizaciones administradoras del financiamiento para la investigación:

Como fuente pública se considera a:

- (1) institutos públicos de investigación,
- (2) universidades,
- (3) ministerios y paraestatales bajo el presupuesto agropecuario,
- (4) ministerios y paraestatales bajo el presupuesto de ciencia y tecnología,
- (5) fondos públicos con estatus jurídico propio,
- (6) fundaciones públicas de investigación.

Como fuentes privados se encuentra a:

- (1) organizaciones de productores,
- (2) asociaciones de organizaciones de productores,
- (3) empresas privadas,

(4) asociaciones de empresas,

(5) fundaciones privadas.

Existen también otras organizaciones no-gubernamentales. También es posible que para una alianza se conforme un fondo, consorcio o unión temporal que tiene sólo como meta, apoyar a esta alianza.

3) Mecanismos de asignación financiera

Un mecanismo de asignación se define como “las normas para distribuir los fondos”. Hay diferentes mecanismos de asignación los cuales se detallan a continuación:

Fondos competidos con convocatoria abierta. Son los recursos a los cuales pueden acceder cualquiera de los actores de investigación, siempre y cuando se ajusten a determinados criterios o “reglas del juego” expresado en los términos de referencia de una convocatoria pública abierta (Cano, 2001). Tales fondos competitivos existen en varios países en América Latina, en Colombia, por ejemplo, existe el PRONATTA y COLCIENCIAS. En México se tiene al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y las Fundaciones Estatales Produce. En Venezuela el Fondo Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica (FONACIT) y la red de Fundaciones Regionales para el Fomento de la Ciencia y la Tecnología (FUNDACITE’s). Este tipo de asignación de fondos se relaciona más con fondos públicos por requerimientos de manejo claro y transparente.

Fondos competitivos con convocatoria cerrada. Es una cantidad de recursos financieros a los que pueden tener acceso solamente un grupo selecto de instituciones. No hay un llamado público para que todas las instituciones pueden participar sino que a las instituciones elegidas, se les convoca y se les entregan los términos de referencia.

Asignación directa. La fuente financiera se reserva el derecho de entregar sus recursos a quién considera su mejor opción.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado, de una manera general, la caracterización del financiamiento en los países estudiados. En general, la participación del sector privado en el financiamiento de Alianzas para la investigación en América Latina es bajo. La mayor parte de los fondos para investigación proviene de fondos públicos. El mecanismo de asignación de recursos para la investigación más utilizado en América Latina es la convocatoria abierta debido a que la mayor parte de sus fondos son fiscales y para su asignación se exigen mecanismos accesibles y transparentes tanto para la fuente financiera como para los posibles interesados.

Los fondos parafiscales representan una modalidad exitosa y promisoría para los

sistemas de ciencia y tecnología agroindustrial de los países latinoamericanos. Estos fondos se recaudan con el propósito de beneficiar al gremio que los genera. La experiencia de Colombia con este tipo de fondos puede ser aprovechada en otros países del área. Existen otros mecanismos importantes para incentivar la inversión, como la deducibilidad de impuestos a la inversiones en ciencia y tecnología aplicados en países como México. Los mecanismos internos de control de los recursos deben ser revisados en algunas instituciones públicas de investigación dado que se han convertido en un obstáculo para el desarrollo de las alianzas. Entre estos obstáculos podemos mencionar el exceso de trámites internos de carácter administrativo, lo cual además de obstaculizar la marcha de los proyectos, crea cotos de poder en la estructura administrativa.

BIBLIOGRAFÍA

Cano, J. 2001. Fondos Competidos: Un Instrumento Institucional para la Asignación de Fondos. *En:* Boletín del IICA "Crea en Acción". Año 5, No. 1, Fascículo Técnico No. 32. Lima, Perú.

ASPECTOS SOBRE LA COMERCIALIZACIÓN DEL CHILE JALAPEÑO EN EL ESTADO DE ZACATECAS

José de Jesús Espinoza Arellano¹, Ignacio Orona Castillo² y Homero Salinas González³

¹ Investigador del Campo Experimental "La Laguna" del INIFAP. Apdo. Postal # 247, Torreón, Coah., México. Tel. (871) 762-02-02. Fax. (871) 762-07-14. E-mail: espinoza.jesus@inifap.gob.mx

² Investigador del CENID-RASPA del INIFAP. Gómez Palacio, Dgo.

³ Director del Centro de Investigación Regional del Centro-Norte del INIFAP. Matamoros, Coah.

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

La globalización y los cambios en los estilos de vida de la población han traído consigo cambios en las preferencias del consumidor, el cual ahora es más exigente y tiene nuevas demandas y una mayor oferta de productos a su alcance. Por otro lado, entre países, la competencia por el acceso a los mercados se vuelve más intensa de tal manera que los países que no ajusten su oferta en tiempo, cantidad, calidad, oportunidad, diversificación y costos, perderán gradualmente su participación en los mercados.

Parte fundamental de la oferta de alimentos es la tecnología agropecuaria. Mediante ella se pueden adaptar, dentro de ciertos límites, períodos de cosecha, cultivares, cantidades, calidades y costos de acuerdo a las demandas del consumidor. En las instituciones públicas de investigación del sector agropecuario, entre ellas el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) frecuentemente los proyectos de investigación se conducen sin tomar en cuenta información sobre el mercado de los productos, invirtiéndose cuantiosos recursos en obtener productos y/o tecnologías que no son adoptados porque no tienen las características que el consumidor está demandando.

Lo anterior no es justificable si se considera la escasa disponibilidad de recursos para la investigación. Por lo anterior, el INIFAP se propuso incorporar dentro de sus líneas de investigación, los estudios de comercialización de productos en los cuales se hace investigación de tipo técnica. En esta primera etapa se eligió como estudio de caso el chile jalapeño, ya que este cultivo forma parte de las cadenas prioritarias tanto de la COFUPRO como de SAGARPA (INIFAP, 2004). Por otro lado, se eligió al estado de Zacatecas porque ahí hay un Campo Experimental perteneciente a ese instituto.

Los objetivos de este estudio fueron: 1) identificar las características del chile jalapeño que los mercados fresco e industrial demandan en el estado de Zacatecas y 2) recabar información básica complementaria sobre aspectos de producción y comercialización de este producto. La información anterior servirá como insumo para el proceso de planeación de la investigación técnica del INIFAP en el cultivo del chile jalapeño en el estado de Zacatecas.

METODOLOGÍA

Se elaboró y aplicó un cuestionario que contiene diferentes secciones como: lugares y períodos de abastecimiento, tipo de transporte, presentación del producto para su comercialización, otras variedades de chile, comportamiento estacional del precio, principales canales de distribución, características del producto, productos sustitutos y otros aspectos como los agronómicos. La selección de los encuestados (bodegueros) fue en base a un muestreo dirigido y se enfocó a los 4 distribuidores más grandes de cada central de abastos (Calera y Zacatecas). Los bodegueros entrevistados distribuyen, en conjunto, más del 70% del chile jalapeño vendido en su área de influencia. De manera complementaria, el cuestionario también se aplicó a investigadores líderes en la investigación técnica en el estado aunque en este caso no se les aplicó completo sino solamente algunas secciones específicas. Se asume que las preferencias del consumidor son conocidas por el bodeguero ya que aunque comercializa su producto principalmente al mayoreo, sus clientes (cadenas de tiendas, fruterías y restaurantes) son negocios que venden directamente a los consumidores y recibe de ellos constante retroalimentación en cuanto a las características de los productos que ellos demandan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los resultados del estudio, separándolos por secciones agrupadas por pregunta y/o grupo de preguntas.

1.- Lugares y períodos en los que se adquiere el producto. En el caso de Calera, los comercios de ese lugar, generalmente fruterías que venden al menudeo, se abastecen de las centrales de abastos de las ciudades de Fresnillo, Zacatecas y Aguascalientes. Al comparar estas centrales consideran que en Fresnillo es más caro pero manejan producto con cierta calidad. En el caso de Zacatecas es un poco más barato pero la calidad del producto es menor. En cambio, en Aguascalientes encuentran buen precio y calidad. En este último estado el abastecimiento es específicamente del llamado "Mercado Agropecuario" ya que existe también en esa ciudad otro mercado de abastos. Por otro lado, de las centrales de abastos de Fresnillo y Zacatecas se abastecen, dependiendo de la época del año, de la central de abastos de Aguascalientes, de la central de abastos de Guadalajara y de las zonas productoras de Sinaloa, La Laguna y Michoacán. En el caso de las centrales de abastos de Aguascalientes y Guadalajara el chile jalapeño se encuentra disponible prácticamente todo el año.

2.- Transporte y presentación del producto. El transporte que se utiliza depende del volumen de ventas que se tenga. Por ejemplo los comerciantes de Calera, que manejan volúmenes pequeños y venden directamente al consumidor, utilizan camiones de entre 3 y 10

toneladas y al transportarlo mezclan el jalapeño con otro tipo de frutas. Los comerciantes de la central de Zacatecas, que venden al mayoreo y medio mayoreo, utilizan camiones más grandes, de alrededor de 15 toneladas, sin refrigeración, y al transportarlo viene también con otras frutas y verduras. En cuanto al manejo y presentación para su comercialización se reporta el uso de arpillas de 25 a 30 kg.

3.- Otras variedades/tipos de chile. En la región se consumen diferentes tipos de chile verde, sin embargo el chile serrano es el más consumido con aproximadamente 50% del total, luego le sigue el jalapeño con el 25% y luego le siguen otros chiles que en conjunto representan el 25% entre los cuales destacan el chile ancho o poblano, los chiles güeros y el chilaca. El mayor consumo de chile serrano sobre el jalapeño contrasta con la situación que ocurre en el estado de Chihuahua donde el jalapeño se consume más. Lo anterior aún a pesar de que el serrano es más caro en ambas regiones. Sobre este aspecto algunos entrevistados comentaron que de Río Grande, Zac. hacia el norte el patrón de consumo va cambiando a favor del chile jalapeño, así como del chilaca.

4.- Comportamiento del precio. Aunque el consumo es más o menos uniforme durante el año, los precios presentan estacionalidad encontrando los precios más bajos de la temporada durante la época de cosecha local que es aproximadamente en julio y agosto, y los más altos durante los meses de octubre y noviembre y abril-junio. En realidad en este estado se produce poco jalapeño. Aquí la tendencia es hacia producir chiles para secar o deshidratar como el "pasilla" y el "mirasol".

5.- Principales clientes de los bodegueros. En el caso de Calera, dado que los negocios encuestados son fruterías, sus clientes son amas de casa y algunos restaurantes. En el caso de las bodegas de Zacatecas sus clientes son fruterías, restaurantes y en menor medida amas de casa.

6.- Características del producto demandadas por el consumidor. Las características más importantes y su descripción son las siguientes:

- a) Color.- que sea verde oscuro y que no llegue a mostrar partes rojizas.
- b) Tamaño.- De preferencia grande pero no tanto ya que se consume mucho a mordidas y puede haber desperdicio. En esta región no se ubican empresas enlatadoras como en Chihuahua por lo que no se demandan los tamaños pequeños para la industria.
- c) Picosidad.- La gente lo busca de picoso a muy picoso.

7.- Productos sustitutos. En general se puede decir que el jalapeño tiene varios sustitutos como los chiles güeros y el serrano. Sin embargo, es claro que las preferencias hacia el serrano, por parte de la población local, son muy marcadas por lo que la competencia estaría

más bien entre los chiles güeros y el jalapeño.

8.- Cambio en variedades. Como se menciona arriba el preferido aquí es el serrano y esta preferencia sería aún mayor si se tomara en cuenta la percepción de la población en el sentido de que el jalapeño es más irritante para el estómago que el serrano. Se comentó incluso que a algunas personas con problemas de gastritis los médicos les han retirado de la dieta el jalapeño pero no el serrano.

9.- Aspectos agronómicos. En cuanto a los aspectos agronómicos la tendencia es a elegir variedades precoces, de alto rendimiento, alta calidad de fruto y resistentes a plagas y enfermedades. Es muy importante el aspecto de precocidad porque se aplican menos riegos y se presentan menos enfermedades, sobre todo las radicales.

CONCLUSIONES

De la información obtenida hasta el momento se pueden definir algunos aspectos que pueden servir de base para la elaboración de los planes de investigación en este cultivo.

Si se trata de programas de mejoramiento genético o evaluación de materiales de compañías se deberán buscar las características que demanda el mercado como las que a continuación se mencionan. Si la variedad o híbrido es para consumo en fresco, se debe buscar que el fruto sea grande (de alrededor de 6.5 cm en adelante); se sabe que las empacadoras (industria) buscan frutos de pequeños a medianos (de entre 5 y 6 cm), sin embargo, localmente no hay demanda para este tipo de chiles.

En cuanto al grado de picosidad, se deberá determinar el destino del producto: si es para mercado nacional el fruto deberá ser de medianamente a muy picoso, y si es para el mercado externo de bajo a mediano. En cuanto a color de fruto, el mercado en fresco demanda frutos de color verde oscuro brillante. En cuanto a oportunidad de producción se deberán buscar alternativas para obtener cosechas entre octubre-noviembre y abril-junio que son los meses en que regularmente la oferta nacional disminuye y los precios registran altos niveles.

Será importante que INIFAP genere materiales propios ya que el alto costo de las semillas de empresas multinacionales resulta muy gravoso sobre todo para los pequeños y medianos productores. Esto se ha reflejado en el alto porcentaje de productores que utilizan semillas para siembra de generaciones F_2 y hasta F_3 con las consecuentes disminuciones en rendimiento y calidad.

En cuanto a aspectos agronómicos se deberán buscar sistemas de producción de menor costo y menor riesgo, manteniendo ó aumentando la calidad y productividad del cultivo. Por ejemplo materiales precoces que demanden menos agua y con mayor resistencia a plagas y

enfermedades.

Es importante recalcar que en el estado de Zacatecas las preferencias del consumidor en cuanto a chile verde favorecen al serrano sobre el jalapeño a pesar de que el primero es más caro durante todo el año. Dado lo anterior, aunado a la baja producción local de ese tipo de chile, se debe fomentar la producción local. En el caso del jalapeño, se debe fomentar su consumo, ya que en virtud de venderse a un precio inferior, significa un ahorro para la economía de las familias zacatecanas.

BIBLIOGRAFÍA

INIFAP. 2004. Agenda de Investigación Agrícola 2004-2006. Dirección General de Investigación Agrícola. México, D.F.

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.) SEMBRADO EN SURCOS ULTRA ESTRECHOS CON LA VARIEDAD NuCOTN 35^B

Eulalio Delgado Rico¹, Cirilo Vázquez Vázquez², Salvador Godoy Ávila³, Enrique Salazar Sosa², José Dimas López Martínez², Rafael Figueroa Viramontes².

¹ Alumno de Doctorado, Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Apartado Postal 1-142 Gómez Palacio, Dgo., México. C.P. 3500. e-mail: edelgador@hotmail.com

² Maestro Investigador, Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Apartado Postal 1-142 Gómez Palacio, Dgo., México. C.P. 3500.

³ Maestro Investigador, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U.L. Carretera Santa Fe y Periférico. Apartado postal 940 Torreón Coahuila., México. C.P. 2700.

INTRODUCCIÓN

El algodón es un cultivo de trascendencia mundial, que en los últimos años los países de mayor producción son China, Estados Unidos de América, India, Pakistán, Brasil y Turquía ya que han ofertado al mundo constantemente el 82 por ciento de la producción anual y solo Estados Unidos y China han visto un incremento en su producción desde 1991 (Roberson, 1999), así como India y Pakistán han pasado de ser exportadores netos de 4 millones de pacas a importadores de 4 millones de pacas anuales, esto es debido al gran desarrollo de su industria textil. En México se cultivan anualmente 250,000 hectáreas de algodón en promedio y los principales estados productores son: Sonora, Tamaulipas, Chihuahua, Baja California Norte, Sinaloa, Coahuila y Durango. En regiones como la Comarca Lagunera es un cultivo de importancia desde los inicios de la actividad agropecuaria ya que la superficie sembrada en 1991 fue de 30 mil hectáreas y en la actualidad se ha reducido a tan solo 19,500 hectáreas. Entre los mayores problemas que confronta el algodonerero, al igual que otros cultivos en la región lagunera esta principalmente la escasez de agua de riego, que en los últimos cinco años ha permitido sembrar únicamente el 20 por ciento de la superficie que es susceptible de sembrarse con agua de las presas. Además, enfermedades como el verticillium o “secadera tardía”, pudrición texana y viruela causan fuertes pérdidas a los productores de algodón con el agravante de que la superficie infestada tiende a ser mayor. El uso de sistemas de producción de algodón en estación larga tiene problemas tales como período más grande de protección química contra insectos, un mayor número de riegos, una cantidad más alta de nitrógeno y fósforo así como una mayor exposición de la fibra a los efectos del clima con la disminución consiguiente de la calidad de la misma (García, 1991). El ataque de insectos como gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* Saunders), gusano bellotero (*Helicoverpa zea* y *Heliothis virescens*), picudo (*Anthonomus grandis* Boheman), la conchuela (*Chlorocoa ligata*), la mosca blanca (*Bemisia argentifolii*), obligan al productor a realizar de ocho a diez aplicaciones de

insecticida equivalentes al 30 por ciento de los costos de producción (Godoy et al., 1998). Estos altos costos de producción y pérdidas provocadas por plagas, enfermedades y en menor grado por lluvias al final del ciclo dió la pauta para desarrollar el sistema de producción de algodón en surcos estrechos (0.70 m entre hileras de plantas y 0.12 m entre plantas) como una estrategia para resolver la problemática anterior. Dicho sistema ha sido totalmente adoptado por los productores de la región y los beneficios reportados son: la reducción de aproximadamente un 30 por ciento de los costos de producción, la reducción de 3 o 4 aplicaciones de insecticida, la reducción de un riego de auxilio y la reducción hasta de un 20 por ciento de las pérdidas ocasionadas por plagas y enfermedades. No obstante lo anterior, el alza constante en los costos de producción, nos motiva a buscar otra alternativa a los métodos tradicional y de altas poblaciones utilizados en la región. Dicha alternativa la puede constituir el cultivo del algodnero en surcos ultra estrechos, el cual permitiría incrementar la población de plantas ya que actualmente existe material genético que puede adaptarse a este sistema haciendo este una opción más viable que en el pasado. Por lo tanto, el cultivo del algodón en este sistema podría disminuir el número de riegos de auxilio, reduciría el uso de químicos para controlar plagas y se eliminarían las practicas de aporque y deshierbe mecanizado, así como también se lograría mayor precocidad a cosecha disminuyendo los costos de producción (Gwathmey, 1998 y Gerik et al., 1998).

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento agronómico y fisiológico del algodnero y producir plantas de ciclo corto con buenos rendimientos y algodón de buena calidad en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizo en el Campo Experimental la Laguna, situado en Matamoros, Coahuila. La siembra se efectuó el día 15 de Abril de 2002 en húmedo para lo cual se aplicará un riego de pre-siembra con una lámina de 20 cm y una lámina de 12 cm para cada uno de los riegos de auxilio. El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde la parcela mayor se tomo en cuenta once surcos de ocho metros de longitud y la parcela menor se tomo en cuenta dos surcos de seis metros de longitud y estos fueron los surcos centrales. Las variedad a utilizada fue NuCOTN 35^B. Los factores en estudio fueron: Factor A: Número de riegos de auxilio primero, segundo y tercero. Factor B: Población de 120, 200, 280 y 360 mil plantas ha⁻¹ y la distancia entre surcos fue de 0.20 metros. y la distancia entre plantas fue de acuerdo a la población de plantas requerida para lograr las poblaciones anteriormente mencionadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza para rendimiento de algodón hueso en kg ha^{-1} se encontraron diferencias significativas para número de riegos a través de poblaciones (Cuadro 1). Con la aplicación de tres riegos se obtuvo un rendimiento estadísticamente superior, seguido del segundo y por último el primer riego. Para los tratamientos en población de plantas se encontraron diferencias significativas siendo la mejor población la de 120 mil plantas ha^{-1} seguido del tratamiento de 200 y 280 mil plantas ha^{-1} que estadísticamente son iguales y diferentes al tratamiento de 360 mil plantas ha^{-1} .

Cuadro 1. Rendimiento de algodón hueso (kg ha^{-1}).

| Número de riego | Población de plantas (miles ha^{-1}) | | | | Promedio | |
|-----------------|------------------------------------------------|---------|---------|--------|----------|---|
| | 120 | 200 | 280 | 360 | | |
| 1 | 1449 | 1511 | 964 | 895 | 1205 | c |
| 2 | 3298 | 2745 | 3089 | 2427 | 2890 | b |
| 3 | 5595 | 5148 | 5062 | 4775 | 5145 | a |
| Promedio | 3447 a | 3134 ab | 3037 ab | 2699 b | | |

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS($P \leq 0.05$).

Con respecto al rendimiento de algodón pluma, se observa que se encontraron diferencias significativas tanto para número de riegos, como para poblaciones de plantas (Cuadro 2), siendo con tres riegos el mejor rendimiento seguido del segundo riego y finalmente el primer riego, con respecto a poblaciones el mejor rendimiento se obtuvo con la población de plantas de 120 mil ha^{-1} seguido de la población de 200 mil plantas ha^{-1} que es estadísticamente igual pero diferente a las poblaciones de 280 y 360 mil plantas ha^{-1} respectivamente, encontrando que la mejor interacción riego población es la de 120 mil plantas con tres riegos.

Con lo que respecta a precocidad de algodón se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), para los tratamientos de número de riegos. Se observa que el tratamiento de un solo riego estadísticamente es superior, seguido por el tratamiento de dos riegos y al final el tratamiento de tres riego. Por otra parte, observa que son estadísticamente iguales las poblaciones de plantas, por lo tanto no presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

Calidad de fibra. En lo que respecta a los índices de calidad, para longitud de fibra (Cuadro 4) se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para los tratamientos de riego y poblaciones de plantas respectivamente. Con relación a número de riegos vemos que el tratamiento con tres y dos riegos son estadísticamente iguales pero diferentes al tratamiento de un riego. El tratamiento poblaciones de plantas presenta diferencias significativas para longitud de fibra

expresada en milímetros siendo el mejor tratamiento el de 120 mil plantas ha⁻¹ seguido de los tratamientos de 200 y 280 mil plantas ha⁻¹ y diferentes al tratamiento de 360 mil plantas ha⁻¹, siendo la mejor interacción la del tratamiento con dos riegos y con población de 120 mil plantas ha⁻¹.

Cuadro 3. Precocidad de algodón a primera pizca.

| Número de riego | Población de plantas (miles ha ⁻¹) | | | | Promedio |
|-----------------|------------------------------------------------|------|------|------|----------|
| | 120 | 200 | 280 | 360 | |
| 1 | 0.85 | 0.82 | 0.76 | 0.76 | 0.79 a |
| 2 | 0.49 | 0.55 | 0.48 | 0.48 | 0.50 b |
| 3 | 0.25 | 0.19 | 0.19 | 0.18 | 0.20 c |
| Promedio | 0.53 | 0.52 | 0.47 | 0.47 | |

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS(P≤0.05).

Cuadro 4. Longitud de fibra de algodón (mm).

| Número de riego | Población de plantas (miles ha ⁻¹) | | | | Promedio |
|-----------------|------------------------------------------------|----------|----------|---------|----------|
| | 120 | 200 | 280 | 360 | |
| 1 | 104.5 | 104.7 | 97.7 | 101.0 | 102.0 b |
| 2 | 113.2 | 111.7 | 112.7 | 112.2 | 112.5 a |
| 3 | 112.2 | 111.5 | 112.2 | 112.5 | 112.1 a |
| Promedio | 110.0 a | 109.3 ab | 107.5 ab | 108.5 b | |

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS(P≤0.05).

Para resistencia de fibra expresada en miles de libras por pulgada cuadrada (Cuadro 5) no hay diferencia significativa con lo que respecta a número de riegos a través de poblaciones, pero si para poblaciones de plantas ha⁻¹ siendo estadísticamente iguales las poblaciones de 120 y 200 mil plantas ha⁻¹, pero diferentes a las poblaciones de 280 y 360 mil plantas ha⁻¹.

Cuadro 5. Resistencia de fibra de algodón (Libras pulgada²).

| Número de riego | Población de plantas (miles ha ⁻¹) | | | | Promedio |
|-----------------|------------------------------------------------|---------|---------|--------|----------|
| | 120 | 200 | 280 | 360 | |
| 1 | 90.5 | 89.0 | 95.5 | 89.2 | 91.0 |
| 2 | 94.0 | 88.0 | 83.7 | 86.0 | 87.9 |
| 3 | 89.5 | 92.2 | 86.2 | 86.2 | 88.5 |
| Promedio | 91.3 a | 89.7 ab | 88.5 bc | 87.1 c | |

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS(P≤0.05).

En cuanto a finura expresada en índices de micronaire se detectan diferencias significativas para tratamientos de número de riego no así para poblaciones de plantas como se muestra en el Cuadro 6. en promedio, se obtiene un mejor índice de micronaire con relación al número de riegos a través de poblaciones, obteniendo fibras mas finas con el tratamiento de tres riegos.

Cuadro 6. Índices de micronaire en algodón.

| Número de riego | Población de plantas (miles ha ⁻¹) | | | | Promedio |
|-----------------|------------------------------------------------|-----|-----|-----|----------|
| | 120 | 200 | 280 | 360 | |
| 1 | 4.7 | 4.4 | 4.2 | 4.5 | 4.4 b |
| 2 | 4.4 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.3 b |
| 3 | 5.1 | 4.9 | 5.1 | 5.2 | 5.1 a |
| Promedio | 4.7 | 4.5 | 4.5 | 4.7 | |

* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS(P≤0.05)

CONCLUSIONES

El rendimiento de la mejor interacción riego-población es el de 120 mil plantas con tres riegos de auxilio con una producción de 5595 kg ha⁻¹, ya que al incrementar las poblaciones los rendimientos fueron a la baja, por tal motivo se recomienda este tratamiento y así bajar los costos de producción, con respecto a los riegos es recomendable realizar las aplicaciones al inicio de floración, máxima floración y en fructificación, esta tendencia también se observa en la calidad de fibra. Con respecto a la precocidad del cultivo, esta nos muestra que con un solo riego obtenemos una precocidad mayor ya que la aplicación de riegos (humedad) provoca que la planta sea de ciclo mas amplio.

BIBLIOGRAFÍA.

- García, C. E. A. 1991. Estrategias para reducir los costos de producción en algodónero (*Gossypium hirsutum* L.) en la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
- Godoy, A. S., C. E. A. García, y G. A. Palomo. 1998. Efecto de la precocidad en la reducción del daño por gusano rosado y secadera tardía en algodónero. *Agric. Téc. Méx.* Vol 24. Núm. 1. pp. 19-26.
- Gerik, T. J., R. G. Lemon, K. L. Faver, T. A. Hoelewyn, and M. Jungman. 1998. Performance of ultra-narrow row cotton in central texas. pp. 1406-1409. in Proc. Beltwide Cotton Conf., National Cotton Council of America, San Diego, CA.
- Gwathmey, C. O. 1998. Reaching the objectives of ultra-narrow row cotton. pp. 91-92. in Proc. Beltwide Cotton Conf., National Cotton Council of America, San Diego, CA.
- Roberson, R. 1999. Mayor wored Cotton Producers. World agricultural production. Disponible en línea con la información en: <http://www.brs.gov.au/agrifood/cotton99.html> (certificado 20 enero, 2000).

EFFECTO DE LA ALTURA DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ PARA FORRAJE Y CALIDAD NUTRICIONAL

¹Rodolfo Faz Contreras, Gregorio Núñez Hernández y Francisco Contreras Govea

¹Investigadores del Campo Experimental de la Laguna INIFAP Matamoros Coah.

INTRODUCCIÓN

Los forrajes son fuente de alimento económico para los rumiantes, el maíz para ensilaje es un ejemplo, su contenido de proteína es bajo, pero su contenido de energía es alto por lo que se le considera una fuente de energía para el ganado; sin embargo Chalupa (1995) clasifica el ensilaje que se produce en México como un forraje de bajo contenido de energía (1.3 Mcal/kg.) en comparación con los ensilados Europeos y los Estadounidenses

La situación anterior probablemente se debe a que en México al ensilado se le ha tomado como un forraje de relleno, por lo que no le dan la importancia que se merece. Por esta situación en la Comarca Lagunera en los últimos años el INIFAP en colaboración con el PIAL que es una organización de productores ha desarrollado una línea de investigación con objeto de mejorar la calidad del ensilado de maíz mediante diferentes estrategias. Una de ellas es evaluar materiales cuya característica sea un alto contenido energético, otra estrategia es cosechar a un tercio de la línea de leche, criterio que permite que se incremente la relación grano forraje y una ultima estrategia que se propone en este trabajo es incrementar la altura de corte, con la finalidad de dejar parte de la planta de maíz en el terreno y de esta manera incrementar el porcentaje de grano del forraje. Como un resultado de estas primeras acciones la superficie de maíz se ha incrementado en la región de tal manera que durante el ciclo agrícola de 2004 se estableció una superficie de siembra de 26,539 hectáreas de maíz forrajero, las cuales produjeron 1,310,327 toneladas de forraje con un valor de la producción de \$ 281.3 millones de pesos, (El siglo de Torreón)

En el presente estudio se plantea como objetivo evaluar el efecto de la altura de corte en dos genotipos de maíz en calidad nutricional así como evaluar las perdidas de forraje que se presentan al incrementar la altura de corte de las plantas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el campo experimental La Laguna. Los híbridos estudiados fueron 3002-W considerado como un híbrido de hábito intermedio por obtenerse la cosecha a mas de 100 días después de la siembra y C-7990 considerado un híbrido precoz para la región por obtenerse la cosecha a menos de 100 días después de la siembra. El híbrido C-7990 por

razones comerciales no se evaluó en 2000, sustituyéndose por un híbrido muy similar en cuanto a características de planta como el C-7770. Cada material se cortó a cinco alturas sobre el nivel del suelo al momento de la cosecha (10, 30, 50, 70 y 90 cm.), en el primer año y en el segundo año de evaluación se eliminó la altura de 90 cm.

Los trabajos se establecieron bajo un diseño experimental en parcelas divididas con distribución en bloques al azar con 4 repeticiones, donde la parcela mayor fue el híbrido y la parcela menor la altura de corte a la cosecha. Las siembras se realizaron el 15 y 14 de abril de 1999 y 2000 respectivamente, a tierra venida (en húmedo). La fertilización fue con la fórmula 120 – 80 – 00 además de 100 unidades de nitrógeno al primer riego de auxilio. Se estableció una densidad de 98,000 plantas / ha. Se aplicaron cinco riegos, uno de siembra y cuatro auxilios. La cosecha se efectuó cuando el grano llegó a 1/3 de la línea de leche. La unidad experimental fue de 4 surcos separados a 0.76 m x 6.0 m de largo, la parcela útil fue de 2 surcos centrales ($1.52 \times 4.0 = 6.08 \text{ m}^2$).

Para evaluar la respuesta del maíz a los tratamientos se midieron las variables; rendimiento de forraje verde (FV) y seco (FS), producción de mazorca base peso seco (PsMZ), el porcentaje de mazorca del forraje seco (% MZ), así como los parámetros de calidad del forraje; fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y la energía neta de lactancia (Enl).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los híbridos mostraron diferencias estadísticas en las variables FV, FS PsMZ y % MZ en el ciclo de 1999 ($P \leq 0.05$) esto coincide con lo reportado por Allen *et al* (1995) y Lundvall *et al.* (1994). El híbrido 3002-W fue estadísticamente superior al híbrido C-7990 en producción de FV y FS, pero en las variables PsMZ y % MZ el híbrido C-7990 superó al híbrido 3002-W. Durante el ciclo de 2000 solo se registraron diferencias significativas en la variable FV, donde el híbrido 3002-W estadísticamente tuvo una mayor producción de FV que C-7770, en el resto de las variables fueron similares estadísticamente ($P \leq 0.05$).

Al relacionar la producción de forraje (FV, FS y % MZ) en función de la altura de corte, los datos de los dos experimentos se ajustaron a un modelo lineal simple con coeficientes de determinación aceptables, como se puede observar en las Figuras 1 y 2. Las pérdidas de forraje verde de son de 241 kg por cada cm que se eleve el corte y de 66.5 kg de forraje seco de acuerdo al modelo que relaciona el forraje seco con la altura de corte, estos resultados coinciden con lo reportado por Kezar (1998) quien menciona que por cada 15 cm que se eleve la altura de corte se pierde una tonelada de forraje seco, el modelo de este estudio señala que

se pierden 997.5 toneladas de forraje seco.

Los resultados también indican que la concentración de mazorca en el forraje, se incrementó conforme se eleva la altura de corte, en una proporción de 0.20 % por cada cm de elevación (Figura 2).

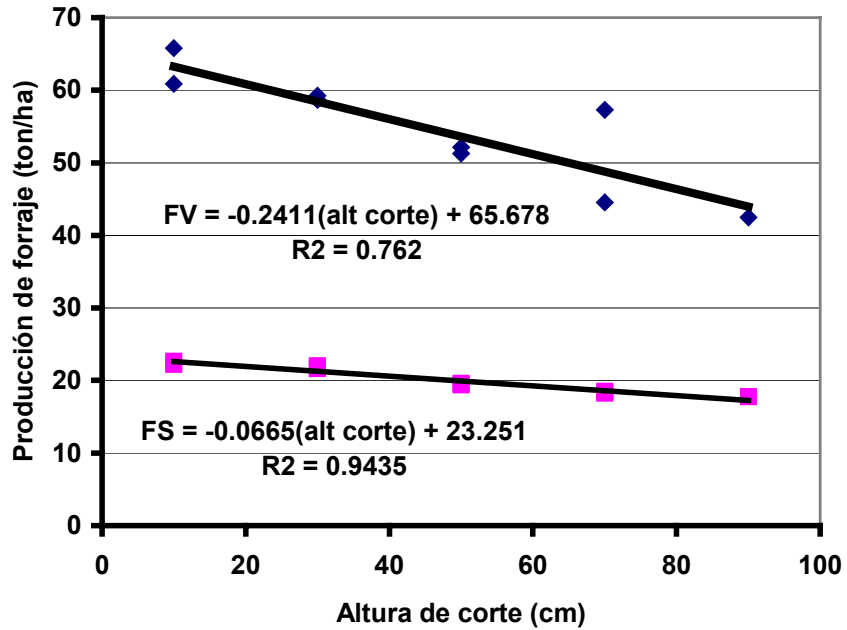


Figura 1 Relación entre la producción de forraje verde (FV) y seco (FS) y la altura de corte al momento de la cosecha.

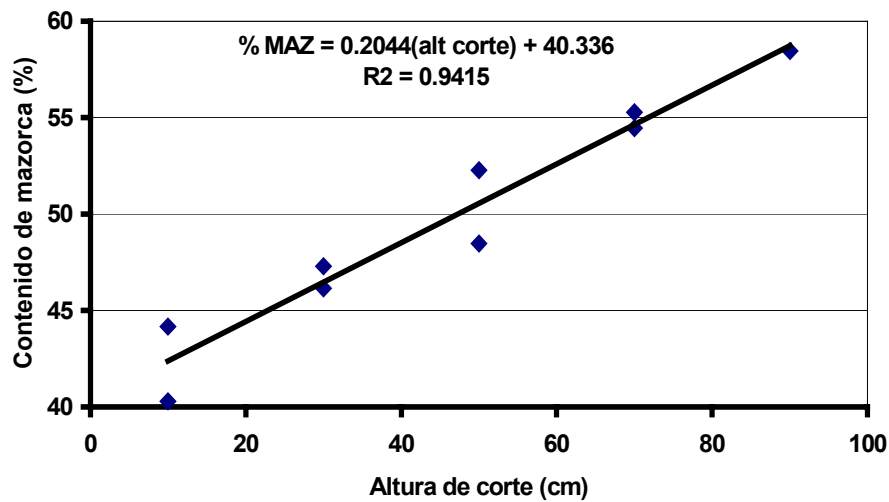


Figura 1 Relación entre el contenido de mazorca (% MAZ) y la altura de corte al momento de la cosecha.

Los híbridos C-7990 y C-9990 en los dos ciclos de evaluación fueron superiores en calidad del forraje al híbrido 3002-W híbrido que fue superior en rendimiento de forraje. Respecto a la calidad, cuando se elevó la altura de corte, los contenidos de fibra detergente ácido (FDA) y detergente neutro FDN disminuyeron, tal como se demuestra en el CUADRO 1. En relación a la energía neta de lactancia, se observó un aumento al elevar la altura de corte en 1999. Sin embargo, las diferencias no fueron significativas en 2000.

Cuadro 1 Datos De Calidad Del Forraje De Maíz. Inifap

| Ciclo | FDA (%) | | FDN (%) | | Enl (Mcal/kg) | |
|-------------------------|---------|----------|---------|---------|---------------|--------|
| | 1999 | 2000 | 1999 | 2000 | 1999 | 2000 |
| Híbrido | | | | | | |
| Precoz ¹ | 22.98 b | 17.89 b | 44.97 b | 34.61 b | 1.65 a | 1.49 a |
| Intermedio ² | 30.26 a | 20.21 a | 54.03 a | 39.76 a | 1.47 a | 1.43 b |
| Altura de corte | | | | | | |
| 10 cm. | 30.53 a | 20.15 ab | 53.33 a | 38.74 | 1.47 c | 1.44 |
| 30 cm. | 28.46 b | 20.37 a | 51.51 b | 38.85 | 1.52 bc | 1.44 |
| 50 cm. | 27.32 b | 18.12 bc | 50.11 b | 35.56 | 1.55 ab | 1.48 |
| 70 cm. | 24.44 c | 17.55 c | 47.53 c | 35.60 | 1.63 a | 1.48 |
| 90 cm. | 27.38 d | | 45.02 d | | 1.61 a | |
| c.v. | 5.33 | 10.71 | 3.33 | 8.91 | 5.12 | 3.32 |
| Híbrido | ** | * | ** | ** | ** | ** |
| Híbrido x Alt. de corte | ** | * | ** | ns | ** | ns |

¹ Híbrido precoz la cosecha se realiza a un tercio de la línea de leche antes de los 100 días posteriores a la siembra

² Híbrido intermedio la cosecha se realiza a un tercio de la línea de leche después de los 100 días posteriores a la siembra.

CONCLUSIÓN

Elevar la altura de corte, al momento de la cosecha se refleja en una disminución en el rendimiento de forraje verde y seco, un incremento en el contenido de mazorca y de calidad del forraje.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, M, Ford S, Harrison S, Hunt C, Lauer J, Muck R, Soderlund S. 1995 Corn silage production, management and feeding. Amer Soc. Agron. P:1-41.
- Chalupa, W. 1995 Requerimientos de forrajes de vacas lecheras. Primer Ciclo Internacional de Conferencias Sobre Nutrición y Manejo. Gómez Palacio Durango LALA; p 19-28.
- El Siglo de Torreón. 2005. Resumen económico Comarca Lagunera 2004. Suplemento Especial. Torreón, Coah. 1 enero de 2005. p. 31.
- Kezar, W. W. 1998 Uso exitoso del ensilaje de alta calidad por lecheros en el Oeste de los Estados Unidos. IV Conferencias Internacionales sobre Nutrición y Manejo Grupo LALA Torreón Coahuila México.
- Lundvall, J.P. Buxton DR, Hallauer AR, George JR. 1994 Forage quality variation among maize inbreds: in vitro digestibility and cell wall components. Crop Sci 34;1672-1678.

EFICIENCIA EN USO DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE ENSILADOS DE MAÍZ DE ALTO VALOR ENERGÉTICO

¹Rodolfo Faz Conteras, Gregorio Nuñez Hernández y Juan ²Guillermo Martínez

¹Investigadores del Campo Experimental de la Laguna INIFAP Matamoros Coah.

²Investigador del CENID-RASPA

INTRODUCCIÓN

En la región Norte-centro del país el principal factor que limita la producción agrícola es la disponibilidad de agua, por lo que debe hacerse un uso eficiente de la que se disponga. Sin embargo, para utilizar de manera eficiente el agua es necesario conocer la respuesta del cultivo a su aplicación. En maíz, los mejores rendimientos de grano se han obtenido al aplicar, cuatro riegos de auxilio, de acuerdo a las etapas de desarrollo; a) encañe, (30 a 35 días después de la siembra), b) inicio de crecimiento rápido de la mazorca, (52 días después de la siembra), c) polinización (69 días después de la siembra), y llenado de grano (86 días después de la siembra), esta fenología corresponde a materiales de ciclo intermedio que llegan a la etapa de desarrollo en el grano, denominada un tercio de la línea de leche, posterior a los 100 días después de la siembra Faz y Reta (1990).

En la Comarca Lagunera el cultivo del maíz, al ser comparado con el patrón de cultivos forrajeros regional ha resultado dentro de los mas eficientes en el uso del agua, con producciones de 2.88 kilogramos de materia seca total por metro cúbico de agua aplicado, Farias *et al* (1983) y producciones de 1.033 kilogramos de grano por metro cúbico de agua utilizado, Faz y Reta (1991).

En el presente trabajo se planteo como objetivo determinar, cual es el comportamiento del cultivo del maíz cuando se le aplican solo tres riegos de auxilio comparado con cuatro auxilios, que son los normalmente recomendados para obtener el mejor rendimiento de grano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los trabajos se realizaron en el campo experimental de la Laguna, la siembra se realizó en húmedo el 28 y 17 de Abril en 1997 y 1998 respectivamente, con una dosis de fertilización a la siembra, de 120 unidades de Nitrógeno más 80 de Fósforo, posteriormente se aplicaron 40 unidades extras de Nitrógeno previo al primer riego de auxilio. Los tratamientos estudiados fueron: dos calendarios de riego; C1 (cuatro riegos de auxilio) y C2 (tres riegos de auxilio), cinco híbridos de maíz; V1 (SB-302), V2 (3044-W), V3 (3066 W), V4(3002-W) y V5 (3028-W). En 1997 se evaluaron los dos primeros materiales y en 1998 se eliminó el V2 y se incluyeron V3, V4, y V5. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en Bloques al Azar en cuatro

repeticiones, en un arreglo combinatorio el primer año y de parcelas divididas el segundo, en el primer año la parcela mayor fue de 10 surcos espaciados a 0.80 m por 10 m de largo, y la parcela útil de 32 m², el segundo año la parcela mayor fue de 24 surcos espaciados a 80 cm por 8 metros de largo y la parcela menor de 6 surcos, la parcela útil fue de 3 surcos de 7 m de largo (16.8 m²).

Las variables medidas fueron: La producción de forraje verde (FV) y seco (FS), en la etapa de desarrollo correspondiente a un tercio de la línea de leche. Se pesó el forraje total en verde y se tomó una muestra de 4 plantas para secarse en la estufa y determinar la producción de forraje seco. Para obtener la dinámica de materia seca se hicieron muestreos periódicos de tres plantas por parcela en dos repeticiones. La dinámica de humedad se determinó mediante muestreos gravimétricos tres veces por semana para determinar la evapotranspiración del cultivo, los datos de evaporación se obtuvieron de una estación meteorológica ubicada a 300 m del sitio experimental.

La eficiencia en uso de agua, se determinó graficando los muestreos de materia seca en el ciclo en función de la evapotranspiración, la pendiente de la relación generada correspondió a la eficiencia de transformación de agua a materia seca. Con la finalidad de tener valores nutrimentales del forraje producido se tomó una muestra del forraje y se envió al laboratorio donde se evaluaron los parámetros siguientes: Fibra Ácido Detergente, Fibra Neutro Detergente y energía Neta de Lactancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del rendimiento. El porcentaje de materia seca (MS) fue diferente entre tratamientos, en los dos ciclos de estudio. El primer año las diferencias se ocasionaron por el criterio que se utilizó al momento de la cosecha, este consistió en cosechar el experimento cuando la mayoría de las parcelas hubiesen alcanzado un tercio de la línea de leche (1/3 de L L), sin embargo, los tratamientos C2 se cosecharon a 1/3 de L L mientras que C1V1 estaba en grano masoso y C1V2 en 1/2 de L L y al analizar la variedad V2 en C2 alcanzó un 42 % de materia seca. El segundo año el criterio de corte fue cosechar cada tratamiento cuando estuviera en 1/3 de L L de esta manera las diferencias que se presentaron fueron ocasionadas por los tratamientos. La variedad V1 mantuvo la misma tendencia del ciclo anterior de retrasar su madurez respecto al resto de los materiales, por ser un material de ciclo mas largo.

El forraje verde mostró diferencias significativas el primer año dentro de calendarios de riego, el resto de los resultados estadísticamente fueron similares (CUADRO 1). Se observa una gran diferencia de producción entre años del orden de un 35 % en C1 y un 26 % en C2 la

diferencia se atribuye a efectos de clima y suelo, ya que en 1997 se presentaron un total de 16 eventos de lluvia acumulándose un total de 100.2 mm en el ciclo del cultivo, y en 1998 se presentaron un total de 9 eventos acumulándose un total de 20.5 mm. La textura del suelo en el primer experimento es franco arcilloso y del segundo experimento arcilloso, este ultimo ocasionó problemas de drenaje, el agua de riego permanecía por mas de 12 horas en la superficie del terreno posterior a la aplicación de los riegos, mientras que en el otro sitio después de 3 horas el agua desaparecía de la superficie.

El rendimiento de forraje seco mostró diferencias altamente significativas dentro de calendarios de riego en 1998. El primer año las diferencias no se manifestaron por las precipitaciones ocurridas. En este caso también se redujo el rendimiento en el ciclo de 1998 pero en C1 se redujo en solo 25 % y en C2 un 36 % al inverso que con el forraje verde, indicando que aplicar un riego menos disminuye significativamente el rendimiento de FS.

La producción de mazorca mostró diferencias altamente significativas en 1997, dentro de variedades y en 1998, dentro de calendarios de riego. Disminuir un riego redujo significativamente la producción de mazorca y dentro de años en C1 se redujo la producción en un 52 % y en C2 un 76 % indicando la gran sensibilidad de la producción de mazorca a cambios ambientales.

CUADRO 1 Rendimiento de forraje verde, forraje seco y mazorca, en el cultivo del maíz ciclos de primavera.1997 y 1998 CELALA-INIFAP.

| Trat. | Forraje verde | | Forraje seco | | Producción (mazorca) ton/ha | |
|-------|---------------|---------|--------------|-------|-----------------------------|--------|
| | 1997 | 1998 | 1997 | 1998 | 1997 | 1998 |
| C1 | 61.87 a | 61.87 a | 19.35 | 14.58 | 7.95 | 3.77 a |
| C2 | 51.03 b | 37.72 | 18.87 | 11.95 | 7.17 | 1.73 b |
| V1 | 59.37 | 38.69 | 17.98 | 12.64 | 5.83 b | 2.97 |
| V2 | 53.54 | | 20.42 | | 9.28 a | |
| V3 | | 39.06 | | 13.68 | | 2.91 |
| V4 | | 40.70 | | 13.89 | | 2.64 |
| V5 | | 37.20 | | 12.86 | | 2.47 |
| CV | 15.92 | 10.22 | 14.35 | 10.55 | 16.47 | 17.92 |
| CAL | * | NS | NS | ** | NS | ** |
| VAR | | NS | NS | NS | ** | |

Evaluación de calidad de la Cosecha. En la calidad del forraje, se encontraron diferencias significativas en energía neta de lactancia (ENL) en 1998, el resto de los parámetros evaluados fue similar estadísticamente. El valor de ENL disminuyó significativamente en C1, dentro de variedades los rendimientos fueron similares. Tomando en cuenta que la producción de rastrojo fue similar entre tratamientos, se explica que las diferencias en calidad fueron

ocasionadas por el contenido de mazorca del FS. Al relacionar la producción de mazorca con los valores de ENL se encontró una relación lineal (Figura 1) con un coeficiente de determinación de r^2 igual a 0.94, esto indica una alta correlación entre energía del forraje y producción de mazorca, por lo tanto sería de esperarse que cuando en un cultivar de maíz el rendimiento de mazorca es bajo se puede tener un ensilado de baja calidad.

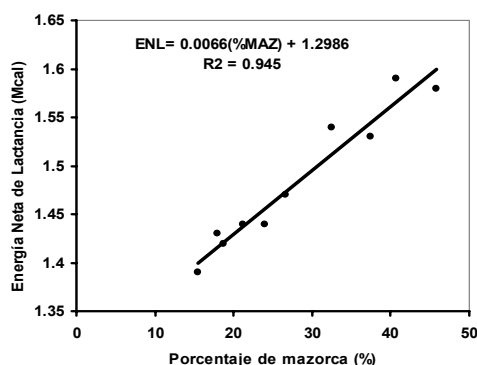
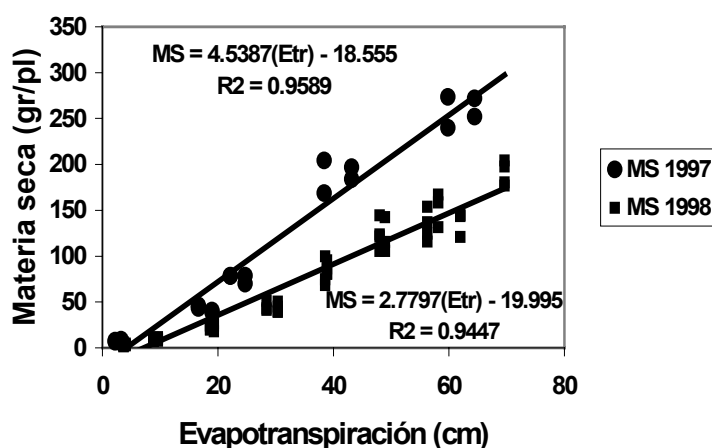


Figura. 1 Relación entre rendimiento de Mazorca (RMAZ) y Energía neta de lactancia (ENL) Ciclos de primavera.1997 y 1998 CELALA-INIFAP

Eficiencia de Uso de Agua. (EUA). La eficiencia del uso del agua se tomó como la relación entre cantidad de materia seca producida a través del ciclo en función de la evapotranspiración, en la Gráfica 1 se puede ver esta relación así como los modelos generados en cada ciclo de estudio, Donde MS representa la materia seca en gramos por planta y Etr es la Evapotranspiración del cultivo en cm. La pendiente de los modelos representa la eficiencia de transformación de agua a materia seca, por unidad de agua consumida.



Gráfica 1. Relación entre evapotranspiración (Etr) y materia seca (MS) producida a través del ciclo y sus modelos de predicción. CELALA-INIFAP.

Analizando las dos gráficas se observa que la pendiente de las curvas es diferente entre años, esto es ocasionado por las condiciones climáticas prevalecientes en cada ciclo de estudio así como las condiciones de terreno.

Otra relación agua-producción se obtuvo al relacionar la producción final de FS con el agua total evapotranspirada en el ciclo, en 1997 C1 tuvo una EUA de 3.03 Kg/m³ C2 de 3.16 Kg/m³ y en 1998 C1 tuvo una EUA de 2.09 Kg/m³ y C2 de 1.93.

CUADRO 2 Valores de parámetros de calidad nutricional, en el cultivo de maíz bajo dos calendarios de riego ciclos de primavera. 1997 y 1998 CELALA-INIFAP.

| TRAT | Mazorca del forraje (%) | | FAD (%) | | FND (%) | | ENL (%) | |
|------|-------------------------|---------|---------|-------|---------|-------|---------|--------|
| | 1997 | 1998 | 1997 | 1998 | 1997 | 1998 | 1997 | 1998 |
| C1 | 40.75 | 26.68 a | 25.87 | 30.46 | 47.76 | 56.93 | 1.59 | 1.47 a |
| C2 | 37.50 | 15.42 b | 27.30 | 33.60 | 50.30 | 62.18 | 1.53 | 1.39 b |
| V1 | 32.45 b | 23.96 a | 27.80 | 31.58 | 51.20 | 59.06 | 1.54 | 1.44 |
| V2 | 45.80 a | | 25.37 | | 46.84 | | 1.58 | |
| V3 | | 21.17 b | | 32.59 | | 59.81 | | 1.44 |
| V4 | | 18.03 b | | 31.67 | | 59.59 | | 1.43 |
| V5 | | 18.75 b | | 32.28 | | 59.76 | | 1.42 |
| C.V. | 13.78 | 5.51 | 11.66 | 5.27 | 8.95 | 3.95 | 5.63 | 3.49 |
| CAL | NS | ** | NS | NS | NS | NS | NS | * |
| VAR | ** | * | NS | NS | NS | NS | NS | NS |

CONCLUSIONES

Aplicar tres riegos de auxilio, ocasionó una disminución significativa del rendimiento en años de baja precipitación, así como también disminuye la calidad del forraje, al disminuir la producción de mazorca. En calidad del forraje se encontraron diferencias significativas para Energía Neta de Lactancia (ENL) registrándose valores bajos de energía al aplicar menos volumen de agua. Al relacionar la Etr con la materia seca se generó un modelo por ciclo de estudio y de la pendiente de los mismos se determinó que la eficiencia de transformación de agua a materia seca por el cultivo fue de 4.54 Kg./m³ en 1997 y de 2.79 en 1998

BIBLIOGRAFÍA

- Farias, F. J. M., Quiroga G.H.M. y Faz C.R. 1983 Alternativas para optimizar el uso del agua de riego en la producción de forraje. Folleto técnico N° 6 CAELALA-INIA-SARH.
- Faz C.R. y Reta S. D.G. 1990 Importancia el numero y oportunidad de los riegos en el cultivo del maíz en la Comarca Lagunera. En: 5ª demostración de Cultivos Básicos. CAELALA-INIFAP-SARH.
- Faz C.R. y Reta S. D.G. 1991 Manejo del agua de riego en el cultivo del maíz. En: 6º día de demostración de Cultivos Básicos. CAELALA-INIFAP-SARH.
- Faz, C.R. Nuñez, H. G. y Contreras, Govea F. E. 1997 Evaluación del uso del agua en la producción de ensilados de maíz de alto valor energético ciclo primavera de 1997. Informe de **Investigación sin publicar. CELALA-INIFAP-SAGAR.**

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE LA RECARGA DE LOS ACUÍFEROS DEL ESTADO DE ZACATECAS

**Bustamante Wilson, Juan Gerardo¹; Echavarría Chaírez, Francisco Guadalupe²;
Cabral Arellano, Francisco Javier³; Serna Pérez, Alfonso²; Mojarro Dávila,
Francisco²; Bañuelos Valenzuela, Rómulo⁴.**

¹Estudiante de Doctorado de la Unidad Académica de Medicina y Zootecnia, UAZ, Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo Km 31.5, El Cordovel, Enrique Estrada, C.P. 98500;

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Forestales, Campo Experimental Zacatecas, Apartado Postal 18 km 24.5 Carrtera Zacatecas-Fresnillo Calera, Zac., 98500;

³Unidad Académica de Biología Experimental, U.A.Z, Calzada de la Revolución s/n, Col. Tierra y Libertad, Guadalupe, Zac. ;

⁴Unidad Académica de Veterinaria y Zootecnia, U.A.Z. Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo Km 31.5, El Cordovel, Enrique Estrada, C.P. 98500.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la recarga de los acuíferos ha llegado a ser insuficiente debido a que la extracción ha aumentado año con año, reduciendo con esto la disponibilidad de agua dulce en el mundo. Shiklomanov (1997) y Bidlack *et al.* (2004), mencionan que el agua en el mundo se distribuye en un 97.5% de agua salada (océanos), 2.24% de agua dulce en los casquetes polares (Antártida, Groenlandia), glaciares y aguas subterráneas profundas y solo el 0.26% de agua dulce es accesible para el consumo (lagos, embalses y canales fluviales).

Una solución potencial para los problemas de la distribución del déficit hídrico y la administración de la lluvia es por la recuperación de acuíferos de reserva, donde la lluvia es desviada y recargada hacia acuíferos de agua subterránea (Brothers y Katzer, 1990; Pyne 1995).

De acuerdo a Semarnap (2000), existen un total de 667 acuíferos en el país de los cuales 424 (64%) están en una condición de subexplotados, 124 (19%) se catalogan como sobreexplotados y 119 áreas de recarga (18%) que no se consideran propiamente acuíferos, pero que si constituyen zonas de captación con altas probabilidades de presencia de agua subterránea. La recarga de agua hacia el acuífero es la infiltración directa de la precipitación a través de bloques formados por las sierras, flujo subterráneo de basamento formado por volcano-sedimentación, el retorno de agua por irrigación de zonas de cultivo y por la infiltración de agua a través de pozos secos y corrientes superficiales durante los periodos de lluvia (Núñez, 2003). Elias y Ortíz (1993), consideran al estado de Zacatecas dentro de las zonas semiáridas del país, ya que en un 70% de su territorio su precipitación media anual es menor a 500 mm. Por tal motivo, el aprovechamiento racional del recurso agua, es prioritario para el desarrollo económico y social de la entidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estado de Zacatecas se localiza en la parte centro-norte de la República, al noroeste de la capital mexicana, se ubica al norte 25°09', al sur 21°04' de latitud norte; al este 100°49', al oeste 104°19' de longitud oeste. Al estado le corresponde una extensión territorial de 74,668.673 km², y ocupa el octavo lugar en la República, después de Tamaulipas, Jalisco, Oaxaca, Durango, Coahuila, Sonora y Chihuahua (SPP, 1981).

El estudio esta basado en la ecuación de balance hídrico la cual es la siguiente:

$$R = P - EVTR - E$$

Donde:

R = recarga (mm)

P = precipitación (mm)

EVTR = evapotranspiración real (mm)

E = escurrimiento (mm)

Los datos climatológicos mensuales como la precipitación (P), evaporación y temperatura se obtuvieron de 98 estaciones meteorológicas, las cuales comprenden más de 40 años. La evapotranspiración real (EVTR) se estimó a partir de los datos del tanque evaporímetro tipo A. El cálculo consistió en utilizar la evaporación acumulada promedio por cada mes y multiplicada por los siguientes coeficientes (Medina y Ruiz, 2004):

| Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.70 | 0.70 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.70 | 0.70 |

Para conocer la EVTR de cada cultivo en el Estado se utilizaron las constantes de cultivo (Kc) tanto para cultivos, como para vegetación nativa, las cuales provienen de estudios realizados por INIFAP. Los valores de Kc utilizados se presentan en el Cuadro 1 (Mojarro *et al.*, 2005).

Una vez calculados los valores de EVTR se decidió comparar éste contra los valores de EVTR estimados por el método de Turc y los de EVTP de Thornthwaite. Los parámetros para este cálculo por el método de Turc son la temperatura y la radiación solar. La formula de Turc es la siguiente:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde:

ETR = Evapotranspiración real en mm/año

P = Precipitación en mm/año

$L = 300 + 25 t + 0.05 t^3$, cuando la $P \leq 0.31L$ entonces $ETR = P$,

cuando la $P > 0.31L$ aplicar la formula arriba mencionada

t = Temperatura media anual en °C

Cuadro 1. Valores de Kc: Cultivos anuales y de vegetación natural.

| MESES | COEFICIENTES DE CULTIVO (Kc) | | | | | |
|------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | FRIJOL TEMPORAL | CHILE RIEGO | CEBOLLA RIEGO | PASTOS VEGETACIÓN NATURAL | MATORRAL VEGETACIÓN NATURAL | BOSQUE VEGETACIÓN NATURAL |
| Enero | 0.1 | | 0.725 | 0.375 | 0.1875 | 0.20 |
| Febrero | 0.1 | | 0.60 | 0.35 | 0.175 | 0.30 |
| Marzo | 0.1 | | 0.40 | 0.50 | 0.25 | 0.40 |
| Abril | 0.1 | 0.48 | | 0.75 | 0.375 | 0.50 |
| Mayo | 0.1 | 0.70 | | 0.87 | 0.435 | 0.68 |
| Junio | 0.1 | 1.03 | | 0.90 | 0.450 | 0.85 |
| Julio | 0.52 | 1.00 | | 0.885 | 0.4425 | 0.73 |
| Agosto | 0.82 | 0.93 | | 0.87 | 0.435 | 0.61 |
| Septiembre | 0.975 | 0.60 | | 0.71 | 0.355 | 0.50 |
| Octubre | 0.785 | | 0.30 | 0.55 | 0.275 | 0.425 |
| Noviembre | 0.1 | | 0.60 | 0.48 | 0.24 | 0.35 |
| Diciembre | 0.1 | | 0.85 | 0.40 | 0.20 | 0.20 |

El siguiente método fue mediante el uso de la fórmula de Thornthwaite. El procedimiento para el cálculo es a través de los datos de la temperatura y horas de radiación solar. El procedimiento es el siguiente:

1. calcular el "índice de calor mensual" (i) a partir de la temperatura media mensual (t):

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514}$$

2. Se calcula el "índice de calor anual" (I), sumando los 12 valores de i :

$$I = \sum i$$

3. Se calcula la ETP mensual sin corregir mediante la formula:

$$ETP \text{ sin corregir.} = 16 \left(\frac{10t}{I}\right)^a$$

Donde:

ETP sin corregir. = ETP mensual en mm/mes para meses de 30 días y 12 horas de sol (teóricas).

t = temperatura media mensual, °C

I = Índice de calor anual, obtenido en el punto 2°.

$$a = 675 * 10^{-9} I^3 - 771 * 10^{-7} I^2 + 1792 * 10^{-6} I + 0.49239$$

4. Corrección para el número de días del mes y el No. de horas de sol:

$$ETP = ETP \sin corr. \frac{N}{12} \frac{d}{30}$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial corregida.

N = Número máximo de horas de sol, dependiendo del mes y de la latitud.

d = Número de días del mes.

El número máximo de horas de sol manejada por Doorenbos y Pruitt (1977), fue actualizada por Allen *et al.* (1998).

El último factor considerado en la ecuación de balance es el escurrimiento. Para determinar este se utilizó el método del coeficiente de escurrimiento. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$C = K \left(\frac{p - 250}{2000} \right) + \left(\frac{K - 0.15}{1.5} \right) \text{ para } K > 0.15$$

Donde:

C = coeficiente de escurrimiento

K = Uso del suelo

P = precipitación (mensual)

Para determinar los valores constantes (K) del uso del suelo, se consideraron los usos del suelo más importantes del Estado, como son el bosque, agostadero, agrícola de riego (cebolla y chile) y temporal (fríjol), igualmente, se incluyeron los tipos de textura de suelo más comunes. Para delimitar los usos de suelo, utilizó el mapa de uso de suelo de la UNAM (1995). Esto permitió utilizar valores constantes de K que varían de acuerdo al uso de suelo predominante en el Estado. Los valores usados aparecen en el Cuadro 2.

Uso de sistemas de información geográfica.

Todos los factores de la ecuación de balance fueron convertidos a mapas temáticos, con los cuales fue posible la estimación de la recarga.

Cuadro 2. Valores de K de acuerdo con el uso del suelo.

| Cubierta o uso del suelo | Tipo de suelo B |
|-----------------------------------|--------------------|
| Áreas desnuda | 0.28 |
| Cultivos | 0.27 |
| Cubierta del Pastizal (50 al 75%) | 0.20 |
| Bosque (50 al 75%) | 0.22 |

Fuente: Peña y Arcos, 2004.

Para ello se utilizó el paquete de computo Idrisi v32 (Eastman, 1985), el cual es un sistema de información geográfica (SIG), el cual permite el manejo y análisis de información georeferenciada. En el caso de los mapas de precipitación y temperatura, estos se interpolaron por medio del uso de la distancia inversa ponderada. El mapa de uso del suelo y los vectores que delimitan cada clase de uso, proviene de la carta de uso del suelo de la UNAM (1995). El manejo de las ecuaciones de Turc, Thornthwaite y el coeficiente de escurrimiento, etc., se realizó por medio del SIG. Para estimar los valores de recarga del acuífero en millones de m³ se generaron los mapas y se generaron clases de 200 mm, con los cuales se determinó la superficie donde se produce una recarga de esa magnitud o clase, utilizándose el valor medio de cada una de ellas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de recarga de los acuíferos del estado, se presentan en el Cuadro 3 y Figura 1. Las diferencias debidas al método de evapotranspiración utilizado, se incluyen allí mismo.

Cuadro 3. Valores de recarga para cada método de evaluación de EVT usado.

| METODO DE EVT | SUPERFICIE TOTAL DE RECARGA (km ²) | RECARGA (Mm ³) |
|---------------------|------------------------------------------------|----------------------------|
| Tanque evaporímetro | 8826.75693 | 3303.04984 |
| Thornthwaite | 29388.191 | 5651.87311 |
| Turc | 73625.0288 | 13032.1027 |

Discusión

Debido a las características empíricas basadas en registro diario de información climatológica, las estimaciones basadas en el tanque evaporímetro, las cuales son de 3303 Mm³ son las que mejor se acercan a los reportados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) delegación Zacatecas, quien establece que la recarga total en el Estado es del orden de los 808.08 Mm³. Sin embargo, el manejo de la información por medio de los SIG's permite una mayor precisión al manejar datos continuos tanto de precipitación como de temperaturas y el

uso actual del suelo de cada acuífero, contrario al manejo discreto de las estimaciones oficiales. Debido a eso, es válido insistir en el uso de SIG's para manejar información hidrológica. El incremento de precisión en la estimación de los valores de recarga, se obtendrá al utilizar métodos empíricos de medición de escurrimiento. Dichos métodos incluyen el uso de datos de escurrimiento, los cuales son medidos en lotes de escurrimiento estandarizados que proveerán de los parámetros necesarios para elaborar modelos predictivos que proporcionarán una mayor exactitud en la medición del escurrimiento por tipo de suelo y región.

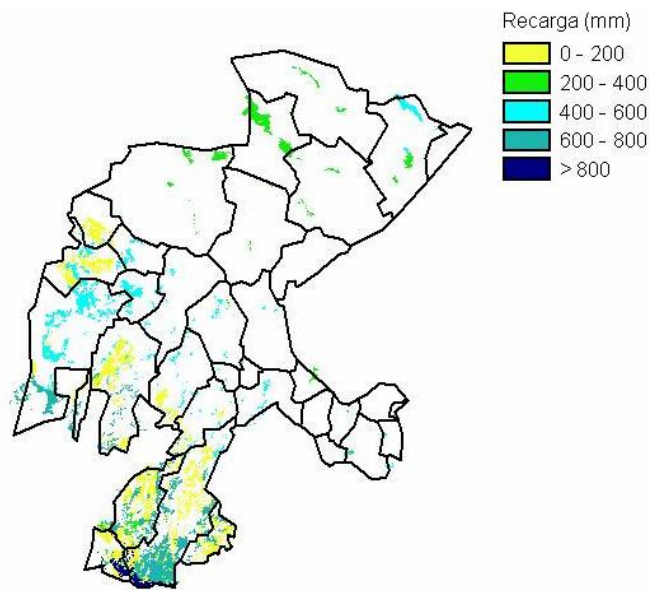


Figura 1. Mapa de acuíferos del Estado de Zacatecas y la recarga estimada con EVT del tanque evaporímetro

CONCLUSIONES

1. El uso de sistemas de información geográfica permite el manejo de información hidrológica georeferenciada, con lo cual es posible aumentar precisión en estimaciones de recarga.
2. El método de estimación de EVT por medio del tanque evaporímetro, proporciona datos más cercanos a los obtenidos por CNA en el estado de Zacatecas.
3. Una mayor precisión en estimaciones de recarga, deberá incorporarse por mediciones empíricas del escurrimiento por cada uso de suelo y región.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R.G., L.S. Pereira y D. Raes. 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Disponible en: www.Fao.org/docrep/x0490E/x0490E00.htm#contents
- Bidlack, W.R., W. Wang, R. Clemens. 2004. Water: The world's most precious resource. *Journal of Food Science*. (69) 2, pp: 55-61.
- Brothers, K., y T. Katzer. 1990. Water banking through artificial recharge, Las Vegas, Clark County, Nevada. *Journal of Hydrology*, 115 pp: 77-103.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W. O., 1977. Crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 24, (rev.) FAO, Rome, Italy. 144 p.
- Elías-Cardona, C. y Ortíz-Calderón, F. 1993. La obra Hidráulica y su impacto en las condiciones de producción del campo zacatecano. Tesis M.C. Facultad de Ciencias Sociales, UAZ. P: 26.
- Eastman, R.J. 2001. Idrisi for Windows: Users guide. Vi32.2. Clark Labs. Worcester, MA. USA.
- Peña, H.S. y D. Arcos H. 2004. Estimación de la recarga natural vertical para su introducción en modelos de simulación de flujo con la ayuda de sistemas de información geográfica. Expo Agua. Seminario: Sistematización y automatización como herramienta para la gestión del agua. www.guanajuato.gob.mx/ceag/eventos/expoagua2004/pdfs/pdf%20sem20.pdf
- Medina García, G. y Ruiz Corral, J.A. 2004. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Zacatecas (período 1961-2003). Inifap-Sagarpa. Pp: 1-238.
- Mojarro D.F., J.A. Toledo B., J.A. Gutierrez N. 2005. Manual de riego y fertiriego de cultivo. Inifap. Calera, Zac. En proceso de edición.
- Núñez-Peña, E.P. 2003. El acuífero de Calera, Zacatecas: Situación actual y perspectivas para un desarrollo sustentable. Tesis de maestría en Ciencias Geológicas. Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL. Pp: 1-77.
- Pyne, R.D.G. 1995. Ground water recharge and wells-A guide to aquifer storage recovery. Boca Raton, Florida: Lewis Publishers.
- Semarnap. 2000. Ordenamiento ecológico general del territorio. Memoria técnica. Pp: 1-468
- Shiklomanov, I.A. 1997. Assessment of water resources and water availability in the world. U.N. Report. Comprehensive assessment of freshwater resources of the world. St. Petersburg: United Nations
- S.P.P. 1981. Síntesis Geográfica de Zacatecas. Secretaría de Programación y Presupuesto: Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. Pp: 29-32.
- UNAM (1995). Carta de uso del suelo. Universidad Autónoma de México.

POTENCIAL DE LOS SUELOS EN LA COMARCA LAGUNERA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CULTIVOS FORRAJEROS ALTERNATIVOS

J. Francisco J. Chávez G.¹ J. Santamaría César¹, D. G. Reta Sanchez¹
J. A. Cueto Wong² Francisco Chavez@yahoo.com

¹ Investigador del INIFAP-CIRNOC-CELALA, Blvd. José Santos Valdéz No. 1200
Col. Mariano Matamoros. C.P. 27440, Matamoros Coah.

² Investigador del INIFAP-CENID-RASPA, Km 6.5 Canal Sacramento,
Gómez Palacio, Dgo. C.P. 35150 Cd. Lerdo, Dgo.

³ Estudio financiado por el Proyecto "Identificación de nuevos Cultivos y Sistemas de Producción de Forraje de Alta Eficiencia en el Uso del Agua para Bovino de Leche Estabulado en la Comarca Lagunera". Convenio SAGARPA-COFUPRO-CONACYT

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera destaca la producción de cultivos forrajeros. Estos cultivos tienen varias limitantes importantes como lo son la reducida disponibilidad de agua y una disminución de la calidad del agua del subsuelo lo que ocasiona un incremento en los costos de extracción de la misma. Sin embargo, un factor limitante no menos importante que reduce la productividad y rentabilidad de los forrajes es la creciente degradación de los suelos. Actualmente, un 32 % de la superficie regional agrícola presenta grados de afectación por salinidad o sodicidad de moderados a altos.

Según el Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en 2003 se cosechó una superficie de 94,752.8 ha de riego con un costo de la producción \$1,727,142.3 miles de pesos. La producción de forrajes constituida por 8 cultivos, representa el 76% del área cosechada y el 73.2% del valor de la producción del sector en la región, sin embargo solo se produce el 60% del forraje total que demanda el hato ganadero lechero.

De acuerdo con el patrón de cultivos en la región de 2003. El cultivo forrajero predominante es la alfalfa, este representa un 51% de el área cosechada de forrajes y el 62.1% del valor de la producción de forraje en la Comarca Lagunera. Sin embargo, este cultivo presenta baja eficiencia en el uso del agua (1.5 kg materia seca m⁻³ de agua consumida), otros cultivos regionales como el maíz reducen significativamente su productividad (hasta 40 %) en siembras de verano debido a altas temperaturas, y otros como el sorgo forrajero presentan problemas de acame y de baja calidad nutricional.

Estas limitaciones de los cultivos reducen significativamente el potencial de producción de forraje durante el año y obliga a buscar nuevas alternativas con cultivos mejor adaptados a los suelos y las condiciones ambientales, manteniendo o incrementando

la calidad del forraje.

MATERIALES Y METODOS

La estrategia a seguir en este trabajo consiste en seleccionar nuevas especies con buen potencial de adaptación a la región, considerando las características de los suelos de la Comarca Lagunera y los requerimientos ambientales de cada cultivo forrajero. La información de suelos utilizada fue la obtenida en un muestreo de 600 pozos realizado por la Comisión Nacional del Agua en el año 1997.

La información fue analizada, clasificada de acuerdo a índices de salinidad, sodicidad y sensibilidad de cultivos contenidos en el Handbook No. 60 del laboratorio de salinidad del USDA. La presentación de imágenes fue usando herramientas de Sistema de Información Geográfica.

Los avances presentados en este trabajo, corresponden a la primera etapa en la cual se caracteriza al medio físico de la Comarca Lagunera, en relación a los requerimientos de suelo de los cultivos forrajeros alternativos:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de áreas de riesgo por salinidad y sodio en los suelos del Distrito 017.

La productividad de los cultivos es afectada por su susceptibilidad a la salinidad y sodicidad presente en los suelos. En la figura 1, se muestra las áreas que presentan niveles de Conductividad Eléctrica del extracto de saturación del suelo medido en CEes (dS m^{-1}) en el Distrito de Riego 017. Esta clasificación corresponde a la propuesta por el manual 60 del laboratorio de salinidad del USDA.

Los suelos sin restricción o normales representan el 84.68% de los suelos en el Distrito de Riego 017. Sin embargo se presentan áreas de suelos salinos ($\text{CEes} > 4 \text{ dS m}^{-1}$) en un 9.2%, principalmente en la parte oeste del Distrito de Riego (4.56%) y en la parte norte, en el área de San Pedro (3.45%). Los suelos sódicos ($\text{PSI} > 15$) representan el 2.84% del área del Distrito localizados principalmente al norte del municipio de de San Pedro (0.86%), Torreón (0.51%) y Francisco I. Madero (1.31%). Los suelos Salino-Sódico ($\text{CEes} > 4$, $\text{PSI} > 15$) representan el 3.28% de la superficie del Distrito localizados en al norte de San Pedro (1.18%) y entre Gómez Palacio y Bermejillo, en el estado de Durango, México.

Considerando la susceptibilidad de los cultivos a la salinidad de los suelos y tomando en cuenta la clasificación propuesta por el Handbook No. 60 del laboratorio de salinidad del USDA. En el Cuadro 1 se muestra la cuantificación en superficie y porcentaje por clase y

distribución de las áreas afectadas por salinidad de los suelos en el Distrito de Riego 017 ubicado en la Comarca Lagunera.

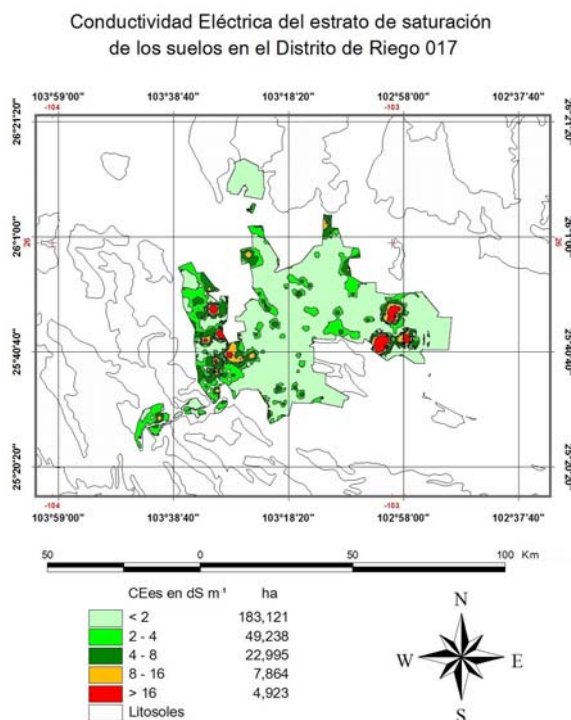


Figura 1. Distribución espacial de los suelos salinos según la susceptibilidad a la salinidad de los cultivos forrajeros en el Distrito de Riego 017, Comarca Lagunera. México.

La mayor parte de la superficie del Distrito de Riego 017 (68.3 %), presenta niveles de salinidad inferiores a $2\ dS\ m^{-1}$. Esto indica que estos suelos no contienen sales que puedan tener un efecto apreciable para la mayoría de los cultivos y sólo cultivos muy susceptibles presentarían síntomas como el chícharo, frijol y garbanzo.

Los cultivos forrajeros tradicionales establecidos en la Comarca Lagunera como maíz, sorgo, alfalfa, avena, trigo y triticale se desarrollan sin problemas en este tipo de suelos. Sin embargo, tal como puede apreciarse en el cuadro 2, en el 18.4 % de la superficie se presentan niveles de salinidad entre 2 y $4\ dS\ m^{-1}$, en donde algunos cultivos forrajeros tradicionales moderadamente sensibles como alfalfa, maíz, avena y trébol alejandrino son afectados con una disminución en el rendimiento de hasta el 10 %. En el 8.6 % del área del Distrito de Riego con niveles de salinidad entre 4 y $8\ dS\ m^{-1}$ la pérdida de rendimiento de cultivos forrajeros tradicionales puede alcanzar un 25 %, con excepción de cultivos como trigo, triticale y sorgo, cuyos rendimientos se ven menos afectados a estos

niveles de salinidad. De hecho, en el 1.8 % de la superficie donde se alcanzan niveles de salinidad entre 8 y 16 dS m⁻¹, los únicos cultivos forrajeros tradicionales capaces de obtener rendimientos satisfactorios son el trigo y el triticale.

Cuadro 1. Clasificación de los suelos en el Distrito 017 de acuerdo al contenido de sales solubles en relación a la susceptibilidad de los cultivos. Según el Manual de Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos del USDA.

| CEa (dS m ⁻¹) | Descripción | Superficie ha | % |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------|
| < 2 | Niveles de salinidad sin efecto apreciable en la mayoría de los cultivos | 183,121 | 68.3 |
| 2 a 4 | El rendimiento se ve afectado en cultivos muy sensibles | 49,238 | 18.4 |
| 4 a 8 | El rendimiento de muchos cultivos se ve restringido | 22,995 | 8.6 |
| 8 a 16 | Únicamente cultivos tolerantes pueden tener rendimientos satisfactorios | 7,864 | 2.9 |
| > 16 | Únicamente algunos cultivos muy tolerantes pueden tener rendimientos satisfactorios | 4,923 | 1.8 |

Frecuentemente los productores forrajeros establecen cultivos susceptibles a la salinidad en terrenos con este tipo de problemas, debido principalmente a la carencia de cultivos alternativos. Por ello es muy importante identificar e introducir cultivos alternativos que puedan utilizar más eficientemente los suelos con problemas de salinidad.

En el cuadro 3 se presentan algunos cultivos forrajeros alternativos con alguna tolerancia a la salinidad, y que pueden ser candidatos a evaluar como cultivos potenciales a incorporar en los sistemas de producción de la región. En el ciclo otoño-invierno, especies como la remolacha forrajera, canola y cártamo pueden ser cultivos alternativos a ser usados en las rotaciones de cultivos en suelos de buena calidad y con ligeros problemas de sales. Estos cultivos presentan una tolerancia a la salinidad igual o superior a los cultivos tradicionales de otoño-invierno como trigo, triticale y avena. Durante los ciclos de primavera y verano del año 2005, se está evaluando la adaptación al medio ambiente de la región algunos cultivos como el kenaf, soya, cowpea, pigeon pea, birdsfoot trefoil que presentan tolerancia a la salinidad superior a maíz y alfalfa.

Capacidad de intercambio catiónico y Materia Orgánica en los suelos en el Distrito 017

La CIC muestra su capacidad como reservorio de nutrimentos. De acuerdo con los niveles del CIC los suelos se pueden clasificar en muy alta si es mayor de 40, alta si esta

entre 25 y 40, media entre 15 y 25, baja entre 5 y 15 y muy baja si el CIC es menor a 15. En el caso de la Comarca Lagunera, los niveles indican CIC alta en una superficie de 118,147 ha y muy alta en una superficie de 124,614 ha. Lo cual sitúa a estos suelos como muy aptos para contener nutrimentos para los cultivos.

Cuadro 2. Tolerancia a la salinidad de los suelos medida en dS m^{-1} , de cultivos forrajeros tradicionales en la Comarca Lagunera

| Cultivo | Pendiente S %/dS/m | Valor crítico C dS/m | % Disminución del Rendimiento Potencial (%DRP) \S | | |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|-----------|-------|
| | | | 10 % | 25 % | 50 % |
| CEes (dS m^{-1}) | | | | | |
| Alfalfa | 7.3 | 2.0 | 3.4 | 5.4 | 8.9 |
| Maíz | 12.0 | 1.7 | 2.7 | 6.8 | 8.6 |
| Avena | - | 2.6 | 3.2 | 4.1 | 6.8 |
| Sorgo | 16.0 | 6.8 | 7.4 | 8.4 | 9.9 |
| Trigo | 2.6 | 4.5 | 8.3 | 14.1 | 23.7 |
| Triticale | 2.5 | 6.1 | 10.0 | 16.1 | 26.1 |
| Trébol alejandrino | 5.7 | 1.5 | 3.3 | 5.9 | 10.3 |
| Ballico anual | - | - | < 5.5 | 3.5 a 6.4 | > 6.4 |

%DRP = $S(\text{CEes}-C)$; C: valor de la CEes para el cual el cultivo no presenta síntomas en la producción;
S: Pendiente de abatimiento del Rendimiento potencial por la salinidad del suelo a partir del valor crítico C

Cuadro 3. Tolerancia a la salinidad de los suelos medida en dS m^{-1} de cultivos forrajeros alternativos en la Comarca Lagunera.

| Cultivos | Pendiente S | Valor crítico C | Disminución del rendimiento potencial (%DRP) \S | | |
|----------------------------|----------------|--------------------|------------------------------------------------------|-----------|-------|
| | | | 10 % | 25 % | 50 % |
| CEes(dS m^{-1}) | | | | | |
| Kenaf | 11.6 | 8.1 | 9.0 | 10.26 | 12.41 |
| Remolacha forrajera | 9.0 | 4.0 | 5.1 | 6.8 | 9.6 |
| Canola | 13.0 | 11.0 | 11.77 | 12.92 | 14.85 |
| Soya | 20.0 | 5.0 | 5.5 | 6.25 | 7.50 |
| Cártamo | | 5.3 | 8.0 | 11.0 | 14.0 |
| Pigeon pea | | | < 6 | 6 a 12 | > 12 |
| Cowpea | 11.0 | 2.5 | 3.4 | 4.8 | 7.1 |
| Haba | | | 2.6 | 2.6 a 5.8 | > 5.8 |
| Lablab | | | | | |
| Chícharo | 10.6 | 3.4 | 4.34 | 5.76 | 8.12 |
| Birdsfoot trefoil | 10.0 | 5.0 | 6.0 | 7.5 | 10.0 |
| Garbanzo | | | < 2 | 2 a 5.4 | > 5.4 |
| Lenteja | | | < 3 | 3 a 6 | > 6 |
| Clitoria | | | | | |

%DRP = $S(\text{CEes}-C)$;

C: valor de la CEes para el cual el cultivo no presenta síntomas en la producción;

S: Pendiente de abatimiento del Rendimiento potencial por la salinidad del suelo a partir del valor crítico C.

En el caso de la materia orgánica MO del suelo. Los datos de la materia orgánica en el Distrito de riego 017, indican una predominancia de suelos (144,693) ha con niveles de MO que los sitúan como pobres (entre 0.51-1.0 %) y medianamente pobres (entre 1.01-2.0) con 96,799 ha. Ambas clasificaciones indican que en 241492 ha de la parte central del Distrito de Riego 017 se tienen suelos con baja fertilidad que requieren de la reposición de nutrimentos para lograr buena productividad en los cultivos que se establezcan.

CONCLUSIONES

Los suelos de la Comarca Lagunera tienen niveles de salinidad variables por lo que la ubicación de estos es importante para establecer en ellos cultivos con una sensibilidad que no afecte su rendimiento. Para ello se definen mapas por medio de Sistemas de Información Geográfica.

Se tiene un inventario de áreas con cultivos tradicionales y su posible pérdida de rendimiento al encontrarse estos en áreas salinas o sódicas. Por otro lado se tiene un inventario de nuevos cultivos que tienen un potencial de uso en suelos con diversos grados de salinidad con altos rendimientos que pueden ser nuevas alternativas para complementar la producción de forraje en la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFIA

- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. http://www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_comagr2c.html.
- Comisión Nacional del Agua. 1997. Monitoreo de la Calidad del Agua y Salinidad analizada en los suelos del Distrito de Riego 017. gerencia Regional Norte, Distrito de Riego 017. Comarca Lagunera.
- United States Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook No. 60. USDA.

EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL DEL CHILE JALAPEÑO CON ACOLCHADO PLÁSTICO Y NIVELES DE HUMEDAD IRRIGADO CON CINTILLA

S. Felipe Mendoza Moreno, Marco A. Inzunza Ibarra, Ma. Magdalena Villa Castorena, Ernesto A. Catalán Valencia, Abel Román López e Ignacio Sánchez Cohen

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA-INIFAP). Canal Sacramento km 6.5 Gómez Palacio, Durango. Correo: inzunza.marco@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

La superficie total irrigada en México representa solo el 29 por ciento de la superficie agrícola total y de ella proviene el 50 por ciento de la producción agrícola total nacional. En la Comarca Lagunera se tiene una sobreexplotación del agua subterránea. En el período 1960-1997 se produjo un abatimiento del nivel estático del acuífero subterráneo de 1.5 m por año en promedio. En esta región la SAGARPA (2002) reportó una superficie cosechada de chile de 1,383 ha con una producción media de 9.92 t ha⁻¹. Sin embargo, es factible que el chile mejore significativamente su sistema productivo mediante buenas prácticas de manejo tales como el uso de acolchado (Kirnak *et al.*, 2003), riego más tecnificado y diferente método de siembra al sistema convencional lo cual lo haría más competitivo con respecto al resto de los cultivos de la región. Por esta razón, se planteó el presente estudio con el propósito de evaluar la respuesta a la extracción total de nutrientes por el cultivo del chile jalapeño al acolchado plástico y a dos regímenes de aplicación del riego por goteo establecido por trasplante. Esto con el fin de cuantificar alternativas de producción que conlleven a altos rendimientos de fruto con un uso eficiente del recurso agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el campo experimental del CENID RASPA INIFAP, en Gómez Palacio, Dgo., en un suelo migajón arcilloso perteneciente a la serie Coyote. Los resultados que se presentan en este trabajo corresponden a un avance del proyecto de investigación 20020401002 "Producción de chile jalapeño con diferentes tipos de acolchado y riego por goteo cintilla", financiado por el Sistema de Investigación Regional del CONACYT, Francisco Villa (SIVILLA 2002).

Los factores en estudio fueron el riego por goteo con dos niveles de aplicación del riego en base a la evaporación (EV) ocurrida en un tanque evaporímetro tipo A, y cinco tipos de acolchado plástico. Los tratamientos de riego se dieron en dos etapas del cultivo: de trasplante a inicio de fructificación y de inicio de fructificación hasta el final del ciclo. El primer tratamiento

de riego consistió en aplicar el 20 y 60 % de EV en cada etapa del cultivo, y de manera correspondiente, el segundo tratamiento consistió en aplicar el 30 y el 70 % de EV. Los niveles de acolchado plástico negro, blanco, rojo, azul y verde, con la inclusión de un tratamiento testigo sin acolchar, para un total de 12 tratamientos, Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos estudiados

| Tratamiento | Tipo de acolchado | Nivel de aplicación del agua de riego | |
|-------------|-----------------------|---------------------------------------|--------|
| | | Etapa 1 | Etapa2 |
| 1 | Plástico negro | 20 | 60 |
| 2 | Plástico negro | 30 | 70 |
| 3 | Plástico rojo | 20 | 60 |
| 4 | Plástico rojo | 30 | 70 |
| 5 | Plástico blanco | 20 | 60 |
| 6 | Plástico blanco | 30 | 70 |
| 7 | Plástico azul | 20 | 60 |
| 8 | Plástico azul | 30 | 70 |
| 9 | Plástico verde | 20 | 60 |
| 10 | Plástico verde | 30 | 70 |
| 11 | Testigo sin acolchado | 20 | 60 |
| 12 | Testigo sin acolchado | 30 | 70 |

El diseño de tratamientos fue un factorial completo con dos niveles de riego y seis niveles de acolchado para un total de 12 tratamientos y tres repeticiones. Las unidades experimentales fueron arregladas en un diseño experimental completamente al azar. La unidad experimental fue una parcela de 45 m² de extensión que incluyó tres líneas regantes de 10 m de longitud.

Se utilizó el riego por goteo en la modalidad de cintilla tipo T-TAPE con espesor de pared de 15 mil pulgadas y un caudal o gasto de 2.5 L h⁻¹ por metro lineal de cintilla. El sistema de riego se instaló de acuerdo a las especificaciones de un diseño hidráulico previamente realizado, con el propósito de que el riego fuera uniforme en todas las parcelas experimentales de acuerdo a la metodología de diseño del CENID-RASPA-INIFAP. Luego se instaló el acolchado plástico y se inició el riego para la formación del bulbo de humedecimiento, esto con el fin de producir franjas de suelo humedecidas de 40 a 45 cm de ancho por línea regante, donde posteriormente se estableció el cultivo.

El establecimiento del cultivo fue por trasplante para lo cual se instaló un almácigo para la producción de plántulas 60 días antes de la fecha de trasplante. Se transplantaron dos hileras de plantas por línea regante separadas a 40 cm entre ellas, para una densidad de 40 mil plantas por hectárea de la variedad Mitla, la fecha del trasplante fue el 28 de marzo. La fertilización del cultivo se hizo con la fórmula recomendada para chile (120-60-00) la cual se

dosificó en 10 fracciones a través del ciclo vegetativo del cultivo en forma de solución nutritiva disuelta en el agua de riego. Se utilizaron urea (46-0-0) y sulfato de amonio (20.5-0-0) como fuentes de nitrógeno, y ácido fosfórico o la fórmula (5-30-00) como fuentes de fósforo, la fertilización se inició 2 días después del trasplante. Para el control de plagas se realizaron cuatro aplicaciones de Diazinón 25E para el control de mosquita blanca, pulgón y trips. Se aplicó Ridomil para el control de pudrición radicular (enfermedad vascular). Para el control de malezas, en los tratamientos con acolchado plástico se realizaron cuatro limpiezas ligeras de maleza, que consistieron en eliminar la hierba que emerge en los orificios de la perforación del plástico, ya que toda el área cubierta por el acolchado no permite el desarrollo de malezas (Villa, 2003). Cuando el cultivo se establece sin cobertura plástica se requieren de cuatro cinco limpiezas completas durante el ciclo vegetativo del cultivo.

Se midió el peso seco de planta y fruto a los 152 días después del trasplante, se hicieron muestreos foliares y de fruto en cada tratamiento y repetición para posterior realizar el análisis químico, en cada muestra se determinaron N total, P_2O_5 y K_2O ; se utilizó el método de Kjeldahl para N total, desarrollo de color con el método Molibdovanadato para P y el K por flamometría.

Como variables respuesta se midió la extracción total de nutrientes en planta y fruto de NPK. También se midieron como variables auxiliares el rendimiento y la eficiencia productiva del agua para realizar la comparación con la extracción total de nutrientes por el cultivo. Estas mediciones se utilizaron de apoyo para la interpretación de los resultados obtenidos en este estudio.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se presentan los valores medios de extracción total de NPK por la planta y el fruto del chile jalapeño. Se observa que la tendencia general es incrementar la extracción en los tratamientos acolchados con respecto a sin acolchar y aumentar la extracción en el nivel alto de aplicación del agua con respecto al nivel bajo.

De acuerdo al análisis de varianza mostrado en el Cuadro 3, se obtuvieron diferencias altamente significativas para los factores acolchado y niveles de riego no así con su interacción que fue no significativa para los tres nutrientes estudiados.

El análisis de comparación de medias para niveles de acolchado (Cuadro 4), indicó que los tratamientos con acolchado negro, rojo y azul tuvieron los valores más altos de extracción de nitrógeno total y K_2O y fueron estadísticamente iguales pero diferentes a los sin acolchar. Para extracción de P_2O_5 se observa en el mismo cuadro que los tratamientos con acolchado son superiores a los sin acolchar.

Cuadro 2. Extracción total de NPK en planta y fruto (g planta^{-1}) para el chile jalapeño.

| Tratamiento | N total | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Lámina de riego (cm) |
|-------------|---------|-------------------------------|------------------|----------------------|
| 1 | 2.97 | 0.43 | 5.25 | 68.50 |
| 2 | 3.49 | 0.51 | 5.47 | 82.80 |
| 3 | 2.95 | 0.42 | 5.51 | 68.50 |
| 4 | 3.29 | 0.54 | 6.04 | 82.80 |
| 5 | 2.50 | 0.41 | 4.81 | 68.50 |
| 6 | 2.93 | 0.45 | 5.08 | 82.80 |
| 7 | 2.81 | 0.45 | 5.03 | 68.80 |
| 8 | 2.99 | 0.49 | 5.80 | 82.50 |
| 9 | 2.40 | 0.38 | 4.32 | 68.50 |
| 10 | 2.57 | 0.44 | 5.07 | 82.80 |
| 11 | 1.44 | 0.26 | 2.82 | 68.50 |
| 12 | 2.25 | 0.34 | 4.02 | 82.80 |

Cuadro 3. Cuadros medios del análisis de varianza y prueba de F para contenidos de NPK en planta y fruto del chile jalapeño.

| FV | GL | N total (g planta^{-1}) | P ₂ O ₅ (g planta^{-1}) | K ₂ O (g planta^{-1}) |
|----------------------------|----|------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Acolchado | 5 | 7.6327** | 0.02749** | 4.1635** |
| Nivel de riego | 1 | 1.5097** | 0.4342** | 3.5645** |
| Acolchado * nivel de riego | 5 | 0.4475 | 0.0013 | 0.1983 |
| Error | 24 | 1.7206 | 0.0025 | 0.3289 |
| CV (%) | | 9.85 | 11.54 | 11.61 |

*, ** Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

G.L. = Grados de libertad; CV = coeficiente de variación.

Cuadro 4. Comparación de medias (Tukey 5%) del factor niveles de acolchado para la extracción total de NPK en planta y fruto del chile jalapeño.

| Acolchado plástico | Extracción total de nutrientes (g planta^{-1}) | | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Negro | 3.23 a | 0.47 a | 5.77 a |
| Rojo | 3.12 ab | 0.48 a | 5.42 ab |
| Azul | 2.90 abc | 0.47 a | 5.37 ab |
| Blanco | 2.72 bc | 0.43 a | 4.95 ab |
| Verde | 2.49 c | 0.41 a | 4.70 b |
| Sin acolchar | 1.85 d | 0.30 b | 3.42 c |

En base al análisis de comparación de medias para el factor niveles de riego, se observa en el Cuadro 5, que para los tres nutrientes los valores de extracción total fueron superiores para el nivel alto.

Cuadro 5. Comparación de medias (Tukey 5%) del factor niveles de riego para extracción total de NPK en planta y fruto del chile jalapeño.

| Nivel de riego (% EV) | Extracción total de nutrientes (g planta ⁻¹) | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 20-60 | 2.92 a | 0.46 a | 5.25 a |
| 30-70 | 2.51 b | 0.39 b | 4.62 b |

Los resultados de comparación de medias para rendimiento y eficiencia productiva del agua (Cuadro 6), permiten deducir que existió una relación directa entre estas variables respuestas y la extracción de nutrientes (NPK) ya que los mayores rendimientos y eficiencia productiva del agua coinciden con los de mayor extracción de nutrientes.

Cuadro 6. Comparación de medias para el factor tipo de acolchado (A).

| Tipo Acolchado | t ha ⁻¹ | Tukey (0.05) | k m ⁻³ | Tukey (0.05) |
|----------------|--------------------|--------------|-------------------|--------------|
| Negro | 46.66 | a | 6.22 | a |
| Rojo | 48.99 | a | 6.47 | a |
| Blanco | 49.59 | a | 6.62 | a |
| Azul | 50.76 | a | 6.70 | a |
| Verde | 45.02 | a | 5.92 | a |
| Sin acolchado | 32.25 | b | 4.26 | b |

CONCLUSIONES

El cultivo del chile jalapeño resultó significativamente más eficiente en la extracción total de nitrógeno y K₂O en los tratamientos acolchados plásticos de color negro, rojo y azul. Para P₂O₅ los valores de extracción en los tratamientos acolchados, fueron estadísticamente superiores a los sin acolchar.

El chile jalapeño presentó extracción nutrimental significativamente superior con el nivel alto de riego con respecto al nivel bajo.

Los altos rendimientos y eficiencia de uso del agua del chile coincidieron con los altos valores de extracción nutrimental generados en los tratamientos acolchados y con el nivel alto de aplicación de agua.

BIBLIOGRAFIA

- Kirnak, H., C. Kaya, D. Hagáis, and I. Tas. 2003. Responses of drip irrigated bell pepper to water stress and different nitrogen levels with or without mulch cover. *J. Plant Nutr.* 26:263-277.
- SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico de la producción agropecuaria y forestal. Delegación en la región lagunera, Unidad de planeación. Cd. Lerdo, Durango, México.
- Villa C., M. M. 2003. Acolchados con plástico. Agricultura protegida. Libro Técnico No.1. CENID-RASPA INIFAP. Gómez Palacio, Dgo.

DISPONIBILIDAD Y USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA DE RIEGO EN LA LAGUNA

**Manuel Fortis Hernández^{1,2}, Salazar Sosa, E^{1,2}, Orona Castillo, Ignacio³,
Montemayor Trejo, J.A¹, Olague Ramírez, Jesús¹, Aldaco Nuncio R¹.
y Rodríguez Ríos, J.C¹.**

¹ Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10. Torreón, Coah. mfortis@avantel.net

² Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ-UJED). Ejido Venecia, Durango.

³ CENID-RASPA, Gómez Palacio, Durango. México.

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera esta ubicada al norte de México, comprende la parte suroeste del estado de Coahuila y el extremo noroeste del estado de Durango, se localiza entre los meridianos 102° 00' y 104° 47' longitud oeste y los paralelos 24° 22' y 26° 53' latitud norte. De acuerdo a la clasificación climática de Koopen, modificada por García, los climas principales son de estepa (BS) y desértico (BW), los cuales van desde muy secos a secos y de muy cálidos a templados, con lluvias en verano en todos los casos.

Los suelos en la región se clasifican en el grupo Xerozem. Las principales texturas son arcillo-arenosa y arcillosa. La mayoría tiene un pH de 7.2 a 8.8 unidades. Estos suelos tienen gran variación en su contenido de carbonatos insolubles. En algunas áreas, la conductividad eléctrica es superior a 2 mmhos/cm (Núñez,2000).

Esta región consiste de un área de aproximadamente 24,000 kilómetros cuadrados, con un plano rodeado por una cadena montañosa. En esta área son doce municipios, con un área de aproximadamente 220,000 hectáreas. En esta región se localiza el Distrito de Riego 017 que comprende gran parte de la Comarca. Este tiene un área máxima irrigable de aproximadamente 105,000 ha. Con una máxima normal de 96,000 ha, sin embargo, el área actual irrigada varía año con año, dependiendo de la disponibilidad del suministro de agua superficial. El distrito esta dividido en 20 módulos, 17 de los cuales han sido transferidos a los usuarios del agua, para su operación y mantenimiento. En el área de este distrito, la temperatura media anual es de 20.6° C con rango de 18.7 a 21.3 ° C. La precipitación anual es 220 mm y la evaporación es 2473 mm al año.

El suministro de agua de gravedad es manejado por la Comisión Nacional del Agua (CNA), la cual tiene responsabilidad para las presas y los canales principales, y los módulos, los cuales tienen responsabilidad para el manejo de los canales secundarios hasta la parcela a nivel granja. Mucho de los usuarios del agua en el distrito de riego utilizan las dos fuentes de agua, superficial y subterránea; estas son manejadas separadamente. El agua subterránea

está nominalmente bajo el control de CNA, pero el control de la operación está en manos de los usuarios individuales, o en el caso del ejido, por la comunidad (Cruz y Levine, 1998).

La problemática principal detectada en esta región es la sobreexplotación del recurso agua que ha venido ocurriendo como efecto de las condiciones de tipo natural que se registran en la región como son: laminas de precipitación bajas y láminas de evapotranspiración altas. Tales condiciones limitantes se han visto agravadas por la acción del hombre, en la medida en que se ha incurrido en una explotación intensiva del recurso, que combinada con una falta de apego por parte de los usuarios a la normatividad, ha conducido a la situación que actualmente presenta de baja la disponibilidad del agua en la región (Fortis *et al.*, 2002).

En la región hay ejemplos de alta productividad producto de un manejo eficiente de los recursos, lo cual contrasta en algunos sectores con producciones de bajo rendimiento sobre todo en el área social. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la disponibilidad y uso del agua en la producción agrícola local.

METODOLOGÍA

Para determinar la disponibilidad y uso del agua en la región fue necesario analizar indicadores tales como; superficies de cultivos, laminas de riego, rentabilidades, etc., que fueron recopiladas a través de datos primarios vía entrevistas a los involucrados en la administración y uso del agua, y de información de trabajos de investigación que se han publicado en la Laguna. Así mismo, para comparar los volúmenes y eficiencias del uso del agua se relacionaron con el requerimiento de avapotranspiración calculado por CROPWAT (1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el distrito de riego 017, el agua subterránea está distribuida en ocho acuíferos, de los cuales 4 están localizados en el estado de Durango, 2 en el estado de Coahuila y dos que abarcan los dos estados. El principal acuífero provee más de las tres cuartas partes del suministro de irrigación; y tres acuíferos proveen cerca del 90 % del suministro. Las características de extracción y recarga de estos acuíferos se observan en el siguiente Cuadro 1.

Los ríos Nazas y Aguanaval son las principales fuentes de recarga de los acuíferos Laguneros, pero el comportamiento de las avenidas es variable. Por el frente montañoso conformado por las sierras de San Carlos y el valle de Ciudad Juárez entran al subsuelo 110 millones de metros cúbicos de agua, producto de las lluvias y otros escurrimientos.

El cauce del Nazas aporta 50 Mm³ al subsuelo, sólo que en ese trayecto se pierden 35 millones. De acuerdo a las estimaciones de la CNA por conducto del riego a tierras agrícolas

retornan al acuífero 350 millones de metros cúbicos de agua limpia. Sin embargo, se mantiene la extracción de 1057 Mm³ y los ríos han disminuido su aportación después de 1991, año excepcionalmente lluvioso en que las avenidas suministraron un respiro al acuífero, pero no el suficiente como para mantenerlo en equilibrio.

Cuadro 1. Evaluación de las extracciones de acuerdo al uso de agua

REGIÓN HIDROLÓGICA 36 NAZAS-AGUANAVAL

| Nº | Zona Geohidrológica | Aprov. Subterráneos | Recarga Mm ³ /año | Extracción Mm ³ /año | Uso Agrícola | | Uso doméstico/ Abrevadero | | Uso público urbano | | Uso industrial | | Disp. | Condición del Acuífero |
|-----------------|---------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------|----------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------|----------------------|---------|------------------------|
| | | | | | Aprov. | Mm ³ /año | Aprov. | Mm ³ /año | Aprov. | Mm ³ /año | Aprov. | Mm ³ /año | | |
| REGIÓN LAGUNERA | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Principal | 2388 | 515.95 | 930.90 | 1822 | 772.40 | 195 | 35.40 | 300 | 107.80 | 71 | 15.3 | -414.95 | Sobreexp. |
| 19 | Villa Juárez | 254 | 100.34 | 57.12 | 118 | 38.00 | 98 | 8.82 | 31 | 1.80 | 7 | 8.63 | 43.22 | Subexp. |
| 20 | Ceballos | 349 | 51.00 | 98.90 | 230 | 68.00 | 100 | 8.68 | 19 | 1.90 | 0 | 0.00 | -47.90 | Sobreexp. |
| 21 | Cte. Aguanaval | 415 | 30.40 | 101.27 | 367 | 88.00 | 6 | 0.17 | 39 | 11.70 | 3 | 1.20 | -70.87 | Sobreexp. |
| 22 | Nazas | 294 | 52.88 | 47.47 | 83 | 32.00 | 147 | 2.94 | 64 | 12.80 | 0 | 0.00 | 5.41 | Subexp. |
| 23 | Vicente Suárez | 123 | 10.00 | 36.75 | 87 | 33.00 | 27 | 1.05 | 6 | 0.60 | 3 | 1.70 | -26.75 | Sobreexp. |
| | TOTAL | 3823 | 760.57 | 1272.41 | 2707 | 1031.4 | 573 | 57.06 | 459 | 136.6 | 84 | 26.83 | | |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la CNA – Cuencas Centrales del Norte (2004)

La actividad agropecuaria en la Comarca lagunera, depende en gran medida del aprovechamiento de las aguas del Río Nazas, las cuales se almacenan en las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, sin embargo, en los últimos años las precipitaciones que se han registrado se ubican por debajo de su nivel histórico, provocando que las aportaciones a estas presas se observen reducidas y por tanto el volumen neto utilizado disminuya (Figura 1).

En esta Figura se puede apreciar que en 1999 las presas de la Laguna captaron el 29.37% de la capacidad de almacenamiento de agua, de 4,038.84 Mm³ solo se almacenaron 1,186.10 Mm³, de hecho la captación creció en un 20.04% respecto a 1998. Pero para el ciclo agrícola 1999-2000 se contó con un plan de riego restringido a 21 mil 090 hectáreas, que representa el 24% de un ciclo normal, localizadas en áreas compactas, tratando de eficientar la infraestructura hidroagrícola para aprovechar los 440 millones de metros cúbicos del volumen autorizado del sistema de presas. Destinándose el 53% a la producción de forrajes, con el fin de abastecer la gran demanda de alimento para el ganado lechero, pilar de la economía de esta región. En el año 2004 las presas estaban al 56 % de su capacidad, lo que permitió regar 51 mil 764 hectáreas. De las cuales 23,000 ha se destinaron a la producción de avena, sorgo y maíz

forrajero, y alfalfa, principalmente.

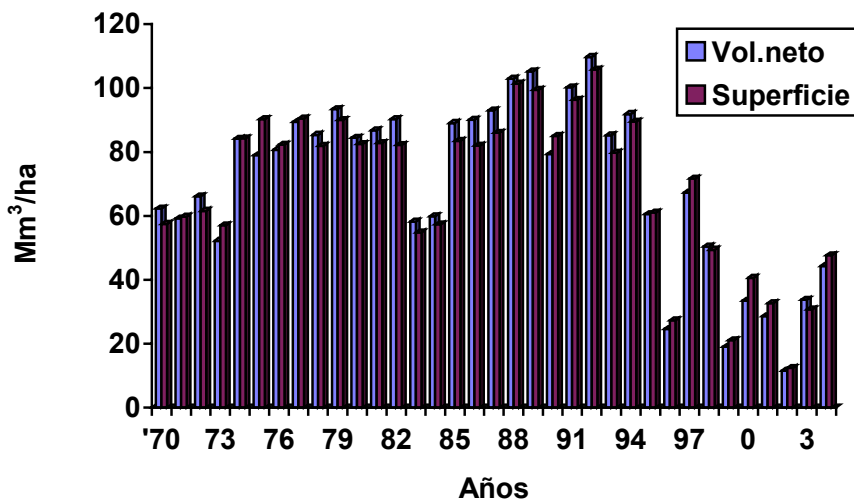


Figura 1. Volumen neto histórico utilizado vs. Superficie regada en el DR 017.

En relación al agua subterránea y pese a la preocupación de los sectores que extraen y utilizan esta agua, el número de pozos, o aprovechamientos, han aumentan velozmente. En 1994 se tenían registrados 3,007 pozos en el año 2004 se tienen registrados 3,823 pozos localizados en la Laguna, en la parte de Coahuila hay 1,549 y en la de Durango 2,529, en el primer caso los usuarios son 822 y en el segundo son mil 529, y el volumen de extracción de dichos pozos es del orden de los 837 mm³. El principal uso del agua es para el sector agropecuario.

Cuadro 2. Uso del agua subterránea por sectores (CNA, 2004)

| Uso | Pozos | % |
|----------------|-------|-------|
| Agropecuario | 2,977 | 77 |
| Público Urbano | 800 | 19 |
| Industrial | 98 | 3 |
| Recreativo | 12 | 0.3 |
| TOTAL | 3,887 | 3,887 |

Fuente: elaboración propia en base a estadísticas de la CNA.

Con respecto al uso público urbano cabe señalar que durante en los dos últimos años las tomas domiciliarias crecieron en un 30%, en relación al año de 1998, es decir, de 119 mil tomas se pasó a 154,416 mil tomas de agua, tan solo en la ciudad de Torreón. El consumo per

capita en promedio en la Laguna es de 169 litros de agua por día (SIMAS y SIDEAPA, 2004).

En relación al uso del agua en el sector industrial, cabe señalar que la Laguna cuenta con 15 parques industriales que engloban a poco más de 871 empresas, que demandan una gran cantidad de agua (DGDE, 2004).

Para la producción agrícola el agua subterránea se destinó en el 2004 a 75,541 hectáreas para la producción de forrajes como; Zacate Ballico, Avena, Sorgo y Maíz forrajero, y principalmente Alfalfa, en conjunto se destinó 64,622 ha., representando el 85% de la superficie total regada con agua subterránea.

Por otra parte, existe un problema de baja eficiencia en el uso del agua ocasionada por los altos volúmenes que se aplican a los cultivos, ya que por lo regular se exceden a sus requerimientos, entre los de más baja eficiencia se encuentra el cultivo de la alfalfa, ya que de acuerdo con los datos investigados se le aplica un volumen de agua de 2919 mm, cuando la realidad es que sólo necesita 1850 mm para cumplir con un ciclo anual de producción, de acuerdo al requerimiento de evapotranspiración calculado por CROPWAT.

Con el volumen de agua que requiere la alfalfa se alcanza una eficiencia del 100 por ciento y se llegan a producir 1.5 kilogramos de materia seca por metro cúbico de agua, mientras que con los volúmenes que se le aplican en el campo, la eficiencia llega a ser del 50%, alcanzando a producir medio kilogramo de materia seca por cada metros cúbico de agua aplicada. Estos resultados que se presentan son, en promedio, los mismos a nivel de parcelas regadas por gravedad (60%) (Levine et al, 1998). Si se toma en cuenta los altos costos de energía y el incremento en el mantenimiento de los pozos, la escasez de agua en las presas y las bajas precipitaciones registradas durante los últimos años en la región, esta eficiencia debería ser mayor.

Para el caso de cultivos que se pueden considerar como tradicionales en las siembras de esta región, como el algodón, los datos que se tienen sobre los volúmenes de agua aplicados son de 15 mil metros cúbicos, mientras que sus requerimientos sólo son de 6 mil 500 metros cúbicos; el exceso representa en este caso más del 100% y que significa el mismo 100% de agua no aprovechada eficientemente. En el caso de los frutales como el nogal se le aplica un 33 % más de agua que la necesaria para obtener una adecuada producción. Por lo que al hablar de eficiencia del agua, se puede observar que en la agricultura se necesitan alcanzar los más altos porcentajes de eficiencia con la finalidad de que este recurso no llegue a ser escaso para ninguna actividad productiva.

En relación a la eficiencia de los principales cultivos forrajeros para la producción de leche en la región se presentan en el siguiente Cuadro 3.

Cuadro 3 . Eficiencia del agua en los cultivos forrajeros para la producción de leche (1999).

| Forrajes | Consumo de agua, cm | Kg. de leche/m ³ de agua |
|----------------|---------------------|-------------------------------------|
| Alfalfa | 205.0 | 0.92 |
| Maíz forrajero | 69.5 | 1.72 |
| Sorgo | 54.8 | 0.97 |

Fuente: INIFAP - C. E. La Laguna. Reunión de investigación SIVILLA-DURANGO.

Estos resultados indican dos cosas importantes; a) el cultivo del maíz forrajero es el más eficiente por metro cúbico de agua utilizada para la producción de leche, b) la alfalfa con un consumo de agua mucho mayor a los demás, presenta el más bajo nivel de eficiencia en la producción de leche. Si tomamos en cuenta que la alfalfa abarca la mayor cantidad de ha sembradas en la región, esto es una ineficiencia del sistema productivo.

Finalmente, considerando los costos de producción y los niveles de rentabilidad se puede corroborar esta irracionalidad, ya que durante el ciclo agrícola primavera-verano 2004, la rentabilidad y eficiencia de los principales cultivos se comporto de la siguiente manera. La rentabilidad es mayor en los cultivos de nogal y tomate (200 y 87 por ciento), sorgo escobero (80 %), melón (51.5), maíz forrajero (47%), alfalfa (40 %), entre otros. Sin embargo, la eficiencia económica del agua (\$/m³ utilizada) fue mayor en los cultivos del chile y tomate, el cual indica que por cada metro cúbico de agua representa \$3.23 pesos y \$3.09, respectivamente, nogal (1.7), alfalfa (1.08), sorgo forrajero (1.36) y maíz forrajero (1.60). Una vez más se comprueba que el maíz y el sorgo forrajero son el mejor forraje en cuanto a su rentabilidad y eficiencia, muy por encima de la alfalfa.

CONCLUSIONES

La disponibilidad y uso del agua se ha tornado en la problemática de mayor importancia debido a la severa limitación de su disponibilidad en sus fuentes superficiales y subterráneas, en estas últimas se mantiene un déficit producto de la demanda que generan los diferentes usos en los sectores que la integran y sobretodo por la sobreexplotación de este recurso como consecuencia de una gran demanda de forrajes para la creciente producción lechera de la región. Lo anterior, asociado a las características climatológicas y orográficas que presenta la región; así como al uso intensivo de este recurso en el sector agropecuario, han provocado un grave desequilibrio que se agrava por la creciente demanda en los usos domésticos e industrial, así mismo, por un mal manejo, una deficiente planeación, distribución y consumo que se hace del recurso. La superficie agrícola esta dedicada a la producción de forrajes, siendo la alfalfa uno de los cultivos con mayor requerimiento de agua de riego. Sin embargo, el maíz forrajero es

el cultivo con mayor eficiencia económica y técnica (para la producción de leche) por metro cúbico de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Cruz, G.A. y Levine, G. 1998. El uso de las aguas subterráneas en el distrito de riego 017, región lagunera, México. IWMI. Research Report. Serie Latinoamericana.
- Comisión Nacional del Agua. 2004. Problemática en la región administrativa "Cuencas Centrales del Norte". Gerencia en la Región Lagunera. Subgerencia Técnica.
- CROPWAT, 1993. Programa de ordenador para planificar y manejar el riego. Servicio de fomento y ordenación de recursos hídricos. FAO, Roma.
- Dirección General de Desarrollo Económico de Torreón (DGDE). 2004. Estadísticas del municipal de Torreón, Coah. Presidencia Municipal, Torreón.
- Fortis Hernández, Manuel, Rhodante Ahlers, Leos Rodríguez, J.A., y Salazar Sosa, E. 2002. El mercado de los derechos de agua en la Comarca Lagunera. Rev. Políticas Agrícolas. Vol. 12. 2002. p. 102-122. Bogota, Colombia,
- Levine, G.; Cruz, A.; García, D. A.; Garcés, R. Y Jonson, S. 1998. Performance of two transferred modules in the Lagunera region: Water relations. Research report 23. Colombo, Sri Lanka. IWMI.
- Núñez, H. G. 2000. Resultados de la investigación en forrajes de alta calidad nutritiva en condiciones limitadas de agua de riego. 3º Reunión de investigación SIVILLA – DURANGO. Durango, Dgo. 104-117.
- SIMAS – SIDEAPA. 2004. Estadísticas de agua y drenaje en la Laguna, Torreón Coah. México.

CONTAMINACION MICROBIOLOGICA DETECTADA EN FRUTOS DE MELÓN Y MANIPULADORES EN CAMPO

¹Adrián Vega Piña, ¹Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, ²María Alejandra Chavira Zúñiga, ²María de Lourdes Froto Madariaga, ²Silvia Guadalupe Fernandez Michel, ²Manuel Ramírez Pérez, ¹Pedro Cano Rios, ¹Urbano Nava Camberos, ¹Florencio Jiménez Díaz,

¹Investigadores del INIFAP, Campo Experimental La Laguna. Dirección: Bvd. José Santos Valdez No. 1200, Col. Mariano Matamoros, CP 27440, Matamoros, Coah.. ²Profesores-Investigadores de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Coahuila. Torreón, Coah. Correo electrónico: vega.adrian@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades de humanos ocasionados por ingerir alimentos frescos contaminados por microorganismos (*Salmonella*, *E. coli* y virus de la hepatitis) o por residuos de plaguicidas están cada día en aumento. En Estados Unidos durante 1994 ocurrieron 9,000 muertes y entre 6.5 a 33 millones de casos de enfermedades relacionadas con los alimentos. En México, a pesar de no existir estadísticas precisas, es notorio el aumento de problemas gastrointestinales en la población, debido al incremento en la incidencia de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (Jiménez, 2001).

México tiene como prioridad implementar políticas orientadas a proteger a la población de enfermedades causadas por la contaminación de alimentos. La inocuidad y calidad alimentaria en el país, contempla la producción de frutas y hortalizas inocuas durante el desarrollo de su cultivo, manejo de plagas, manipuladores, empacadores y transporte (Jiménez, 2001). Para la producción de frutas y hortalizas en nuestro país se requiere una fuerza laboral de entre 2.7 y 3.4 millones de trabajadores agrícolas, los cuales se originan de áreas rurales de nuestro país, principalmente en los estados de Oaxaca, Hidalgo, Michoacán y Chiapas. El gobierno mexicano a través de las dependencias oficiales relacionadas con Sanidad Vegetal han iniciado programas de capacitación de personal, concientización de productores y establecimiento de estrategias de normalización que permitan lograr la producción de alimentos seguros para la salud humana no solo los dedicados a la exportación, sino los que se destinan para el consumo de la población mexicana. Durante el año 2001 fue detectado un cargamento de melón producido en México con posible contaminación microbiológica en un puerto de entrada a Estados Unidos, lo cual ocasionó el regreso o decomiso del producto, lo que afectó directamente al productor, sin embargo también ocasionó la caída del mercado estadounidense de melón, tanto el producido en Texas, California y Florida debido a la respuesta lógica del consumidor americano y su temor a contraer enfermedades ocasionadas por ingerir fruta contaminada (Jiménez, 2001).

La creciente demanda de los mercados internacionales por los productores hortofrutícolas de alta calidad sanitaria, ha obligado al sector agrícola de nuestro país a requerir de recursos humanos entrenados para establecer un programa de aseguramiento de la calidad, con base en las buenas prácticas agrícolas y de manejo de la producción de frutas y hortalizas frescas. Los nuevos sistemas de producción intensiva exigen un uso cada día mayor de agroquímicos (pesticidas, fertilizantes y reguladores del crecimiento), los cuales por su acumulación en el suelo, incorporación al manto freático o exposición directa en el humano son ya un riesgo para la salud humana. Las exigencias de los mercados actuales (tanto los nacionales como los extranjeros) demandan melón fresco todo el año, el cual debe de ser producido libre de microorganismos que causen enfermedades, sin embargo, el uso de estiércol bovino aplicado al suelo, falta de control microbiológico en el agua de riego, falta de higiene personal de los cosechadores y el manejo inadecuado durante el empaque y transporte ocasionan altos riesgos de contaminación (Hernández *et al*, 2000).

La Comarca Lagunera, integrada por municipios de Coahuila y Durango, es una importante región agrícola en México. La buena calidad de melón producido en la región, y su alto rendimiento comparado con la media nacional, se debe a las condiciones climáticas favorables para su desarrollo (temperatura promedio de 25°C y ausencia de lluvia durante su desarrollo, días con alta luminosidad y buena calidad de suelos), lo que hace a La Laguna una región atractiva para los productores de exportación provenientes de otras regiones. Sin embargo, existe poca información de las microorganismos presentes en las diferentes etapas de producción del cultivo (Jiménez, 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó de manera conjunta por el Campo Experimental La Laguna (INIFAP-CELALA) y la Escuela de Ciencias Biológicas de la U.A. de C (ECB-UAC).

En noviembre de 2003, se seleccionaron dos huertos de melón al azar, localizados en el área de producción Matamoros – Viseca, Coah. En cada huerto se tomaron tres melones en planta a punto para cosechar, tres melones que se tomaron de la carretilla en donde los transportan y se muestreó las manos de tres trabajadores. Los melones se transportaron en bolsas de plástico y en una hielera para su análisis inmediato. La técnica empleada para la toma de muestra fue en base a la NOM-093-SSA1-1993, con lo que respecta a superficies vivas, utilizando un hisopo estéril humedecido con solución salina al 0.85% estéril. Se realizó un fortis en una superficie de 5x5 cm por fruto. Lo mismo que para las manos de los trabajadores.

Se realizaron diluciones por duplicado de 1:10, 1:100, 1:1000 para recuento de bacterias, tanto de coliformes totales y para coliformes fecales en base a la NOM-113-SSA1-1994.

Se incubó a 35°C de 24-48 horas para coliformes totales y a 42 °C de 24-48 horas para coliformes fecales. El recuento de la unidades formadoras de colonias (ufc) se realizó de acuerdo las reglas de conteo en placa (NOM-113-SSA1-1994).

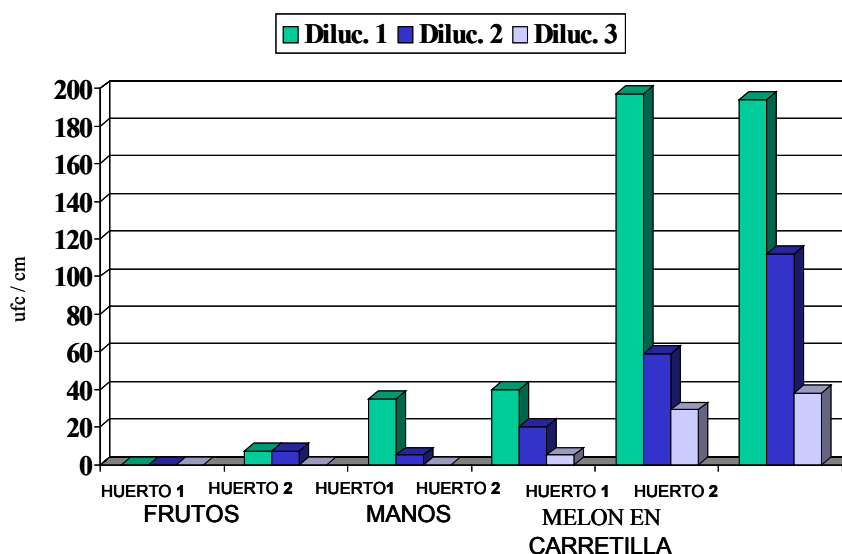
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Coliformes totales: El fruto de melón en planta, tanto en el huerto 1 y en el 2 no presentaron una contaminación significativa de éstos microorganismos (Cuadro 1)(Gráfica 1).

En las manos de los trabajadores, se presentaron valores semejantes en los dos huertos. La contaminación de los melones en la carretilla es ligeramente mayor en el huerto 1. Sin embargo, la presencia de coliformes totales es menor en manos de los trabajadores que en el melón en la carretilla (Cuadro 1), (Gráfica 1).

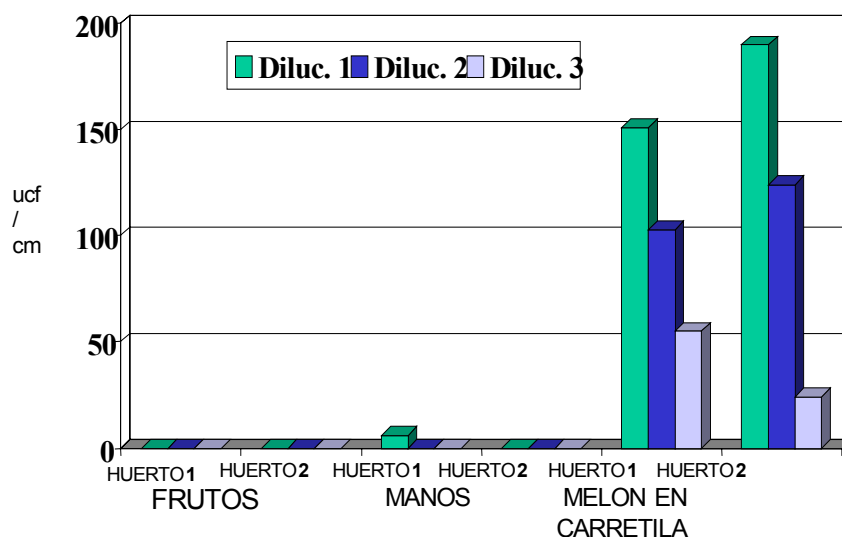
Cuadro 1. Promedio de unidades formadoras de colonias (ufc) de coliformes totales y coliformes fecales.

| LOCALIDAD | DILUCION | COLIFORMES TOTALES | COLIFORMES FECALES |
|----------------------|----------|---------------------------------------|-----------------------|
| | | Unidades formadoras de colonias (ufc) | |
| Fruto H 1 | 1 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 |
| Fruto H 2 | 1 | 7 | 0 |
| | 2 | 7 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 |
| Manos H 1 | 1 | 35 | 6 |
| | 2 | 5 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 |
| Manos H2 | 1 | 40 | 0 |
| | 2 | 20 | 0 |
| | 3 | 5 | 0 |
| Fruto Carretilla H 1 | 1 | 197 | 151 |
| | 2 | 59 | 103 |
| | 3 | 29 | 55 |
| Fruto Carretilla H 2 | 1 | 194 | 190 |
| | 2 | 112 | 124 |
| | 3 | 38 | 24 |



Gráfica 1. Promedio de unidades formadoras de colonias (ufc) de coliformes totales en fruto de melón, manos de trabajadores y melón en carretilla.

Coliformes fecales: El fruto de melón en planta, tanto en la huerta 1 como en la 2, no presentaron contaminación de éste tipo de microorganismos. En manos de los trabajadores, solo se detectaron seis unidades formadoras de colonias (ufs) en el huerto 1 (Cuadro 1)(Gráfica 2). Con respecto a fruto en carretilla, ambos huertos presentan contaminación por coliformes fecales (Cuadro 1) (Gráfica 2).



Gráfica 2. Promedio de unidades formadoras (ufc) de coliformes fecales en fruto de melón, manos de trabajadores y melón en carretilla.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se observa que a mayor manipulación del fruto de melón, se incrementa la carga microbiana de coliformes totales y fecales. Concluyendo de manera general, que la manipulación inadecuada y la falta de higiene de los trabajadores y de los utensilios, dan lugar a la contaminación del fruto de melón.

BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo. 1999. Guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano en los alimentos, en el caso de frutas y vegetales frescos. U.S. Department of Health and Human Services. FDA. Center for Food Safety and Applied Nutrition. 48 pp.
- Avila, F.A. 1999. Prácticas de Producción. *In: Memorias sobre Inocuidad Alimentaria.* SAGAR-BANCOMEXT. Módulo III. P. 86-88.
- Carreño A., M.C. 2000. Higiene y salud de los trabajadores. 7ª. Reunión anual del Conacofi. 1ª. Semana Nacional de Sanidad Agropecuaria. 24-26 Octubre. Puebla, Pue. México. P. 85-88.
- Claridades Agropecuarias. 2000. Melón Mexicano; ejemplo de tecnología aplicada. Apoyos y servicios a la comercialización agropecuaria. Dirección General de Operaciones Financieras. SAGAR-ASERCA. México (84):1- 32 pp.
- Dirección General de Sanidad Vegetal. 2000a. Regulación Sanitaria y Fitosanitaria. Curso de Capacitación de Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. p. 89-101.
- FDA-CFSAN. 1999. Survey of imported fresh produce. Imports branch. Documento Web. <http://vm.cfsan.fda.gov/dms/prodsurv.html>
- Flores, L. J.L. 1999a. Análisis de contaminación cruzada, caso práctico. *In: Memorias sobre inocuidad alimentaria.* SAGAR-BANCOMEXT. p. 13-14
- Gayley, G.E.; R.A. Mac Cready; J.P. Reardon and B.F. MacKerman. 1995. An outbreak of salmonellosis traced to watermelon. *Public Health Rep.* 70:311-313.
- Heredia, C.S. 2000. Manejo del agua. Curso de Capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. p. 41-47.
- Hernández, J.L.; G. Valdés; M. Lagorreta y J.L. Flores. 2000. Contaminantes microbiológicos y físicos de frutas y hortalizas. Memorias del Curso de Capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. México. p. 31-35.
- IICA. 1999. Certificación de procesos para el aseguramiento de la calidad, inocuidad y gestión ambiental para productos de origen agrícola. Costa Rica. 56 p.
- Jiménez, D.F. 2001. Inocuidad Aplicada para Algunos Productos Agrícolas de la Región Lagunera. *In: Memorias XIII Semana Internacional de Agronomía.* FAZ., UJED. 3-7 de Septiembre. Gómez Palacio, Dgo. México.
- Millner, P. 1999. Reducción microbiana en campo. *In: Memorias sobre inocuidad alimentaria.* SAGAR-BANCOMEXT. p. 18-20.
- Ovando, L. 2001. Inocuidad en las empresas de melón. *In: Memorias del Congreso Centroamericano de México y El Caribe de Productores y Exportadores de Melón.* 25-28 de Julio. Antigua, Guatemala.
- Puente, R.M.; N.A. Elizalde J. y S.E. Rojas V. 2000. Análisis de riesgos y tipos de riesgos asociados con la producción de frutas y hortalizas frescas. 7ª. Reunión Anual del CONACOFI. *In: 1ª. Semana Nacional de Sanidad Agropecuaria.* 24-26 de Octubre. Puebla, Puebla. p. 69-77.
- Salazar, A. C. 2000. El mercado mundial de frutas y hortalizas. *In: Memorias del curso de capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas.* 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. p. 16-27.
- Uribe, R.G. 2000. Higiene y salud de los trabajadores. *In: Curso de capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas.* 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. México. p. 78-82.
- Velez, M.A. 2000. Residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas frescas. *In: Curso de capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas.* 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. México. p. 41-47.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN FRUTOS DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) COLECTADOS EN DIFERENTES CENTROS COMERCIALES

²María de Lourdes Froto Madariaga, ¹Adrián Vega Piña, ²María Alejandra Chavira Zúñiga,
²Silvia Guadalupe Fernandez Michel, ¹Yasmin Ileana Chew Madinaveitia,
²Manuel Ramírez Pérez, ¹Pedro Cano Rios, ¹Urbano Nava Camberos,
¹Florencio Jiménez Díaz,

¹Investigadores del INIFAP, Campo Experimental La Laguna. Dirección: Bvd. José Santos Valdez
No. 1200, Col. Mariano Matamoros, CP 27440, Matamoros, Coah..

²Profesores-Investigadores de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de
Coahuila. Torreón, Coah. Correo electrónico: vega.adrian@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente las principales características requeridas de la fruta de melón eran: sabor, contenido nutricional y larga vida de anaquel, sin embargo en años recientes la inocuidad de la fruta ha sido considerada como una de las cualidades más importantes y necesarias del melón (Ávila, 1999).

Muchos países consumidores de melón han iniciado el establecimiento de medidas que regulen la inocuidad de la fruta, tanto la producida domésticamente como la introducida al país, lo anterior se debe principalmente al aumento de la incidencia de enfermedades transmitidas por los alimentos (básicamente frutas y hortalizas), al aumento del consumo de hortalizas, a la diversidad ecológica, social y tecnológica de las áreas de producción, al aumento de patógenos, a la gran distancia entre las áreas de producción y las áreas de consumo y al enorme riesgo de contaminación cruzada durante el transporte (FAO, 2000; IICA, 1999; Saltsman, 1999).

Para que se pueda provocar una enfermedad originada por alimentos, los patógenos o sus toxinas deben de estar presentes en el alimento; sin embargo, éstos deben multiplicarse en los alimentos a niveles adecuados para estar en condiciones de causar una enfermedad alimentaria. De esta forma, el alimento debe de contener los nutrientes, agua, pH y potencial de reducción-oxidación adecuado. El alimento no debe contener sustancias que inhiban el crecimiento del patógeno, y el ambiente de temperatura debe de ser favorable para su crecimiento. Un número de patógenos que causan enfermedades por los alimentos son capaces de crecer a temperaturas de refrigeración o pueden crecer lentamente, requiriendo un tiempo prolongado para alcanzar grandes poblaciones (Jimenez, 2001).

Los factores de riesgo biológico que contribuyen a los brotes de enfermedades originados por los alimentos, generalmente son los siguientes: almacenamiento inadecuado, falta de higiene personal de quien maneja alimentos, cocinado inadecuado, contaminación cruzada, y recalentamiento inapropiado. La posibilidad de que el fruto de melón sea

contaminado por microorganismos patógenos para el hombre es alta debido a su exposición a una serie de factores durante el crecimiento, desarrollo, cosecha y manejo poscosecha, existencia de circunstancias físicas como la cutícula rugosa que presenta mayor probabilidad que las cutículas lisas para albergar suelo con el consecuente incremento de las poblaciones de microorganismos (FDA-CFSAN, 1999).

En la Comarca Lagunera, la mayor parte de la producción de melón se destina al mercado local y nacional, siendo los principales centros de consumo México, D.F., Guadalajara, Jal. y la ciudad de Monterrey, N.L., sin embargo en los últimos años parte de la producción de la región central y de regiones como Paila, Coah. y Ceballos, Dgo. se ha destinado para mercados de exportación, canalizándose la mayoría de éstos en centros de abasto localizados en la frontera con el estado de Texas. Debido a que existen pocos antecedentes en la Región Lagunera, e incluso en el país, sobre los posibles microorganismos en el fruto de melón en los centros comerciales, se realizaron muestreos para detectar coliformes totales y coliformes fecales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó de manera conjunta por el Campo Experimental La Laguna (INIFAP-CELALA) y la Escuela de Ciencias Biológicas de la U.A. de C (ECB-UAC).

En noviembre de 2003, se seleccionaron tres centros comerciales de la región (C1, C2 y C3). En cada centro, se tomaron tres melones al azar, teniendo cuidado de no manipularlos demasiado. Los melones se transportaron en bolsas de plástico y en una hielera para su análisis inmediato. La técnica empleada para la toma de muestra fue en base a la NOM-093-SSA1-1993, con lo que respecta a superficies vivas, utilizando un hisopo estéril humedecido con solución salina al 0.85% estéril. Se realizó un fortis en una superficie de 5x5 cm por fruto. Se realizaron diluciones por duplicado de 1:10, 1:100, 1:1000 para recuento de bacterias, tanto de coliformes totales y para coliformes fecales en base a la NOM-113-SSA1-1994.

Se incubó a 35°C de 24-48 horas para coliformes totales y a 42 °C de 24-48 horas para coliformes fecales. El recuento de la unidades formadoras de colonias (ufc) se realizó de acuerdo las reglas de conteo en placa (NOM-113-SSA1-1994).

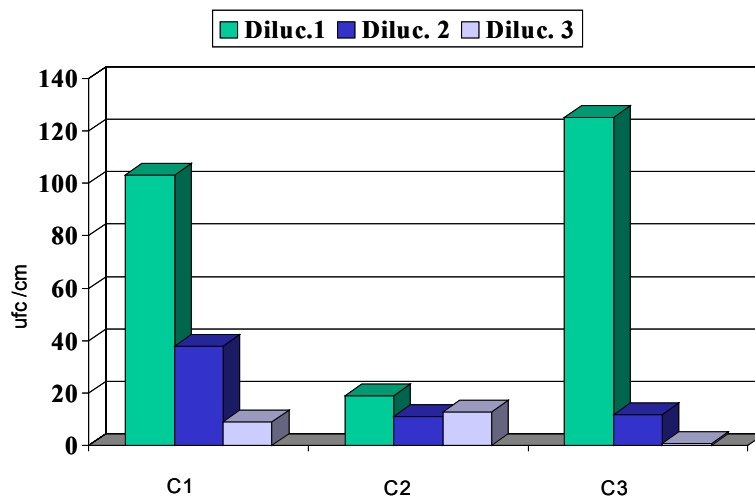
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen diferencias en la cantidad de unidades formadoras de colonias (ufc) en los tres centros comerciales, tanto para coliformes totales como para coliformes fecales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedio de unidades formadoras de colonias de coliformes totales y coliformes fecales en frutos de melón de tres centros comerciales.

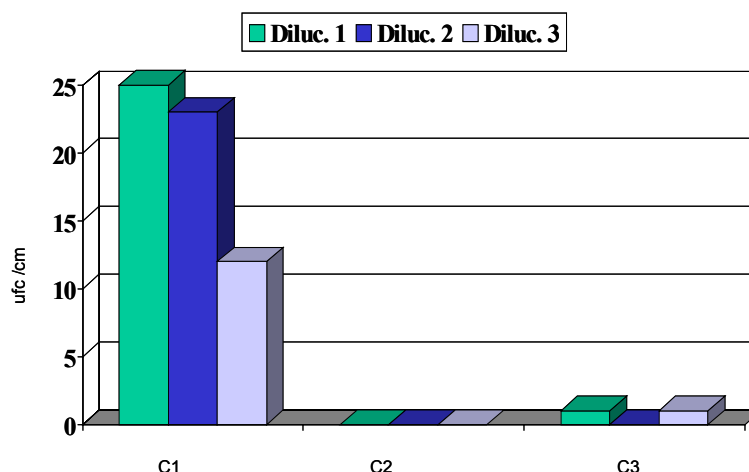
| CENTRO COMERCIAL | DILUCION | COLIFORMES TOTALES | COLIFORMES FECALES |
|------------------|----------|---------------------------------------|--------------------|
| | | Unidades formadoras de colonias (ufc) | |
| C1 | 1 | 103 | 25 |
| | 2 | 38 | 23 |
| | 3 | 9 | 12 |
| C2 | 1 | 19 | 0 |
| | 2 | 11 | 0 |
| | 3 | 13 | 0 |
| C3 | 1 | 125 | 1 |
| | 2 | 12 | 0 |
| | 3 | 1 | 1 |

Al graficar los valores de los cloiformes totales, se observa que las ufc disminuyen conforme a las diluciones, presentando contaminación los tres centros comerciales, siendo mayor ésta en el centro comercial C3.



Gráfica 1. Promedio de unidades formadoras de colonias (ufc) de coliformes totales en frutos de melón de tres centros comerciales (C1, C2, C3).

Con respecto a los coliformes fecales, no presentan contaminación significativa los centros comerciales C2 y C3, pero si el C1.



Gráfica 2. Promedio de unidades formadoras de colonias (ufc) de coliformes fecales en frutos de melón de tres centros comerciales (C1, C2, C3).

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, con respecto a los coliformes totales en fruto de melón, los provenientes del centro comercial C3, presentó la mayor cantidad de unidades formadoras de colonias (ufc).

Para coliformes fecales, los melones del centro comercial C1, tuvieron la mayor cantidad de unidades formadoras de colonias (ufc).

BIBLIOGRAFÍA

- Ávila, F.A. 1999. Prácticas de producción. *In*: Memorias sobre inocuidad alimentaria. SAGAR-BANCOMEXT. Módulo III. Pp. 86-88.
- Dirección General de Sanidad Vegetal. 2000a. Regulación Sanitaria y Fitosanitaria. Curso de Capacitación de Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. p. 89-101.
- Dirección General de Sanidad Vegetal. 2000b. Manejo de Plagas en Campo. Curso de Capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. p. 64-73.
- FAO. (Food and agriculture Organization of the United Nations). 2000. Consulta de expertos ad hoc sobre la evaluación de riesgos asociados a los peligros microbiológicos en los alimentos. Informe de consulta mixta FAO/OMS. Roma, Italia. 54 p.
- FDA-CFSAN. 1999. Survey of imported fresh products. Imports branch. Documento Web. <http://vm.cfsan.fda.gov/dms/prodsurv.html>
- IICA. 1999. Certificación de procesos para el aseguramiento de la calidad, inocuidad y gestión ambiental para productos de origen agrícola. Costa Rica. 56 p.
- Saltsman, J. 1999. Iniciativa de seguridad de productos agrícolas (PSI): Perspectiva reglamentaria. *In* Primera Conferencia Regional de Salud Lamentaría para Norte y Centro América. 22-23 septiembre. México, D.F. pp. 5-16.
- Jiménez, D.F. 2001. Inocuidad Aplicada para Algunos Productos Agrícolas de la Región Lagunera. *In*: Memorias XIII Semana Internacional de Agronomía. FAZ., UJED. 3-7 de Septiembre. Gómez Palacio, Dgo. México.
- Hernández, J.L.; G. Valdés; M. Lagorreta y J.L. Flores. 2000. Contaminantes microbiológicos y físicos de frutas y hortalizas. Memorias del Curso de Capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. México. p. 31-35.

VALIDACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE PRADERAS DE ZACATE BUFFEL EN CURVAS A NIVEL EN MATORRALES MICRÓFILOS DE LA REGIÓN NORTE CENTRO.

Gerardo García Espino¹, Francisco O. Carrete Carrón², Pedro Andrade Sánchez³,
Sergio A. Ortega Rodríguez⁴ y Juan C. Flores Martínez⁵.

¹Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte,
Matamoros Coah. geganzas@yahoo.com.mx.

²Investigador del Inifap-Durango. km 5 Carrtera Durando-El Mezquital, Durango, Dgo.

³Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.

⁴Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.

⁵Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.

INTRODUCCION

La generación de tecnologías por los campos experimentales requiere de validarlas bajo las circunstancias de los productores. La validación es una interfase que vincula al sistema de investigación con el sistema de producción agrícola regional, es decir, es el eslabón entre la práctica de la investigación que desarrollan los investigadores y la práctica productiva que realizan los productores. En esta etapa, se busca conocer el comportamiento de la tecnología recomendada por los campos agrícolas experimentales cuando es usada por el productor a nivel comercial, con su propio manejo y costos administrativos, así como conocer las opiniones que este tenga en cuanto a las ventajas y desventajas del nuevo método (Zuloaga et. al.1984).

La región Norte Centro de México cuenta con grandes extensiones de pastizales cuya productividad se puede incrementar mediante el establecimiento de especies nativas e introducidas sobresalientes que reduzcan los altos coeficientes de agostadero y aumenten las tasas de productividad animal. El conocimiento de dichas especies es el resultado de su evaluación dentro de los campos experimentales, sin embargo, es necesario probarlas bajo las condiciones de los productores a nivel comercial.

Las praderas se caracterizan por ser áreas establecidas por el hombre por medio de técnicas agronómicas como siembra, fertilización, etc., por lo que se puede dar a estas áreas una explotación intensiva.

En términos generales, se puede considerar que las praderas son herramientas dentro del manejo de pastizales ya que sirven para engordar animales o para usarlas en épocas específicas, por ejemplo, durante el empadre.

En la rehabilitación de pastizales degradados las prácticas mecánicas son una herramienta de gran importancia y son aquellas que se realizan con implementos agrícolas, aditamentos especiales o mano de obra para realizar movimientos de tierra, con el fin de disminuir los escurrimientos superficiales y evitar la erosión en terrenos con pendiente. Estas

prácticas incluyen el surcado al contorno, curvas a nivel, terrazas, surcado Lister, labores de subsoleo, canales de desviación, y cauces empastados, las cuales se utilizan en terrenos dedicados a las actividades agrícolas, ganaderas, silvícolas y para recuperar terrenos degradados. Los bordos a nivel son recomendables para la conservación del suelo y del agua y consisten en el trazado de los bordos en forma perpendicular a la pendiente natural del terreno, siguiendo las curvas de nivel (Villanueva, 1987).

De lo anteriormente expuesto se puede considerar que de las 4 ,514,147 ha que comprenden la Comarca Lagunera, el 94% se encuentra bajo manejo y actividades pecuario/forestales y requieren algún tipo de transformación que incremente, de manera sostenida, su productividad. Así mismo, los resultados obtenidos podrán ser extrapolados a gran parte de la región Norte Centro donde se encuentran comunidades vegetales de matorrales xerófilos típicos de las regiones áridas y semiáridas de México.

OBJETIVO.

Validar con ganaderos la tecnología del establecimiento de praderas de temporal de zacate Buffel en curvas a nivel.

MATERIALES Y METODOS.

Se establecieron dos parcelas de validación: una en el ejido de Santa Teresa de la Uña y otra en el ejido de Paso Nacional, ambos dentro del municipio de Nazas, Durango. Se escogieron dos sitios de pastizal dominados por matorral micrófilo inerme cuyas características nos indicaron mayor posibilidad de realizar una resiembra exitosa. En una superficie aproximada de 3-50-00 hectáreas se trazaron curvas a nivel. La tercera parte mas baja de cada curva fue roturada o barbechada y rastreada con la finalidad de tener un suelo mullido para realizar la siembra. Las dos terceras partes restantes de la curva no sufrieron ningún disturbio conservando la vegetación nativa y funcionando como área de captación de agua. La siembra se realizó antes del inicio de la temporada de lluvias, esparciendo la semilla al voleo en el área preparada y dando después un paso de rastra de ramas para cubrir la semilla. Las fechas de siembra fueron el 9 y 30 de Junio del 2004 en Sta. Teresa y Paso Nacional, respectivamente, usando una densidad de 8 Kg/ha. Todo lo anterior de acuerdo a las tecnologías propuestas por Ibarra y Chávez (2003).

Parámetros evaluados.- Se realizaron muestreos para determinar altura, frecuencia, densidad y producción de materia seca.

Altura promedio.- Este parámetro se determinó tomando la altura de 20 plantas escogidas al

azar en cada una de las curvas resemebradas.

Frecuencia.- Se obtuvo con un cuadrante de 30 x 30 cm., el cual fué lanzado al azar 30 veces en cada una de las curvas para ver la presencia o ausencia de zacate Buffel dentro del cuadrante.

Densidad.- Para esta variable se utilizó un cuadrante de 1 m² donde se contarán todas las plantas de zacate Buffel incluidas. En cada curva se realizaron 15 muestreos al azar completamente.

Producción de materia seca.- Esto se determinó mediante cortes de forraje utilizando un cuadrante de 1 metro. El zacate fue cortado a 1 cm del suelo y secado en la estufa a peso constante. Se hicieron 15 cortes al azar en cada curva.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Altura promedio, frecuencia, densidad y producción de materia seca del zacate Buffel establecido en las parcelas de validación de Sta. Teresa de la Uña y Paso Nacional, Nazas, Dgo.

| Localidad | Altura (cm) | Frecuencia (%) | Densidad Plantas/m ² | Materia seca (kg/ha) |
|------------------------|----------------|-------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Sta. Teresa de La Uña. | 89 | 85.5 | 151.8 | 9,630 |
| Paso Nacional | 88 | 83.3 | 166.7 | 8,960 |

Como se puede observar la altura de las plantas fue muy similar en ambas localidades, con valores de 89 cm. en Sta. Teresa de la Uña y 88 cm. en Paso Nacional. La frecuencia también tuvo un comportamiento similar con 85.5 y 83.3 % para Sta. Teresa de la Uña y Paso Nacional, respectivamente. Tanto la densidad como la producción de materia seca fue diferente en ambas localidades. Sta. Teresa de la Uña presento una menor densidad (151.8 plantas/m²) y una mayor producción de materia seca (9,630 kg/ha). Paso Nacional aunque mostro una mayor densidad (166.7 plantas/m²), no lo reflejo en una mayor producción de materia seca (8,960 kg/ha). Lo anterior se puede atribuir al mayor amacollamiento observado en las plantas de la localidad Sta. Teresa de la Uña.

En terminos prácticos, con los resultados de este estudio se puede estimar que la producción de materia seca por hectarea se incrementará hasta en 13 veces comparado con la producción natural promedio de 175 kg/ha (Cotecoca, 1979) cuando se llegue a cubrir tres

cuartas partes del total del area resemebrada. También se se puede mencionar que usando esta tecnología se pueden abatir en gran medida los altos coeficientes de agostadero, que en esta región son de 20 a 40 hectáreas por unidad animal.

CONCLUSIONES

La tecnología validada puede ser implementada satisfactoriamente por ganaderos de la región.

BIBLIOGRAFÍA

- Reyes Chávez Jesús. 2003. Siembra de Zacate Buffel en Agostaderos. Despegable para productores No. 14. INIFAP
- Villanueva Díaz J. 1987. Establecimiento de arbustos forrajeros mediante cosecha de agua de lluvia "in situ". Memoria de taller sobre captación y aprovechamiento del agua con fines agropecuarios en zonas de escasa precipitación. SARH. INIFAP. pp. 104-124.
- Zuloaga, A. A., S. Díaz G., H. Gonzalez A. y S. Mendoza M. 1984. Manual para el programa de parcelas demostrativas. Dirección General de Distritos y Unidades de Temporal. INIA. Fideicomiso de parcelas demostrativas. Dirección General de Distritos y Unidades de Temporal. INIA. Fideicomiso de Riesgo Compartido, México, D.F.
- Comisión Técnico-consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) Durango. 1979. SARH. Subsecretaría de Ganadería. pp. 131-132.

EL MANEJO DE EXCRETAS PORCINAS Y SU RELACIÓN CON LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN EL BAJIO GUANAJUATENSE

Gerardo Barrera Camacho¹, Gerardo Salazar Gutiérrez², Juan G. Martínez Rodríguez³

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Producción Sostenible-INIFAP
Km. 18.5 Carr. Morelia Aeropuerto C. P. 58920 Álvaro Obregón, Mich.
e-mail: barrera.gerardo@inifap.gob.mx

²INIFAP Centro de Investigaciones Regional Pacifico

³INIFAP Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta -Atmósfera

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario y forestal guanajuatense participa con el 10% aproximadamente al PIB estatal. La producción agrícola radica en granos básicos y hortalizas principalmente, siendo los primeros más importantes por su superficie sembrada, en tanto que los segundos por su valor de producción. La superficie promedio sembrada en el Estado es de un millón 160 mil hectáreas de las cuales el 94% corresponde a cultivos cíclicos como lo es el maíz, el sorgo, el frijol, la cebada y el trigo; el maíz representa el 38% y el sorgo el 26% del porcentaje total señalado. En cuanto a la producción pecuaria, su composición es de ganado bovino en un 30%, 40% de porcinos, 10% de ovinos y caprinos en un 19%; entre otras especies.

El Bajío es una de las zonas que mayor superficie destina a actividades agrícolas y pecuarias lo que se manifiesta en la estructura de demanda por granos, forrajes y esquilmos agrícolas para la producción pecuaria y, por lo tanto, exigen que los sistemas agrícolas sean de alta productividad. Esta relación ganado-cultivo, por un lado demanda insumos para la producción y, por otro, produce excretas que son consideradas no-producto de la actividad principal porcícola sino como desecho, el cual es altamente contaminante, pero que es una fuente de nitrógeno(N) para ser utilizada en la producción de cultivos. Las excretas son una fuente valiosa de N para la producción de granos y más si los precios de los fertilizantes químicos son altos y, los efectos, ambientales son bajos.

Con relación a las implicaciones ambientales se considera que la incorporación de nutrientes a partir de estiércol contribuye a dañar la calidad del agua, por lo que para mitigar los daños es necesario restringir la aplicación de estiércol en el suelo; esto limita su uso como sustituto fertilizante en las actividades agrícolas, principalmente con las fuentes N y P.

La variación en el contenido de N y P del estiércol porcino, depende de la composición de la dieta alimenticia y de la estructura productiva de la piara; así como de la edad de los animales. El contenido de los nutrientes, con relación a las fuentes químicas es baja y la disponibilidad para la planta consiste en dos formas: sólido y líquido, en promedio contiene un

medio o más de N, un tercio aproximadamente de Potasio (K) y casi todo el fósforo (P) que excretas. El nitrógeno en el excremento está disponible en dos formas: proteína residual y, segunda, en proteína sintetizada por bacterias.

MATERIALES Y METODOS

La zona de estudio es parte de la Sub provincia del Bajío Guanajuatense dentro del Eje Neovolcánico, ésta es una llanura interrumpida por pocas sierras volcánicas, mesetas lávicas y lomeríos. Incluye los municipios de Abasolo, Tarimoro, Irapuato, Pueblo nuevo, Romita, Salamanca, San Francisco del Rincón, Silao, Villagrán y parte de los de Apaseo el Grande, Celaya, Manuel Doblado, Cortazar, Cuerámara, Guanajuato, Jaral del Progreso, León, Purísima del Rincón, Santa Cruz de Juventino Rosas y Valle de Santiago. Por su origen los suelos de la región son de dos tipos: los derivados de aluviones y los desarrollados a partir de la roca o material que los sustenta. Las unidades de clasificación identificadas son: vertisoles pélicos (vertisoles negros o gris oscuro), castañozem, castañozem cálcicos, feozem calcáricos.

En este espacio se desarrolla una diversidad de sistemas de producción tanto agrícolas, pecuarios y forestales; mismos que en gran medida es difícil separarlos uno de otro. Es aquí donde está inmerso lo que se llegó a llamar el cuerno de la abundancia o el gran granero de México, el Bajío Mexicano.

Los municipios considerados son Abasolo, Irapuato, Valle de Santiago, Pueblo Nuevo, Salvatierra, Celaya, Jaral del Progreso y Juventino Rosas, en los cuales se encuentran el 34% del inventario porcino estatal; es decir, con 316 mil cabezas.

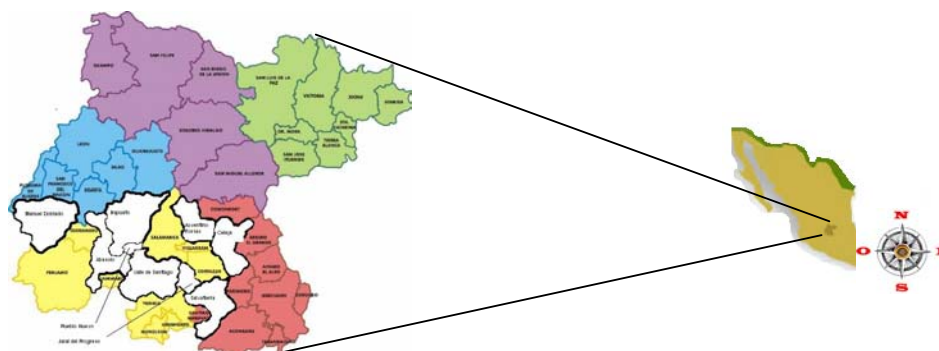


Figura 1. Localización del área de estudio. Bajío Guanajuatense.

El tamaño de muestra se determinó considerando el costo y la utilidad, por lo que se considera de tamaño 108 y representa el 5% la media de la población así que se considera una

encuesta económica con fines de conocimiento exploratorio según Malhotra 2004. El número de encuestas ha aplicar en cada uno de los municipios fue con base a la ponderación del número de unidades pecuarias, así se tuvo que para Abasolo, Celaya, Manuel Doblado, Irapuato, Jaral del Progreso, Pueblo Nuevo, Salvatierra, Juventino Rosas y Valle de Santiago correspondían 15,14, 11, 21, 8, 3, 15, 6 y 15 respectivamente. La encuesta estuvo estructurada de aspectos como estructura y tamaño de la pira, destino de las excretas, tiempo que ha manejado de esa forma las excretas, uno que le da a las excretas y si se dedica a actividades agrícolas; su análisis es con estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSION

El destino de las excretas tiene una correlación alta con la disponibilidad de agua y, por lo tanto, con el sistema de limpieza de los corrales. Así el sistema que domina es el paleado, en el cual el estiércol es amontado fuera o dentro de la granja. La pérdida de N al exponerse al aire es alto y por lo tanto se tiene una ineficiencia en el uso de éste. Le sigue en presencia el de limpieza mixto; es decir paleo y limpieza con agua, su uso se relaciona con la disponibilidad temporal del líquido pues el porcicultor tiene que decidir si lo destina a la limpieza de corrales o para dar de beber a los cerdos (cuadro 1).

El sistema de limpieza con agua no es muy frecuente y ésta, después de salir de los corrales va a dar a una fosa de desaparición de sólidos sin tener un uso agrícola; descargan a canales de riego o de demasía y/o parcelas propias o de vecinos productores de granos y alfalfa por lo general.

El 71% de las unidades encuestadas en lo general apilan o amontonan las excretas y el 29% tienen fosa de separación de sólidos; las fosas son de tierra o de material de construcción en una proporción 70 y 30 respectivamente. Este procedimiento del manejo de la excreta del total de las granjas contempladas, dicen, que lo hacen también los otros porcicultores. Además el 100% de ellos manifiesta que siempre lo han hecho así. Ante ésta situación, surgen cuestionamientos relacionados con el conocimiento tecnológico del uso de la excretas y de los daños ambientales.

Resalta el uso que le dan a la excreta pues el 20% de las granjas señalan que el destino de éstas es al complemento alimenticio del ganado bovino, lo que implica que conocen del manejo de sistemas integrados, hasta cierto grado; este porcentaje es significativo y es de poner atención.

La perspectiva de daño ambiental de los porcicultores, relativa a la descarga de efluentes y del amontonamiento de las excretas, es de que no dañan o provocan daño alguno;

inclusive en un 85% opinan que le hace bien al suelo en el caso de tirar o arrojar las excretas a los terrenos y de descargar los efluentes.

Situación que se manifiesta con la solicitud de los productores de forrajes para que los viertan a sus terrenos.

La perspectiva temporal de corto plazo de los productores y de los porcicultores es en la evaluación del beneficio que tiene el suelo al incorporar el estiércol.

Cuadro 1. Sistemas de limpieza identificados en el área de estudio en Bajío Guanajuatense.

| Módulo | Sistema | | |
|-------------------|---------|-------------------|-------|
| | Paleado | Limpieza acuática | Mixto |
| Valle de Santiago | | | |
| Irapuato | | | |
| Pueblo Nuevo | | | |
| Celaya | | | |
| Juventino Rosas | | | |
| Manuel Doblado | | | |
| Abasolo | | | |
| Salvatierra | | | |

Fuente: Observación de campo, 2004.

Por lo general las unidades de producción porcícolas encontradas no tiene relación con actividades agrícolas; sin embargo se observó que cuentan con superficie agrícola pero no utilizan el estiércol como sustituto de nutrientes como lo es el N y P.

Se identificó que el vínculo de la actividad porcícola es a través de la compra de productores frutícolas de los estados vecinos como lo es Michoacán en un 15%.

CONCLUSIONES

Se identificaron los sistemas de manejo más comunes de las excretas porcinas en el Bajío Guanajuatense.

Las unidades de producción porcícola no tienen relación productiva en el uso de excretas.

Se tiene un bajo grado de uso de excretas como fuente de alimento para ganado bovino, lo que limita su uso como insumo pecuario.

La valoración por parte de los productores porcícolas y agrícolas de la región del costo ambiental del estiércol y/o de los efluentes no está presente en su perspectiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Blackmer A. M. and Woestyne Van De B. 2001 Save Nitrogen dollar after manure. in <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2001/1-29-2001/savenit.html>.
- Foth H. D. 1978. Fundamentals of soil science. 6th. Ed. John Wiley & Sons., New York. 436p.
- Fuglie K. O. and Boseh D. J. 1995 Economic and Environmental Implications of Soil Nitrogen Testing: A Switching Regression Analysis. Amer. J. Agr. Econ. 77: 891-900
- INEGI. 1985. Síntesis Geográfica del Estado de Guanajuato. Aguascalientes, Ags. México. 1991. VII Curso –Agrícola-Ganadero 1991. en <http://www.juveb.inegi.gob.mx/simbad/balnco.html>. 2004. Anuario estadístico del estado de Guanajuato en <http://www.inegi.gob.mx>
- Malhotra N. K. 2004. Investigación de mercados: enfoque aplicado. Cuarta edición. Pearson – Prentice Hall. México. 121 p.

RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL (RGS) EN EL NOGAL PECANERO DURANTE EL CRECIMIENTO Y LLENADO DE LA ALMENDRA

Claudio Godoy Ávila., Isidro Reyes Juárez y Rodolfo Faz Contreras

Campo Experimental La Laguna. Apartado Postal # 247. Torreón, Coahuila.
Correo-e: godoy.claudio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las diferentes etapas del fruto en el nogal, es un prerrequisito para un manejo inteligente de su crecimiento. En el fruto, ocurren cuatro etapas: elongación, expansión, llenado de la almendra y apertura del ruezno (Sparks, 1995).

Para las condiciones de la Comarca Lagunera, la elongación del fruto ocurre de mediados de mayo hasta Junio 30; la expansión, ocurre de Junio 30 hasta julio 30; llenado de la almendra durante Agosto y 15 días de Septiembre y la apertura del ruezno se presenta para finales de Septiembre y parte del mes de Octubre (Figura 1). No obstante que el llenado de la nuez ocurre en un periodo de seis semanas, el periodo crítico y de alta sensibilidad en el crecimiento del embrión, sucede durante las primeras tres semanas del mes de Agosto (Aretnam *et al.*, 1999). Es importante destacar que existe muy poco traslape entre estas cuatro etapas, lo cual, permite que el productor tenga una mejor oportunidad de manejar individualmente cada una de ellas.

Dentro de los factores que gobiernan el crecimiento de la nuez destaca el manejo del agua, aunque también tienen influencia las plagas, temperatura y la carga del árbol.

El nitrógeno, potasio, zinc y otros nutrimentos también afectan el crecimiento de la nuez, pero sus efectos son menores y difíciles de detectar, excepto bajo deficiencias severas.

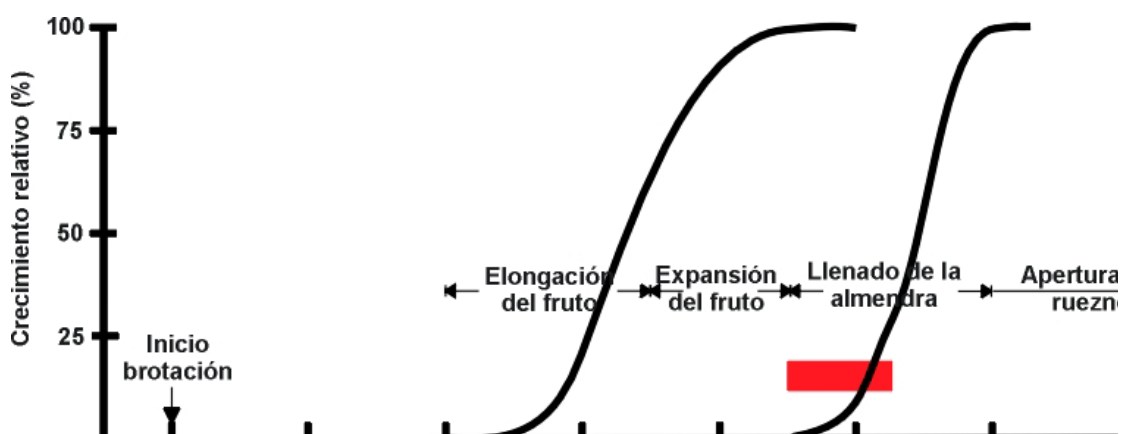


Figura 1. Etapas del crecimiento del fruto del nogal Cv. Western.

Está estimado que los productores de nuez en México utilizan cada año alrededor de 840 millones de m³ de agua para el riego de 60 mil hectáreas de este cultivo. El 95% de las huertas es regado con agua del subsuelo y el agua se aplica por inundación que tiene una eficiencia del 50 al 75%. Lo anterior, ocasiona que a nivel parcelario se utilicen altos volúmenes de agua, que en el caso de este cultivo exceden en 40% a sus requerimientos hídricos (Godoy y Torres, 2000, Miyamoto, 1983). Así mismo, los árboles muestran problemas de baja producción (0.8 t/ha) y calidad (ruezo pegado, germinación y falta de llenado del fruto), lo cual está asociado con un estrés hídrico, que ocurre por una inadecuada programación de los riegos durante el crecimiento del fruto y principalmente durante el llenado de la almendra (Godoy y Torres, 2000; Herrera, 1990; Sparks, 1995). Con base en lo anterior, desde el 2002 se está realizando durante el desarrollo de la almendra, un estudio cuyo objetivo es: Comparar el sistema de riego por goteo subsuperficial bajo diferente número de laterales de riego, con el de inundación en cuanto a consumo de agua, comportamiento hídrico del fruto y su relación con la producción y calidad de la nuez. Se están estudiando cuatro tratamientos de riego que consisten en: riego por inundación (T₄), y tres tratamientos con RGS en los que se instalaron a una profundidad de 0.50 m, ocho (T₁), seis (T₂) y cuatro (T₃) cintas por cada hilera de árboles, para cubrir 100, 75 y 50% del área equivalente del árbol (A_e), respectivamente. En el sistema de RGS, las laterales de riego se colocaron en cada lado de la hilera de árboles a una distancia del tronco de 1.5, 2.5, 3.5 y 4.5 m en T₁; 1.5, 2.5 y 3.5 m en T₂ y 1.5 y 2.5 m, para T₃. La cinta utilizada fue la T-Tape 15 mil, con espesor de pared de 0.375 mm y diámetro interior de 16 mm, con emisores a 20 cm y un caudal de 340 L/h por cada 100 metros de longitud.

Se está estimando la evapotranspiración del árbol (ET_c), consumo de agua por el árbol, percolación profunda y precipitación, utilizando una metodología de balance de agua. La evapotranspiración del árbol ET_c, se calculó multiplicando la evapotranspiración de referencia (ET₀), por el coeficiente de cultivo K_c, para la edad de la huerta el cual fue de 0.3 a 0.7 durante la brotación a inicio del estado acuoso, de 0.7 a 1.1 durante el estado acuoso y de 1.2 durante el llenado de la almendra. La ET₀, se midió con un tanque evaporímetro Clase A, que fue colocado cerca del sitio experimental. También, se está midiendo la condición hídrica del fruto (Ψ_f) con una bomba de presión. A la cosecha, se registran los kilogramos de nuez y las nueces germinadas y se toman muestras para determinar el porcentaje de almendra.

AVANCE DE RESULTADOS

La condición hídrica del fruto ha correlacionado adecuadamente con los tratamientos de riego, ya que, en los árboles donde se instalaron ocho cintas y se regó el 100% del A_e, se

alcanzó un valor promedio de Ψ_f de -0.53 MPa, el cual fue mas alto al obtenido cuando se regó con seis laterales el 75% del A_e , en el que se tuvo un valor promedio de -0.65 MPa. Este último tratamiento, a su vez, presentó una mejor condición hídrica que donde se regó con cuatro cintas (Figura 2). A través de un intervalo de riego, los árboles regados por inundación, fueron sometidos a fluctuaciones muy altas en el contenido de agua en el suelo, lo que se manifestó en el fruto en una condición hídrica más variable que la mostrada por los tratamientos con ocho y seis laterales de riego. En este tratamiento, después de la aplicación de los riegos, el Ψ_f empezó a incrementarse, pero después de cierto intervalo de tiempo, el Ψ_f comenzó a disminuir. Durante los primeros 18 días del desarrollo de la almendra este intervalo de tiempo fue de ocho días y en los siguientes 32, de esta misma fase, fueron de 12 a 14 días.

Estos resultados confirman lo dicho anteriormente, en el sentido de que, aun cuando el llenado de la almendra requiere de seis semanas, el periodo crítico y de alta sensibilidad al agua ocurre durante las primeras tres, tal y como lo muestran los resultados de este estudio, y es aquí precisamente cuando el agua debe de estar mas disponible, para evitar que se presente un estrés hídrico alto en el fruto, que afecte negativamente el desarrollo del embrión, impida obtener nueces de calidad e incremente el porcentaje de nueces germinadas y con ruezno pegado.

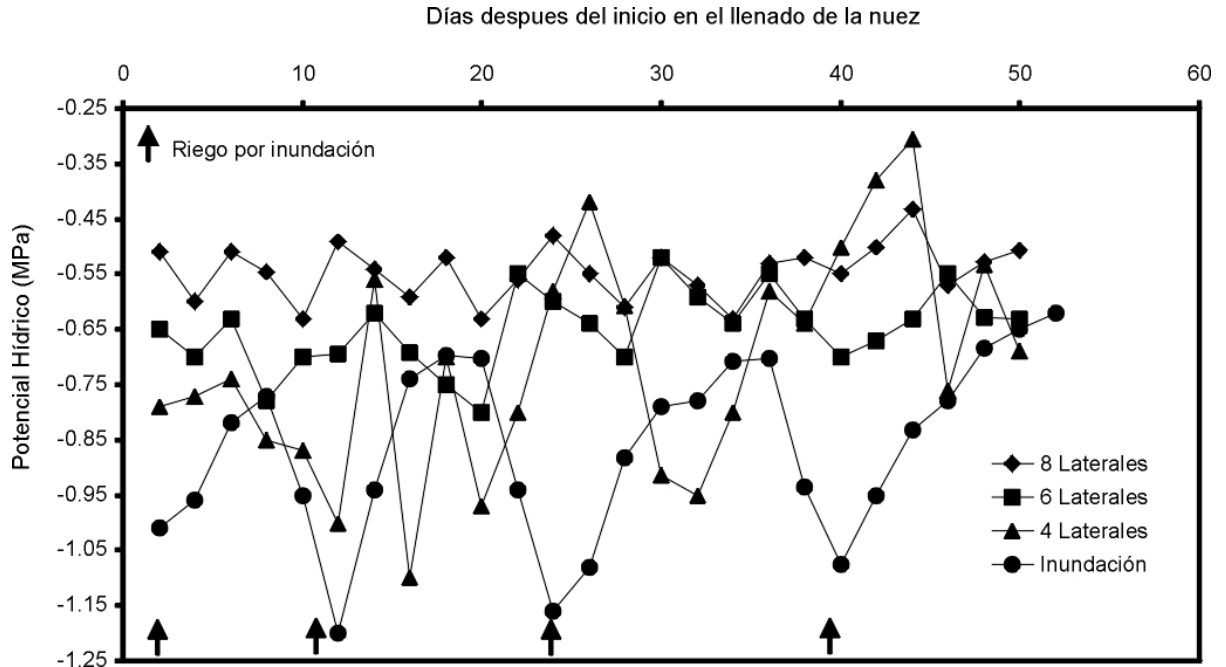


Figura 2. Variación en la condición hídrica del fruto bajo riego por inundación y riego por goteo subsuperficial con ocho y seis laterales de riego.

Lámina Neta de Agua, Consumo de Agua por el árbol y Percolación Profunda.

Durante el desarrollo de la almendra se aplicó a través del riego por inundación una lámina neta de agua (L) de 480.2 mm ha⁻¹; mientras que en los tratamientos de ocho, seis y cuatro cintas, esta lámina fue 7.9, 30.9 y 53.9% menor a la aplicada por inundación, respectivamente (Cuadro 1). En el riego por inundación, la pérdida de agua por percolación profunda representó 30.9% de L, mientras que en los tratamientos de RGS este valor fue más bajo y similar entre ellos, ya que el volumen de agua aplicado por cinta fue igual, fluctuando de 11.6 a 12.4%. Los datos anteriores muestran una mayor eficiencia de aplicación bajo el sistema de RGS que el de inundación, lo cual, sumado a una mayor disponibilidad del agua del suelo para el árbol, promovieron que un mayor porcentaje de la lámina neta (94 al 95%), fuera consumida por el árbol, en comparación al de inundación en el que este valor de consumo fue mas bajo (67%).

Cuadro 1. Consumo de agua por el árbol, precipitación pluvial, percolación profunda y lámina neta de agua promedio de tres años, en cuatro tratamientos de riego.

| Tratamientos | | Consumo de agua por el árbol (mm) | Precipitación (mm) | Percolación Profunda (mm) | Lámina neta (mm) |
|--------------|----------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------|
| RGS con: | | | | | |
| 8 laterales | T ₁ | 415.9 | 25.0 | 51.5 | 442.4 |
| 6 laterales | T ₂ | 315.2 | 25.0 | 41.3 | 331.8 |
| 4 laterales | T ₃ | 210.1 | 25.0 | 26.1 | 221.2 |
| Inundación | T ₄ | 321.7 | 25.0 | 197.4 | 480.2 |

Producción y Calidad de la Nuez

En los tratamientos de RGS con ocho y seis laterales, la producción promedio en los tres años ha sido de 2.03 ton/ha, 23.0 y 24.4% mas alta, que la obtenida en el otro tratamiento de RGS e inundación, en donde la producción promedio fue de 1.56 y 1.53 ton/ha, respectivamente (Cuadro 2).

La mejor condición hídrica del fruto en los tratamientos de 8 y 6 laterales, incrementó y disminuyó el porcentaje de almendra y de nueces germinadas, respectivamente. Según se observa en el Cuadro 2, bajo estos dos tratamientos el valor promedio de porcentaje de almendra de 58.5, fue excelente, ya que en el ámbito comercial el mínimo requerido es de 53 a 55 %. En los tratamientos de cuatro laterales e inundación, se obtuvieron valores de almendra más bajos, pero dentro del rango. En este mismo Cuadro 2 se muestra que, el porcentaje de nueces germinadas en los tratamientos de cuatro cintas e inundación fue más alto que en los de

8 y 6 cintas, quienes a su vez, tuvieron una respuesta similar. Lo anterior indica que cuando la humedad en el suelo es baja se promueve un mayor porcentaje de nueces germinadas. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Sparks (1995) y demuestran que cuando la disponibilidad del agua en el suelo es alta y su fluctuación es baja, la condición hídrica del fruto es favorable, estimulando la apertura del ruezno, lo que disminuye el número de nueces germinadas tal y como sucedió en los tratamientos de ocho y seis laterales.

Cuadro 2. Producción promedio de nuez, porcentaje de almendra y nueces germinadas obtenidas en cuatro tratamientos de riego durante tres años.

| Tratamientos | | Producción de nuez (t ha ⁻¹) | Almendra (%) | Nueces germinadas (%) |
|--------------|----------------|---------------------------------------------|-----------------|--------------------------|
| RGS con: | | | | |
| 8 laterales | T ₁ | 2.05a [†] | 58.7a | 1.3b |
| 6 laterales | T ₂ | 2.00a | 58.3a | 1.4b |
| 4 laterales | T ₃ | 1.56b | 55.1b | 8.9a |
| Inundación | T ₄ | 1.53b | 54.8b | 10.3a |

[†]Literales diferentes en cada columna, indican diferencias significativas (Tukey, p≤ 0.05)

CONCLUSIONES

Dejar de regar 25% del área equivalente del árbol no tiene efectos negativos en la producción y calidad de la nuez. Cuando se utilizan seis laterales de riego por cada hilera de árboles, se obtiene una mayor eficiencia en la aplicación del agua, lo cual sumado a una menor fluctuación y mayor disponibilidad del agua en el suelo y una condición hídrica del fruto mas favorable, provocaron una disminución de 30.9% en el volumen del agua aplicado, y a la cosecha, se obtiene un incremento de 24% en la producción de nuez y un menor porcentaje de nueces germinadas, con respecto al riego por inundación. Durante el llenado de la almendra, el período de alta sensibilidad al agua ocurre durante los primeros 18 días del mes de Agosto.

BIBLIOGRAFÍA

- Aretnam, J.B., Levy, A., Phatak, S.C. and Wetzstein, H.Y. 1999. Changes in growth, water content and protein reflect embryo development in pecan (*Carya illinoensis*). J. Hort. Sci. and Biotech. 74: 315-320.
- Godoy A., C. y Torres E., C.A. 2000. Influencia del agua en el manejo integral del nogal pp. 1-3. In: Tecnología de riego en nogal pecadero. Libro Científico N° 1. Primera Edición. INIFAP. CIFAP-Comarca Lagunera. 116p.
- Herrera, E. 1990. Fruit growth and development of Ideal and Western pecans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 (6):915-923.
- Miyamoto, S. 1983. Consumptive water use of irrigated pecans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 676-681.
- Sparks, D. 1995. Kernel development in pecan - A function of soil water. Annu. Rpt. Northern Nut Growers Assn. 86: 116-118.

**PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE CEREALES
DE GRANO PEQUEÑO CAPUCHONES (sin aristas) EN LA
REGIÓN LAGUNERA EN INVIERNO**

Gregorio Núñez Hernández y Rodolfo Faz Contreras

INIFAP-Campo Experimental La Laguna

INTRODUCCIÓN

Los cereales de grano pequeño como la avena, trigo, cebada y triticale son utilizados como forrajes para la alimentación del ganado lechero en regiones como California en los Estados Unidos de América (Collar *et al.* 1993). Las especies más populares son la avena y el trigo, aunque el triticale y la cebada están ganando más aceptación en los últimos años. Estos forrajes se consideran versátiles, fuentes de fibra digestible, proteína y minerales. Estos forrajes pueden ser cosechados en diferentes etapas de madurez; lo cual afecta su producción y calidad nutricional del forraje. En California, la avena se corta en estado vegetativo o en inicio floración para heno. En el caso del trigo se cosecha en estado masoso para ensilaje con un 30-35 % de materia seca.

En general, cuando la cosecha se efectúa en estado de desarrollo temprano (antes de la floración) se obtienen menores producciones de materia seca por hectárea, pero forraje con alto contenido de proteína y digestibilidad, mientras que en estado masoso se obtiene mayor producción de materia seca por hectárea, pero forraje con menos calidad nutricional. Una alternativa es explorar estados de madurez donde se optimice tanto la producción como la calidad nutricional del forraje.

En el caso de la Región Lagunera, los cereales de grano pequeño de invierno como la avena, trigo y triticale han desplazado al ballico anual como el principal forraje en otoño-invierno. Estas especies se pueden cortar varias veces en estado vegetativo, embuche o estados de madurez mas avanzados para heno o ensilaje. A la fecha existen pocas opciones de variedades siendo las más comunes las avenas Chihuahua, Cuahutémoc y los trigos Anáhuac, Candeal y rojo. Recientemente se han desarrollado nuevos genotipos, algunos de ellos sin aristas (capuchones) por parte de INIFAP y compañías privadas. Esta es una ventaja adicional debido a que no causan problemas en el ganado como los ocasionados por las variedades comunes cuando se cosechan después del espigamiento. El objetivo de este estudio fue obtener optimizar la producción y calidad nutricional del forraje en invierno mediante la identificación de materiales genéticos capuchones de trigo, triticale y cebada cortados en estado de inicio de floración en las condiciones de la Región Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció el 13 de diciembre del 2003 en terrenos de textura arcillo-arenosa, pH alcalino (7.8), sin problemas de sales (menos de 2 mmhos/cm) o sodio (RAS menor de 7). La densidad de siembra fue de 120 kg de semilla por hectárea en todos los casos y la fertilización a la siembra 160-80-00 de N-P-K, respectivamente. Los riegos se suministraron a la siembra, el 5 de enero, 6 febrero, 26 de febrero y 25 de marzo.

Los materiales capuchonas evaluadas fueron: trigo sin aristas experimental 1, trigo sin aristas 241, cebada experimental capuchona, cebada capuchona Cántabra, cebada capuchona San Marcos, triticale capuchón Rio Nazas. Los materiales normales evaluadas: fueron triticale Secatar, cebada forrajera experimental 1, cebada forrajera experimental 2. Los testigos fueron avena Chihuahua y trigo Anáhuac. El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales fueron de 4 x 3 m y la parcela útil de 3 x 2 m. La cosecha se realizó cuando cada material presentó el inicio de la floración. Se tomaron muestras representativas de 1 kg de forraje verde en cada parcela para la determinación de materia seca a 100 °C. En el laboratorio se determinó la concentración de proteína cruda (PC) de acuerdo a la AOAC (1984), y la fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad *in vitro* (DIV) de acuerdo a los procedimientos descritos por Goering y Van Soest (1970).

Los experimentos se analizaron estadísticamente de acuerdo a los procedimientos descritos por Steel y Torrie (1989). Las medias se compararon mediante la prueba de la diferencia mínima significativa solo cuando hubo diferencias significativas entre híbridos en el análisis de varianza.

RESULTADOS

La producción de forraje verde varió de 44.65 a 22.84 ton/ha y la producción de materia seca de 8.79 a 4.40 ton/ha. La cebada capuchona San Marcos y trigo sin aristas experimental 1 tuvieron producciones mayores de materia seca por hectárea, comparables a la producción del trigo testigo Anáhuac ($P < 0.05$). Una diferencia importante fue que la cebada capuchona San Marcos tuvo un ciclo a cosecha a inicio de floración de 91 días, mientras que el trigo sin aristas experimental 1 y trigo Anáhuac se cosecharon al inicio de floración a los 105 días. La cebada capuchona San Marcos tuvo una altura de planta menor que el trigo sin aristas experimental 1 ($P < 0.05$), pero similar al trigo Anáhuac ($P > 0.05$). Los rendimientos de materia seca por hectárea obtenidos son menores a los observados cuando los cereales de grano pequeño se cortan en estado de grano masoso que superan las 10 ton/ha de materia seca. Sin embargo, los rendimientos obtenidos con las variedades sobresalientes pueden ser atractivos considerando

la mejor calidad nutricional del forraje. La concentración de proteína cruda varió de 15.9 a 19.8 %. La cebada capuchona San Marcos, el trigo sin aristas 241, así como el triticale Secatar y la cebada forrajera experimental 2 tuvieron concentraciones mayores de proteína cruda ($P < 0.05$). En particular, las variedades testigo avena Chihuahua y trigo Anahuac tuvieron las concentraciones menores de proteína cruda. El porcentaje de proteína cruda declina de manera consistente a través del desarrollo de los cereales de grano pequeño hasta llegar a ser menor de 12 % en estado de grano mañoso (Collar *et al.* 2004). Aunque la mayoría de las variedades tuvieron niveles de proteína cruda adecuados para forrajes destinados a la alimentación de vacas lecheras en producción (>15 %), estas diferencias encontradas entre los materiales evaluados pueden ser importantes en la formulación de raciones de vacas altas productoras.

La cebada capuchona San Marcos, al igual que la cebada forrajera experimental 1, avena Karma, triticale Secatar y cebada forrajera experimental 2, tuvieron concentraciones menores de fibra detergente neutro del forraje ($P < 0.05$). EL testigo avena variedad Chihuahua presentó altas concentraciones de fibra detergente neutro. Los valores observados son típicos (>50 %) de forrajes de cereales de grano pequeño cortados después de embuche y antes del llenado de grano. La importancia de esta observación radica en que la fibra detergente neutro contiene las sustancias menos digeribles de los forrajes; lo cual no solo afecta el valor energético del forraje sino también el consumo del ganado (Williams *et al.*, 1989).

La digestibilidad *in vitro* varió de 74.69 a 83.10 %. Las cebadas, trigos y triticales capuchones con excepción del trigo sin aristas 241, y los demás materiales de cebadas, triticales y la avena Karma tuvieron mayores digestibilidad *in vitro* que las variedades de trigo y avena Chihuahua ($P < 0.05$). Las diferencias encontradas en digestibilidad *in vitro* entre los materiales capuchones evaluados indican una ventaja en energía para la producción de leche en comparación a los testigos avena Chihuahua y trigo Anahuac. Los valores de digestibilidad *in vitro* en la mayoría de los materiales se consideran aceptables (>70 %); ya que el corte posterior en el período de desarrollo de la floración a estado masoso del grano, la digestibilidad del forraje llega a ser menor de 60 % debido al notable incremento de las fracciones fibrosas y a su lignificación.

CONCLUSIONES

La cebada capuchona San Marcos tuvo una producción de materia seca por hectárea comparable a la producción del trigo testigo Anahuac, pero con un ciclo más corto de producción.

La cebada capuchona San Marcos, así como el triticale Secatar y la cebada forrajera

tuvieron mejores porcentaje de proteína cruda y digestibilidad que los testigos de avena Cuahutémoc y trigo Anáhuac.

Cuadro 1. Características agronómicas y producción de forraje de cereales de grano pequeño de invierno en la región Lagunera. Otoño-invierno 2003-2004.

| Tratamiento | Días a cosecha | Altura de planta, cm | Materia seca, % | Forraje verde, ton/ha | Forraje seco, ton/ha |
|------------------------------|----------------|----------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|
| Cebada forrajera 1 | 105 | 109 a | 23.30 | 36.97 abcd | 7.41 bc |
| Trigo sin aristas | 105 | 102 ab | 18.90 | 44.65 a | 8.79 a |
| Trigo Anahuac | 105 | 82 c | 18.70 | 42.90 ab | 8.31 ab |
| Cebada Capuchona Cantabria | 98 | 89 bc | 18.90 | 39.69 abc | 7.89 bc |
| Cebada San Marcos capuchona | 91 | 91 bc | 16.30 | 42.52 abc | 8.36 a |
| Avena Chihuahua | 105 | 93 bc | 20.95 | 32.88 cde | 6.46 cd |
| Triticale Rio Nazas capuchón | 91 | 90 bc | 17.25 | 38.11 abc | 7.47 bc |
| Avena Karma | 97 | 96 abc | 22.50 | 28.17 def | 5.40 de |
| Trigo sin aristas 241 | 105 | 77 c | 21.65 | 27.44 ef | 5.27de |
| Cebada Capuchona | 91 | 89 bc | 15.85 | 34.91 bcde | 7.02 bcd |
| Triticale Secatar | 97 | 95 abc | 23.00 | 23.66 f | 4.29 e |
| Cebada forrajera 2 | 97 | 84 bc | 20.80 | 22.84 f | 4.40 e |

Medias dentro de cada columna con diferente literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Cuadro 2. Concentración de proteína cruda, fibra detergente neutro y digestibilidad *in vitro* de cereales de grano pequeño de invierno en la región Lagunera. Otoño-invierno 2003-2004.

| Tratamiento | Proteína cruda, % | Fibra detergente neutro, % | Digestibilidad <i>in vitro</i> , % |
|------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Cebada forrajera 1 | 18.71 ab | 56.83 bc | 82.20 a |
| Trigo sin aristas | 15.93 c | 58.78 b | 76.47 cd |
| Trigo Anahuac | 16.54 bc | 58.67 b | 76.96 bcd |
| Cebada Capuchona Cantabria | 16.90 bc | 59.28 ab | 79.50 abc |
| Cebada San Marcos capuchona | 18.54 abc | 57.58 bc | 83.10 a |
| Avena Chihuahua | 16.01 c | 60.43 ab | 74.69 d |
| Triticale Rio Nazas capuchón | 16.39 bc | 63.13 a | 79.70 abc |
| Avena Karma | 18.11 abc | 57.26 bc | 81.44 ab |
| Trigo sin aristas 241 | 18.03 abc | 60.38 ab | 79.44 abc |
| Cebada Capuchona | 18.45 abc | 61.09 ab | 80.50 abc |
| Triticale Secatar | 19.80 a | 57.11bc | 80.14 abc |
| Cebada forrajera 2 | 19.69 a | 54.07 c | 82.57 a |

Medias dentro de cada columna con diferente literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

BIBLIOGRAFÍA

- Chalupa, W. 1995. Requerimientos de forrajes de vacas lecheras. *In: I Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo*. Grupo Lala. Gómez Palacio., Dgo. pp:19-28.
- Collar, C., S. Wright., P. Robinson y D. Putnam. 2004. Effect of harvest timing on yield and quality of small grain forage. *Proceedings National Alfalfa Symposium*.
- Collar, C., A. Fulton. Y M. Campell. 1993. Maturity at harvest effects on yield and quality of winter cereals for silage. *23rd california/Arizona Alfalfa symposium*. 174-184.
- Van Soest, P.J. 1986. The application of energy systems in ruminant nutrition. *Proceedings of the Seventh Western Nutrition Conference*. Saskatoon, Saskatchewan. 200-226.

HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA FORRAJE CON ALTO RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL. II. AGUASCALIENTES

Fernando González Castañeda, Alfonso Peña Ramos y Gregorio Núñez Hernández

Campo Experimental Pabellón y Campo Experimental La Laguna. INIFAP

INTRODUCCIÓN

La selección de material genético es un factor muy importante para la producción de ensilados de maíz de alta calidad nutricional. Estudios anteriores en la Región Lagunera, indican diferencias importantes en rendimiento de materia seca por hectárea de 15.3 a 22.1 ton/ha y en digestibilidad *in vitro* de 62.6 a 72.1 % entre los híbridos disponibles a nivel comercial (Núñez *et al.* 2003a). En este estudio el rendimiento de materia seca por hectárea se correlacionó positivamente con días al corte y altura de planta, aunque no de manera consistente entre años. Por otra parte, la digestibilidad *in vitro* se correlacionó de manera negativa con ciclo a cosecha, concentraciones de fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina, así como positivamente con el porcentaje de mazorca.

Otros estudios indican que el potencial de los híbridos de maíz para producción de leche por hectárea estimada con el Programa Milk 95 propuesto por Undersander *et al.* (1993), está determinado significativamente por el rendimiento de materia seca por hectárea y la digestibilidad del forraje (Núñez *et al.* 2003b).

El Estado de Aguascalientes es otra de las principales cuencas lecheras, donde se puede mejorar la calidad nutricional de los ensilados de maíz. Sin embargo, las condiciones climáticas y edáficas para la producción del maíz forrajero difieren de la Región Lagunera, ya que en este Estado, el clima es templado y los suelos son más arenosos y con menos profundidad. Debido a lo anterior, el objetivo de este estudio fue identificar híbridos de maíz para forraje con alto rendimiento y calidad nutricional bajo las condiciones del estado de Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental Pabellón durante el ciclo primavera-verano en 2000. El experimento se sembró en suelo húmedo el 19 de mayo del año 2000 con una densidad de aproximadamente 85,000 pl/ha, fertilizando con 90-90-00 a la siembra y 90-00-00 en la primera escarda de N-P-K, respectivamente. Los híbridos evaluados fueron seleccionados por su adaptación a las condiciones del Estado. Los híbridos fueron: A-

7597; AS-31; AS-820;AS-900; AS-910; AS-948; GILSA-120; C-220; C-526; C-922; D-861; D-865; D-867; D-875; H-361; Búfalo; Halcón; Jaguar; Pantera; P-3028W; P-3099; P-30G40; RE-359; SB-302; SB-304; SB-347; Fuego; Tornado; Tromba; Trueno; Z-21; Z-27 y Z-60. Se aplicaron seis riegos de auxilio a los 48, 69, 82, 90,105 y 119 días después de la siembra. La cosecha se efectuó cuando el grano presentó 2/3 de línea de leche.

El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió de cuatro surcos de de 0.76 m x 6 m, considerando sólo cuatro metros de los dos surcos centrales como parcela útil. El rendimiento de materia seca por hectárea se estimó cosechando la parcela útil. En una muestra de 10 plantas tomadas al azar en cada parcela se determinó el porcentaje de mazorca. Con una sub-muestra de un kilogramo se determinó el porcentaje de materia seca a una temperatura de 60° C hasta alcanzar peso constante. El porcentaje de proteína cruda, las concentraciones de fibra detergente y fibra detergente ácido se determinaron con un espectrofotómetro de rayos cercanos al infrarojo previamente calibrado con las técnicas convencionales. La digestibilidad *in vitro* se realizó empleando la técnica descrita por Goering y Van Soest (1970). El análisis de varianza se realizó de acuerdo a los procedimientos de Steel y Torrie (1989). La separación de medias de los tratamientos se efectuó con el método de diferencia mínima significativa utilizando el paquete estadístico SAS. Así mismo se realizaron análisis de correlación para evaluar relaciones entre variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los híbridos evaluados presentaron una variación en floración masculina entre 70 y 91 días. En cuanto a los días a cosecha la variación fue de 108 a 150 días. Estos ciclos a cosecha son más largos que los observados en la región Lagunera debido a que las temperaturas que se presentan en el Estado de Aguascalientes son más bajas en su ciclo de producción de maíz para forraje. El porcentaje de mazorca varió de 31.96 a 46.72 %. Los híbridos sobresalientes tuvieron valores mayores de 37.5 %. En la Región Lagunera los híbridos sobresalientes tienen más de 50 % de mazorca.

El rendimiento de materia seca por hectárea varió de 14.28 a 24.75 ton/ha (Cuadro 1). El rendimiento de materia seca por hectárea se correlacionó significativamente con los días a cosecha ($r=0.83;P<0.05$), pero no con la digestibilidad *in vitro* del forraje ($r=-0.28;P>0.05$). Los híbridos superiores tuvieron rendimientos mayores de 19.63 ton/ha. Nuñez *et al* (2003b) en la Región Lagunera determinaron que híbridos sobresalientes con rendimientos superiores de 17 ton/ha tuvieron el mayor potencial de producción de leche.

Cuadro 1. Rendimiento de materia verde y materia seca, y porcentaje de mazorca de híbridos maíz para forraje en Aguascalientes en el año 2000.

| Híbrido | Rendimiento de materia verde, ton/ha | Rendimiento de materia seca, ton/ha | Mazorca, % |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| A-7597 | 60.52 abcd | 23.89 ab | 41.68 abcde |
| AS-31 | 59.76 abcd | 24.75 a | 40.18 abcde |
| AS-820 | 52.57 abcd | 14.28 h | 34.89 cde |
| AS-900 | 52.71 abcd | 16.23 fgh | 38.09 abcde |
| AS-910 | 52.79 abcd | 20.47 abcdefg | 41.60 abcde |
| AS-948 | 61.24 ab | 23.21 abc | 40.19 abcde |
| GILSA-120 | 54.87 abcd | 22.73 abcd | 33.74 de |
| C-220 | 48.91 bcd | 19.42 abcdefgh | 35.88 bcde |
| C-526 | 52.14bcd | 17.19 defgh | 41.10 abcde |
| C-922 | 59.29 abcd | 19.63 abcdefgh | 44.54 abc |
| D-861 | 56.00 abcd | 22.31 abcd | 46.01 a |
| D-865 | 55.63 abcd | 21.24 abcdef | 45.24 ab |
| D-867 | 64.88 a | 20.47 abcdefg | 44.78 abc |
| D-875 | 60.71 abc | 22.59 abcd | 38.38 abcde |
| H-361 | 54.40 abcd | 23.04 abc | 46.14 a |
| Búfalo | 58.63 abcd | 21.32 abcdef | 42.18 abcde |
| Halcón | 54.85 abcd | 15.45 gh | 37.55 abcde |
| Jaguar | 50.20 bcd | 18.54 bcdefgh | 42.97 abcde |
| Pantera | 56.13 abcd | 21.15 abcdef | 41.29 abcde |
| P-3028W | 57.19abcd | 21.75 abcdef | 42.75 abcde |
| P-3099 | 47.94 d | 16.46 efgh | 46.72 a |
| P-30G40 | 54.93 abcd | 20.48 abcdefg | 39.75 abcde |
| RE-359 | 50.49 bcd | 20.11 abcdefg | 39.58 abcde |
| SB-302 | 57.85 abcd | 21.62 abcdef | 43.64 abcd |
| SB-304 | 58.80 abcd | 20.76 abcdefg | 40.10 abcde |
| SB-347 | 57.34 abcd | 22.24 abcd | 38.25 abcde |
| Fuego | 49.05 bcd | 20.24 abcdefg | 37.25 abcde |
| Tornado | 57.42 abcd | 23.77 abc | 38.74 abcde |
| Tromba | 50.41 bcd | 18.30 cdefgh | 40.71 abcde |
| Trueno | 49.65 bcd | 20.83 abcdefg | 42.27 abcde |
| Z-21 | 48.31 cd | 17.35 defgh | 42.42 abcde |
| Z-27 | 50.64 bcd | 21.97 abcde | 45.92 a |
| Z-60 | 55.76 abcd | 15.54 gh | 32.96 e |

Medias con la misma literal entre columnas son estadísticamente iguales ($P>0.01$)

Cuadro 2. Calidad nutricional de híbridos de maíz para forraje en Aguascalientes en el año 2000.

| Híbrido | Proteína cruda, % | Fibra detergente neutro, % | Fibra detergente . ácido, % | Digestibilidad <i>in</i> <i>vitro</i> , % |
|-----------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|
| A-7597 | 7.56 | 53.11 abcdef | 28.35 abcdefg | 70.03 cdefgh |
| AS-31 | 7.77 | 50.79 cdefgh | 26.25 defgh | 70.22 cdefgh |
| AS-820 | 8.10 | 46.61 i | 25.60 fgh | 72.88 abcd |
| AS-900 | 8.60 | 49.79 efghi | 26.27 defgh | 74.35 a |
| AS-910 | 7.46 | 50.02 efghi | 27.27 abcdefgh | 73.00 abc |
| AS-948 | 8.37 | 49.48 fghi | 25.85 efgh | 73.12 abc |
| GILSA-120 | 7.73 | 55.76 a | 30.07 a | 69.16 efgh |
| C-220 | 7.25 | 53.97 abcd | 30.24 a | 71.72 abcde |
| C-526 | 7.76 | 48.24 ghi | 25.22 h | 73.72 ab |
| C-922 | 8.92 | 49.01 fghi | 25.43 gh | 72.93 abcd |
| D-861 | 7.05 | 47.40 hi | 25.89 efgh | 74.56 a |
| D-865 | 8.44 | 50.52 defgh | 26.95 bcdefgh | 71.26 abcdef |
| D-867 | 8.06 | 49.20 fghi | 27.82 abcdefgh | 70.30 cdefg |
| D-875 | 7.54 | 53.12 abcde | 29.26 abcde | 69.21 efgh |
| H-361 | 6.90 | 50.52 defgh | 27.26 abcdefgh | 71.95 abcde |
| Búfalo | 8.02 | 51.79 bcdefg | 27.94 abcdefgh | 70.77 bcdefg |
| Halcón | 7.06 | 52.28 abcdefg | 29.72 ab | 69.75 cdefg |
| Jaguar | 7.89 | 49.54 efghi | 26.83 bcdefgh | 71.77 abcde |
| Pantera | 7.76 | 50.74 cdefgh | 27.48 abcdefgh | 71.52 abcde |
| P-3028W | 6.98 | 49.92 efghi | 26.55 cdefgh | 70.59 bcdefg |
| P-3099 | 8.23 | 49.78 efghi | 26.80 bcdefgh | 72.11 abcde |
| P-30G40 | 7.40 | 53.10 abcde | 29.56 abc | 69.54 defgh |
| RE-359 | 7.34 | 53.71 abcd | 28.53 abcdefg | 70.52 bcdefg |
| SB-302 | 8.43 | 49.07 fghi | 26.14 efgh | 73.72 ab |
| SB-304 | 8.50 | 52.52 abcdef | 28.01 abcdefgh | 70.60 bcdefg |
| SB-347 | 7.83 | 52.50 abcdef | 27.86 abcdefgh | 71.27 abcdef |
| Fuego | 7.42 | 54.33 abc | 28.69 abcdef | 67.91 fgh |
| Tornado | 7.41 | 55.11 ab | 28.81 abcde | 66.32 h |
| Tromba | 7.79 | 54.42 ab | 28.72 abcde | 67.55 gh |
| Trueno | 6.93 | 54.88 ab | 29.61 abc | 69.98 cdefg |
| Z-21 | 7.57 | 50.46 defgh | 27.49 abcdefgh | 71.97 abcde |
| Z-27 | 7.62 | 50.54 defgh | 25.84 efgh | 73.06 abc |
| Z-60 | 8.26 | 51.70 bcdefg | 28.22 abcdefgh | 72.69 abcd |

Medias con la misma literal entre columnas son estadísticamente iguales ($P>0.01$)

En cuanto a la composición química (Cuadro 2), en porcentaje de proteína cruda no hubo diferencias estadísticas ($P>0.05$), con una variación de 6.93 a 8.92 %. El contenido de fibra detergente neutro varió de 46.61 a 55.76 %. Los híbridos sobresalientes tuvieron concentraciones menores de 50 %. En fibra detergente ácido, la variación fue de 25.22 a 30.24 %. Los mejores híbridos presentaron concentraciones menores de 28 % ($P<0.05$). Estos valores son similares a los sugeridos en la región Lagunera para la selección de híbridos de maíz para forraje de alta calidad nutricional.

Con respecto a la digestibilidad, hubo diferencias estadísticas ($P<0.05$) entre híbridos. La digestibilidad *in vitro* varió de 66.32 a 74.56 %. Los híbridos con las mayores digestibilidades *in vitro* tuvieron valores superiores a 71 %. en comparación a híbridos sobresalientes en la región Lagunera con más de 68 %. La digestibilidad *in vitro* se correlacionó con las concentraciones de fibra detergente neutro ($r=-0.79$; $P<0.01$) y fibra detergente ácido ($r=0.71$; $P<0.01$); sin embargo, no tuvo ninguna correlación con el porcentaje de mazorca ($r=0.28$; $P>0.05$). En relación a estos resultados Nuñez *et al* (2003b) en la Región Lagunera determinaron que híbridos sobresalientes en potencial de producción de leche tuvieron digestibilidades *in vitro* superiores a 70 %.

Los híbridos sobresalientes en rendimiento de materia seca y digestibilidad *in vitro* fueron: AS-910, AS-948, C-220, C-922, D-861, D-875, H-361, Pantera, SB-302, SB-347 y Z-27. Estos híbridos se caracterizaron por ciclos a cosecha mayores de 140 días, con excepción del híbrido C-922 que se cosechó a 128 días.

CONCLUSIONES

La producción de materia seca por hectárea y la digestibilidad *in vitro* de los híbridos evaluados no estuvieron correlacionados. Los híbridos de maíz sobresalientes tuvieron rendimiento de materia seca mayores de 19 ton/ha y calidad nutricional superior a 71 % de digestibilidad.

Los híbridos sobresalientes en rendimiento de materia seca y digestibilidad *in vitro* se caracterizaron por ciclos a cosecha mayores de 140 días, con excepción del híbrido C-922 que se cosechó a 128 días.

BIBLIOGRAFÍA

- Nuñez, H.G. y R. Faz. C. 2003. Selección de híbridos de maíz para forraje con alto potencial para producción de leche con ganado bovino. Memoria XV Semana Internacional de agronomía. FAZ-UJED.477-482.
- Núñez, HG, Contreras GF y Faz CR. 2003. Características agronómicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Téc Pecu Méx.* 41(1):37-48

- Steel R.D, Torrie JH. 1980. Principles and Procedures of Statistics. 2nd ed. New York. McGraw-Hill. 633.
- Goering HK, Van Soest PJ. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagentes, procedures, and some applications). USDA-ARS Agric. Handbook No. 379.
- Undersander, D.J., W.T. Howard, y R.D. Shaver. 1993 Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. J. prod. Agric. Vol. 6(2).231-235.

HIBRIDOS DE MAIZ PARA FORRAJE DE ALTO RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRICIONAL. I REGIÓN LAGUNERA

**Gregorio Núñez Hernández, Rodolfo Faz Contreras,
Fernando González Castañeda y Alfonso Peña Ramos**

Campo Experimental La Laguna y Campo experimental Pabellón. INIFAP

INTRODUCCIÓN

Dentro de los factores agronómicos más importantes para la producción de ensilados de maíz con alta calidad nutricional, destaca la selección del híbrido. Estudios en la Región Lagunera durante 1997 y 1999 indican diferencias en rendimiento de materia seca por hectárea de 15.3 a 22.1 ton/ha y en digestibilidad *in vitro* de 62.6 a 72.1 % entre los híbridos disponibles a nivel comercial (Núñez *et al.* 2003a).

En 1999 se observó una asociación entre el rendimiento de materia seca con altura de planta y días a cosecha. Relaciones similares entre rendimiento de materia seca y altura ($r = -0.76$) también fueron observadas con 26 híbridos de maíz para ensilaje en un estudio realizado por Schmid *et al.* (1976). Por otra parte, Cummings y Dobson (1973) no observaron diferencias entre híbridos precoces y tardíos en rendimiento de materia seca. Una relación entre días a cosecha y digestibilidad *in vitro* se observó en 1997 y 1999; lo cual concuerda con los estudios de Cummings y Dobson (1973).

En varios estudios se ha observado que las plantas de híbridos precoces tienen mayor producción de mazorca y proporción de grano (Cross *et al.*, 1987; Russell *et al.*, 1992). Esto es importante debido a que el grano es la parte más digestible del maíz.

El rendimiento de materia seca por hectárea y la digestibilidad son importantes porque determinan en un alto grado el potencial de producción de leche por hectárea de los híbridos de maíz (Núñez *et al.* 2003b). En estudios efectuados en la Región Lagunera, los híbridos sobresalientes tienen rendimientos de materia seca por hectárea superiores a 17 ton/ha y digestibilidad mayor de 70 % con un potencial de producción de leche de 14,000 kg/ha estimada mediante el programa Milk 95 (Undersander *et al.* 1993).

Otros estudios indican interacciones significativas híbrido x año principalmente en rendimiento de materia seca por hectárea. Por esta razón es importante evaluar los híbridos en la Región Lagunera al menos dos años con objeto de identificar híbridos superiores con alta producción y calidad nutricional del forraje. El objetivo de este estudio fue identificar híbridos con alto rendimiento y calidad nutricional para forraje en el año 2000.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental la Laguna. La siembra se realizó en húmedo el 28 de abril del 2000 con una sembradora de botes calibrada para obtener una densidad de población de 80 a 95 mil plantas/ha, aproximadamente. La dosis de fertilización al momento de la siembra fue 120-80-00 unidades de nitrógeno, fósforo y potasio/ha, respectivamente. Posteriormente se aplicaron 100 unidades de nitrógeno antes del primer riego de auxilio. Los cuatro riegos de auxilio se suministraron a los 26, 48, 74 y 94 días después de la siembra. Los híbridos evaluados fueron: Garst 8285, C-908, Gars 8315, N-83N5, ABT-7000Y, AS31, C-922, AS951, Garst 8342, N-7931, ABT-7820, C-7777, AS900, C-7770, AS902, Gasrt 8320, AS948, DK,641, 3002W. La cosecha se efectuó cuando la línea de leche tuvo un avance de 1/3 a 1/2 en el grano. El diseño experimental fue bloques al azar con 4 repeticiones. La unidad experimental consistió de cuatro surcos a 0.78 m por 8.0 m de largo. La parcela útil fue los dos centrales por 6.0 m de largo (no se consideró un metro en cada extremo). Las variables agronómicas evaluadas fueron: altura de planta, inicio de floración masculina, producción de forraje verde y forraje seco, porcentaje de mazorca. Las variables nutricionales fueron: porcentaje de proteína cruda, fibra detergente ácido y fibra detergente neutro determinadas con un aparato de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) calibrado previamente con las técnicas convencionales. La digestibilidad *in vitro* se determinó mediante el procedimiento descrito por Goering y Van Soest (1970) en el laboratorio de forrajes del Campo Experimental La Laguna. Los análisis estadísticos se realizaron de acuerdo a los procedimientos descritos por Steel y Torrie (1980) y la separación de las medias de los tratamientos mediante la prueba de la diferencia mínima significativa con la utilización del Programa SAS.

RESULTADOS

Los híbridos de maíz tuvieron de 53 a 63 días a floración masculina y un ciclo a cosecha de 90 a 103 días. Estos ciclos a cosecha son similares a los reportados en los estudios efectuados en 1997 y 1999 en la región. La altura de planta varió de 2.38 a 2.89 m, mientras que el porcentaje de materia seca varió de 32.53 a 37.26 %. Estos porcentajes de materia seca se consideran normales para la cosecha del maíz para forraje y lograr una buena fermentación durante el proceso de ensilaje.

En rendimiento de materia seca por hectárea se detectó diferencia entre híbridos ($P < 0.05$). Los rendimientos de materia seca variaron de 26.01 a 19.48 ton/ha (Cuadro 1). El rendimiento de los híbridos no se correlacionó con el ciclo a cosecha (días) ($r = 0.02; P > 0.05$) o

con la digestibilidad *in vitro* ($r=0.09$; $P>0.05$). Los mejores híbridos tuvieron rendimientos de materia seca por hectárea superiores a 22 ton/ha ($P<0.05$). Estos rendimientos son superiores a los obtenidos en los estudios de 1997 y 1999. En porcentaje de mazorca se observó una variación de 37.47 a 56.04 %. Los híbridos sobresalientes tuvieron más de 52 % de mazorca ($P<0.05$), valor que es similar al 54 % encontrado en los estudios de 1997 y 1999 para híbridos de alto valor energético.

Cuadro 1. Producción de forraje verde, forraje seco y porcentajes de materia seca y mazorca de híbridos de maíz para forraje evaluados en la Región Lagunera en el año 2000.

| Hibrido | Forraje verde Ton/ha | Forraje seco Ton/ha | Materia seca % | % de Mazorca |
|-----------------|-------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|
| Garst 8285 (Tp) | 62.47 cdefgh | 22.19 abcd | 35.93 abcd | 52.86 abcd |
| C-908 | 53.43 gh | 19.85 d | 37.26 a | 52.47 abcd |
| Gasrt 8315 | 68.77 abcde | 22.88 abcd | 33.22 cdefg | 52.78 abcd |
| N-83N5 | 64.66 bcdefg | 24.08 abc | 37.32 a | 52.37 bcd |
| ABT-7000Y | 78.10 a | 23.47 abcd | 29.95 g | 48.35 ef |
| AS31 | 65.49 bcdef | 22.10 abcd | 33.77 bcdef | 37.47 h |
| C-922 | 52.88 h | 19.48 d | 37.00 ab | 56.37 a |
| AS951 | 64.66 bcdefg | 23.57 abcd | 36.41 abc | 40.32 gh |
| Gasrt 8342 | 63.29 cdefgh | 20.62 cd | 32.69 defg | 55.16 abc |
| N-7931 | 62.20 cdefgh | 23.28 abcd | 37.44 a | 55.84 ab |
| ABT-7820 | 75.62 ab | 24.32 abc | 32.53 efg | 51.53 cde |
| C-7777 | 66.58 abcdef | 22.66 abcd | 34.23 abcdef | 49.13 def |
| AS900 | 70.96 abcd | 22.41 abcd | 31.67 fg | 53.02 abcd |
| C-7770 | 73.71 abc | 25.71 ab | 35.09 abcde | 52.15 bcde |
| AS902 | 58.91 efgh | 20.86 cd | 35.49 abcde | 49.38 def |
| Gasrt 8320 | 56.17 fgh | 19.62 d | 35.05 abcde | 56.04 ab |
| AS948 | 71.24 abcd | 25.02 ab | 35.10 abcde | 41.78 g |
| DK-641 | 61.92 defgh | 21.66 bcd | 35.07 abcde | 54.45 abc |
| 3002-W (Ti) | 71.78 abcd | 26.01 a | 36.29 abc | 47.07 f |

Valores con diferente literal son estadísticamente diferentes. ($P<0.05$)

Las diferencias que se observaron en proteína cruda (7.68 a 9.54 %) fueron significativas ($P<0.05$) como se observa en el Cuadro 2. Las concentraciones de fibra detergente neutro variaron de 40.90 a 54.91 %, sobresaliendo híbridos con menos de 44 %. En el caso de fibra detergente ácido la variación fue de 21.68 a 30.57 %. Los híbridos más sobresalientes tuvieron valores menores de 25 %. En los estudios de 1997 y 1999 se recomendó la selección de híbridos de maíz con menos de 50 % de fibra detergente neutro para obtener ensilados de alto valor energético.

En digestibilidad *in vitro*, la variación fue de 64.25 a 73.35 %. La digestibilidad *in vitro* se correlacionó con el porcentaje de mazorca ($r=0.85$; $P<0.01$) y con las concentraciones de fibra

detergente neutro ($r=0.92; P<0.01$) y fibra detergente ácido ($r=0.92; P<0.01$). Los híbridos más sobresalientes presentaron valores superiores a 68 %.

Cuadro 2. Calidad nutritiva de híbridos de maíz para forraje evaluados en la Región Lagunera en el año 2000.

| Híbrido | Proteína cruda, % | Fibra detergente ácido, % | Fibra detergente neutro, % | Digestibilidad <i>in vitro</i> , % |
|-----------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Gasrt 8285 (Tp) | 8.09 def | 24.10 efghi | 43.57 fghi | 71.02 abc |
| C-908 | 7.68 f | 26.14 def | 46.85 efg | 68.12 abcd |
| Gasrt 8315 | 9.05 ab | 23.32 ghi | 42.74 hi | 71.83 ab |
| N-83N5 | 8.65 bcde | 24.86 defgh | 45.06 efgh | 70.53 abcd |
| ABT 7000Y | 8.40 bcdef | 27.45 bcd | 48.96 cde | 69.79 abcd |
| AS31 | 8.37 bcdef | 30.57 a | 53.68 ab | 64.78 cd |
| C-922 | 7.95 ef | 26.39 cde | 47.14 def | 69.81 abcd |
| AS951 | 8.70 bcde | 29.92 ab | 54.91 a | 64.25 d |
| Gasrt 8342 | 9.54 a | 21.68 i | 40.90 l | 72.51 ab |
| N-7931 | 9.06 ab | 22.73 hi | 43.62 fghi | 73.35 a |
| ABT-7820 | 8.70 bcde | 23.45 ghi | 43.23 ghi | 70.50 abcd |
| C-7777 | 8.98 abc | 25.29 defgh | 46.59 efgh | 71.43 ab |
| AS900 | 8.36 bcdef | 25.58 defg | 45.78 efgh | 69.80 abcd |
| C-7770 | 8.47 bcdef | 23.80 fghi | 43.05 ghi | 71.14 abc |
| AS902 | 8.26 bcdef | 28.81 abc | 50.92 bcd | 67.29 abcd |
| Gasrt 8320 | 8.53 bcde | 24.22 efghi | 44.83 fgh | 70.43 abcd |
| AS948 | 8.25 cdef | 29.10 ab | 51.19 abc | 66.17 bcd |
| DK-641 | 8.56 bcde | 23.28 ghi | 43.07 ghi | 72.63 a |
| 3002-W (Ti) | 8.80 abcd | 25.09 defgh | 46.41 efgh | 68.31 abcd |

Valores con diferente literal son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

Los híbridos sobresalientes tanto en rendimiento de materia seca por hectárea como digestibilidad *in vitro* fueron: Garst 8285, Garst 8315, N-83N5, ABT-7000Y, N-7931, ABT 7820, C-7777, AS 900, C-7770 y 3002. Estos híbridos se caracterizaron por tener ciclos a cosecha menores de 94 días con excepción del híbrido 3002 que se cosechó a 103 días.

CONCLUSIONES

La producción de materia seca por hectárea y la digestibilidad *in vitro* de los híbridos evaluados no estuvieron correlacionados. Los híbridos de maíz sobresalientes tuvieron rendimientos de materia seca mayores de 22 ton/ha y calidad nutricional superior a 68 % de digestibilidad *in vitro*.

Los híbridos sobresalientes en rendimiento de materia seca y digestibilidad *in vitro* se caracterizaron por ciclos a cosecha menores de 94 días, con excepción del híbrido 3002W que se cosechó a 103 días.

BIBLIOGRAFÍA

- Cummins, D.G. and J.W. Dobson jr. 1973. Corn for silage as influenced by hybrid maturity, row spacing, plant population, and climate. *Agron. J.* 65:240-243.
- Cross, H.Z., J. Tonyekamen, and L. Brun. 1987. Plant density, maturity and prolificacy effects on early maize. *Can. J. Plant Sci.* 67 :35-42.
- Núñez, H.G. y R. Faz. C. 2003. Selección de híbridos de maíz para forraje con alto potencial para producción de leche con ganado bovino. *Memoria XV Semana Internacional de agronomía. FAZ-UJED.* 477-482.
- Núñez, HG, Contreras GF y Faz CR. 2003. Características agronómicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Téc Pecu Méx.* 41(1):37-48
- Russell, J.R., N.A. Irlbeck., A.R. Hallauer, and D.R. Buxton. 1992. Nutritive value and ensiling characteristics of maize herbage as influenced by agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology.* 38:11-24.
- Schmid AR, RD Goodrich, RM Jordan, GC Marten and JC Meiske. 1976. Relationships among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. *Agronomy Journal.* 68:403-406.
- Steel R.D, Torrie JH. 1980. *Principles and Procedures of Statistics.* 2nd ed. New York. McGraw-Hill. 633.
- Goering HK, Van Soest PJ. 1970. *Forage Fiber Analysis (apparatus, reagentes, procedures, and some applications).* USDA-ARS Agric. Handbook No. 379.
- Undersander, D.J., W.T. Howard, y R.D. Shaver. 1993 Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. *J. prod. Agric.* Vol. 6(2).231-235.

CALIBRACIÓN, VALIDACIÓN Y UTILIZACIÓN DE ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA EN EL INFRAROJO CERCANO (NIRS) PARA EVALUAR HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA FORRAJE

Jesús Arturo Payán García, Gregorio Núñez Hernández, Oscar Ruiz Barrera, Rodolfo Faz Contreras y Isidro Reyes Juárez

INIFAP y Facultad de Zootecnia-UACH

INTRODUCCIÓN

La determinación de la calidad nutricional de los forrajes en los sistemas de producción de rumiantes es importante para la formulación de raciones alimenticias. Debido a lo anterior, se llevan a cabo análisis de los forrajes en el Laboratorio por métodos químicos tradicionales que aunque confiables son costosos y lentos. Actualmente, existen tecnologías para la determinación de variables químicas y digestibilidad de los forrajes y otros alimentos como la espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). El NIRS utiliza la región del espectro eletromagnético comprendido entre los 700 y 2500 nm. Se basa en la absorción de luz en el cercano infrarrojo (energía) por las moléculas orgánicas de las muestras. El espectro lumínico infrarrojo puede proporcionar información de los principales elementos estructurales asociados a los organismos vivos, ya que los grupos funcionales que responden a la radiación en este espectro son C-H, O-H, N-H y probablemente S-H y C-O (Davies y Grant, 1987; Shenk y Westerhaus, 1993). Las ventajas de la utilización de la espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) son: el tiempo requerido para obtener el resultado de una muestra es inferior a un minuto, la preparación de la muestra demanda muy poco tiempo, es una técnica no destructiva, no se requieren reactivos químicos, es una técnica limpia que contribuye a la conservación del medio ambiente y la operación del equipo es sencilla.

El maíz para forraje es uno de los forrajes principales en la alimentación del ganado bovino. La selección de materiales genéticos es un factor muy importante en la producción de maíz para ensilados de alta calidad nutricional. Debido al gran número de ensayos que es necesario llevar a cabo en la identificación de híbridos superiores, la tecnología NIRS puede ser de gran utilidad tanto a nivel experimental como comercial. El objetivo de este trabajo fue evaluar la utilización de la tecnología NIRS para la identificación de híbridos de maíz para forraje con alta calidad nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la etapa de calibración, se analizaron 190 muestras de maíz provenientes de experimentos de primavera en el año 2003 (no. de muestras 56), verano del año 2002 (69),

verano del año 2004 (13) y primavera del año 2004 (10). Las muestras fueron de los siguientes híbridos: ABT-7820Y(T), SBE-302(T), SBEX01, SBEX02, SBEX03, SBEX04, SBEX05, SBEX06, SBEX07, SBEX08, SBEX09, SBEX10, SBEX11 y SBEX12; 3099, 3025W, G-8285, G-8277W, ABT-6003, ARRAYAN, DK-1060, DK-2000, DK-2002, DK-2003, MONARCA, NC-6998, NC-6990, NC-7237, NC-7304, SB-302, Z-23, 183W, 184W y 30G54; AN-423, DK-2002, DK-2060, DK-2023, DK-2000, DK-2020, BENGALA, OSO, HT-7806, TNT-119, SB-302(T), G-8285, 30G40, 30F94, 3025W, AS-905, AS-900 y 30G45; G-8285.

Para la etapa de validación, se utilizaron 27 muestras no empleadas en la calibración. Estas muestras provinieron de experimentos realizados en verano del año 2004 (27) y primavera del año 2002 (4).

Los híbridos fueron: AN-423, DK-2002, DK-2060, DK-2023, DK-2000, DK-2020, BENGALA, OSO, HT-7806, TNT-119, SB-302(T), G-8285, 30G40, 30F94, 3025W, AS-905, AS-900 y 30G45; G-8285.

La evaluación de la técnica NIRS una vez calibrada se efectuó con muestras de un experimento realizado en el ciclo verano del año 2004 con los siguientes híbridos; 30F94, 8285, 3025W, 30G45, 30G40, DK-2023, DK-2000, SB-302, TNT-119, AN-423, AS-905, AS-900, HT-7806, DK-2020, DK-2060, BENGALA, OSO I y DK-2002.

Las muestras empleadas para calibración, validación y utilización de la calibración, se obtuvieron de experimentos manejados de la siguiente forma: las fechas de siembra variaron del mes de abril hasta el mes de julio con una fertilización de 240-80-00 de N-P-K, respectivamente. La densidad de plantas fue de 90,000 a 110,000 ptas/ha.

Los riegos se realizaron aproximadamente a los 25, 45, 65 y 85 dds. Se controló contra plagas de gusano cogollero, diabrotica y araña roja. La cosecha se realizó cuando el grano estaba a 1/3 a 1/2 de línea de leche. Las muestras frescas fueron secadas en una estufa de aire forzado a temperatura de 60 °C hasta peso constante, posteriormente se molieron las muestras en un molino con una malla de 1.0 mm.

Se procedió a analizar las muestras vía Laboratorio utilizando para proteína cruda procedimientos convencionales (AOAC, 1990), el contenido de fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y digestibilidad *in vitro* usando los procedimientos descritos por Goering y Van Soest 1970.

Las muestras se leyeron en el espectrofotómetro de infrarrojo cercano (NIRS) modelo Foss tecator y el software WIN ISI versión 1.5e. Se realizó el análisis de datos mediante estadística descriptiva, análisis de regresión y varianza con los procedimientos GLM del paquete estadístico SAS 1990.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta las características descriptivas de algunas variables importantes en las muestras de maíz empleadas en la calibración de la técnica NIRS. Estos valores se consideran normales y cubren el rango mas común en maíz forrajero en la región Lagunera (Núñez *et al.* 2003). Los resultados de la calibración indican coeficientes de determinación (r^2) significativos ($P < 0.05$) de 0.75, 0.78, 0.87 y 0.66 para proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y digestibilidad *in vitro*, respectivamente. Las desviaciones (bias) fueron de .002, .044, .075 y .019 unidades, respectivamente. En la fase de validación se encontraron relaciones significativas ($P < 0.05$) entre los valores de laboratorio y los obtenidos a través del NIRS (Cuadro 2). Sin embargo, el coeficiente de determinación para fibra detergente ácido (FDA) fue particularmente bajo (0.32); razón por la cual, se descartó su posible utilización en la fase de utilización. Los coeficientes para las demás variables fueron más aceptables (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variación de la calidad nutricional de muestras de maíz forrajero empleadas en la calibración de NIRS.

| | Proteína cruda, % | Fibra detergente ácido, % | Fibra detergente neutro, % | Digestibilidad <i>in vitro</i> , % |
|---------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Media | 7.19 | 30.60 | 57.49 | 71.29 |
| Máxima | 10.81 | 40.79 | 79.78 | 81.30 |
| Mínima | 4.44 | 18.32 | 43.64 | 60.21 |
| Desviación estándar | 1.139 | 5.709 | 6.517 | 3.834 |

En la fase de evaluación se encontró diferencias significativa entre híbridos ($P < 0.05$) en los porcentajes de proteína cruda obtenidos a través de laboratorio y NIRS. En concentraciones de fibra detergente neutro y digestibilidad *in vitro* no se observaron diferencias estadísticas entre los híbridos evaluados mediante las técnicas de laboratorio ($P > 0.05$) como se observa en el Cuadro 2; Sin embargo, a través de los análisis con la tecnología NIRS se detectaron diferencias significativas entre los híbridos ($P < 0.05$).

Cuadro 2. Análisis estadístico de las muestras utilizadas para validación para las variables Proteína Cruda (PC), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad *in vitro* (div).

| Variabes | Ecuación | r^2 | Sy.x | Significancia |
|----------|-----------------------|-------|-------|---------------|
| PC | $Y = -2.315 + 1.266x$ | 0.84 | 0.589 | 0.0001 |
| FDA | $Y = 7.312 + 0.767x$ | 0.32 | 2.20 | 0.0017 |
| FDN | $Y = -4.128 + 1.086x$ | 0.65 | 2.00 | 0.0001 |
| DIV | $Y = 6.648 + 0.913x$ | 0.55 | 1.60 | 0.001 |

Los híbridos evaluados tuvieron un porcentaje de proteína cruda promedio en laboratorio de 9.44% con un máximo de 10.57 % y mínimo de 8.62 %. En fibra detergente neutra, el valor promedio fue 53.40 % con valores máximos y mínimos de 60.77 y 53.38 %, mientras que en el caso de la digestibilidad *in vitro* el valor promedio fue 72.14 con valores máximos y mínimos de 74.12 y 68.00 %, respectivamente. Estos valores estuvieron dentro del rango de la población de muestras empleada en la calibración del aparato NIRS utilizado. Generalmente se observó que los errores estándares y los coeficientes de variación fueron menores en los análisis efectuados a través de la técnica NIRS.

Cuadro 3. Análisis de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y digestibilidad *in vitro* (DIV) de híbridos de maíz para forraje a través de técnicas convencionales de laboratorio y NIRS.

| Híbrido | PC, % Lab | PC, % NIRS | FDN, % Lab | FDN, % NIRS | DIV, % Lab | DIV, % NIRS |
|----------------|--------------|---------------|---------------|----------------|---------------|--------------------|
| AS-900 | 10.57a | 10.28a | 58.01 | 57.02ab | 72.12 | 68.59ab |
| DK-2020 | 9.87ab | 8.96ab | 53.46 | 56.05ab | 73.15 | 70.68ab |
| DK-2060 | 9.84ab | 9.06ab | 54.43 | 54.64ab | 73.58 | 71.21ab |
| DK-2000 | 9.82ab | 9.87ab | 58.72 | 57.76ab | 73.22 | 67.45b |
| SB-302 | 9.71ab | 9.87ab | 60.77 | 59.08a | 68.00 | 69.05ab |
| 30G40 | 9.67ab | 10.26a | 58.57 | 55.61ab | 71.61 | 72.67 ^a |
| BENGALA | 9.59ab | 9.38ab | 54.81 | 54.58ab | 74.40 | 68.99ab |
| HT-7806 | 9.59ab | 9.34ab | 55.40 | 56.49ab | 71.20 | 71.07ab |
| 8285 | 9.54ab | 9.20ab | 55.46 | 56.98ab | 73.58 | 71.00ab |
| 30F94 | 9.46ab | 9.07ab | 54.87 | 57.64ab | 71.88 | 70.33ab |
| AS-905 | 9.46ab | 9.34ab | 55.00 | 55.04ab | 74.12 | 72.11ab |
| AN-423 | 9.34ab | 9.13ab | 58.93 | 58.32a | 71.26 | 70.22ab |
| DK-2023 | 9.20ab | 9.03ab | 59.51 | 57.17ab | 69.22 | 70.28ab |
| OSO I | 9.10b | 8.94ab | 53.40 | 51.99b | 75.74 | 71.82ab |
| DK-2002 | 9.06b | 8.96ab | 57.38 | 56.05ab | 71.18 | 70.68ab |
| TNT-119 | 8.85b | 9.14ab | 58.80 | 57.25ab | 71.98 | 70.76ab |
| 30G45 | 8.65b | 9.02ab | 55.17 | 55.06ab | 72.34 | 69.26ab |
| 3025W | 8.62b | 8.58b | 60.74 | 59.07a | 69.92 | 69.15ab |
| Media | 9.44 | 9.33 | 56.86 | 56.40 | 72.14 | 70.33 |
| Máxima | 10.57 | 10.28 | 60.77 | 59.08 | 73.58 | 72.67 |
| Mínima | 8.62 | 8.58 | 53.40 | 51.99 | 68.00 | 68.59 |
| C. V. | 5.983 | 6.729 | 6.862 | 3.986 | 4.114 | 2.783 |
| Error estándar | 0.282 | 0.313 | 1.951 | 1.124 | 1.484 | 0.978 |

El híbrido AS-900 tuvo mayor porcentaje de proteína cruda que los híbridos OSO I, DK-2002, TNT-119, 30G40 y 3025W ($P < 0.05$) mediante los análisis de laboratorio convencionales, pero solo fue diferente al 3025W mediante los análisis a través del NIRS. Con los análisis de laboratorio convencionales, no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre híbridos en fibra detergente neutro. Sin embargo, a través del análisis NIRS los híbridos SB-302, 3025W

y AN-423 tuvieron mayores concentraciones de fibra detergente neutro que el híbrido OSO I ($P < 0.05$). Respecto a la digestibilidad *in vitro*, no se identificaron híbridos sobresalientes a través de los análisis de laboratorio convencionales, pero con los análisis a través de NIRS se observó que el híbrido 30G40 fue superior solo a DK-200 ($P < 0.05$) y estadísticamente igual a los demás híbridos ($P > 0.05$).

En general se puede observar que la mayoría de los híbridos evaluados tuvieron valores altos de proteína cruda. En fibra detergente neutro y digestibilidad *in vitro*, se observan diferencias de importancia práctica 53.4 vs 60.77 % y 68 vs 75.74% que no pudieron ser detectadas debido al mayor error estándar y coeficiente de variación en los análisis de laboratorio, pero si a través de los análisis a través de NIRS.

CONCLUSIONES

1. Se observó que la fibra detergente ácido fue la variable mas difícil de calibrar con la población de muestras de maíz empleadas en la calibración del NIRS.
2. Los errores estándares y el coeficiente de variación fueron menores en los análisis NIRS que con las técnicas convencionales de laboratorio; lo cual permitió detectar diferencias entre los híbridos evaluados.
3. En general la técnica NIRS permitió identificar mejor híbridos de maíz para forraje de alta calidad nutricional.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Cozzolino, D. 2002. Uso de la Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS) en el análisis de alimentos para animales. *Agrociencia*. (5) 2: 25-32.
- Davies AM y A. Grant. 1987. Review: Near Infra-red analysis of food. *Int. J. Food Sci. Technol*, 22:191-207.
- Goering HK, Van Soest PJ. , 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA-ARS Agric. Washington, DC. Handbook No. 379.
- ISI Window Near Infrared Software. 2002. The Complete Chemometric Solution for Sample Selection, Robust Calibrations, and networking NIRSystem and Infratec Instruments for Feed and Food applications. Infracsoft International, LLC. Version 1.50e.
- Núñez, HG, Contreras GF y Faz CR. 2003. Características agronómicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Téc Pecu Méx*. 41(1):37-48
- Shenk J. y M. Westerhas. 1993. Analysis of Agriculture and Food Products by Near Infrared Reflectance Spectroscopy. Monograph. Dept. of Agronomy. Penn State University and Infracsoft .
- SAS. 1990. SAS/STAT ® User's Guide, Versión 6.0. SAS Institute, Cary, NC. 1686 p.

FLORACIÓN, CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN CALABACITA *Cucurbita pepo* L. POR APLICACIÓN DE ETILENO Y USO DE AGROPLÁSTICOS

J. Hernández-Dávila¹; V. Robledo-Torres; J. G. Ramírez-Mezquitic; E.
Bacópulos-Téllez; J. M. Ramírez-Cerda; L. M. Durón-Ochoa

¹Departamento de Horticultura, División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Domicilio Conocido, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Correo – e.: jhdavila@att.net.mx

INTRODUCCIÓN

México ocupa el 1^{er} lugar mundial como exportador de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) por lo cual, es producto importante en la captación de divisas. En 1990, se cosecharon 175,125 ton, siete años mas tarde, la producción se incrementó casi al doble en una superficie de 27,807 ha. La planta de calabacita es herbácea, anual, monoica con flores masculinas y femeninas y, al igual que otras cucurbitáceas al principio de su crecimiento es una planta mas masculina que femenina y trae como consecuencia retraso en los días a cosecha.

Una alternativa para promover la floración femenina en las cucurbitáceas es la aplicación foliar de ácido-2-cloroetilfosfónico a través de productos como el ethephon o el ethrel, que en el interior de la planta liberan etileno. En este sentido, se han realizado diversos experimentos, con el fin de promover la reducción del número de flores masculinas para alterar la expresión sexual y los patrones de floración (Weaver, 1982), para inducir precocidad en los días a floración y en los días a cosecha y para alterar el crecimiento de las plantas (Splittstoesser, 1970; Hume y Lovell, 1983). Con aplicaciones foliares de ethephon o ethrel, cuando las plantas tenían 2, 4 o 6 hojas verdaderas, se han conducido experimentos para evaluar componentes del rendimiento como el número de frutos por planta y la producción por unidad de superficie (Hume y Lovell, 1983; Arora y Partap, 1988).

Por otra parte, la tendencia actual en consumir productos hortícolas en cualquier época del año, unida a la imperiosa necesidad del agricultor de mejorar las técnicas de producción en busca de mayor beneficio económico, a dado lugar al empleo de plásticos a fin de proteger los cultivos hortícolas de factores climáticos adversos y obtener precocidad y mayor rendimiento (Robledo y Martín, 1989). El empleo de los plásticos como cubierta en macrotúneles, implica modificar el crecimiento de las plantas en especies como calabacita, melón, pepino, entre otras, sin disminuir su rendimiento y aprovechar las ventajas que tiene el uso de este tipo de estructuras.

Por lo anterior, los objetivos del estudio fueron estudiar el comportamiento sexual de la calabacita bajo diferentes dosis de ácido-2-cloroetilfosfónico y evaluar el crecimiento y productividad de esta hortaliza.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la UAAAN durante el ciclo p - v de 1995. Se probaron seis tratamientos de ethrel que fueron: testigo, 100, 200, 300, 400 y 500 mg.L⁻¹ de ethrel, en aplicación foliar. El producto ethrel contiene 22 % de etileno que a alta presión es líquido y al contacto con el aire se vuelve gas. Este producto se aplicó una vez a los 30 dds (días después de la siembra) cuando las plantas tuvieron entre tres y cuatro hojas verdaderas. Se utilizaron atomizadores manuales de 1 L de capacidad. El cultivo se estableció en un macrotúnel de 4 m de ancho, 15 m de largo y 1.85 m en su parte mas alta. Para fertilizar, se aplicó al suelo 100, 60 y 100 kg de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. La mezcla de fertilizantes se colocó al centro de la cama de siembra a 12 cm de profundidad. El riego se aplicó con cintilla con goteros espaciados a 30 cm y gasto de 480 litro.h⁻¹ en 100 m. El número de riegos fue 33, se regó cuando el suelo contenía el 60 % de la humedad aprovechable. La cama de siembra tuvo 40 cm de ancho y fue acolchada con plástico negro. Se sembró manualmente, el híbrido Tala, el 26 de marzo de 1995 en tierra a capacidad de campo. Se depositaron tres semillas por golpe, la separación entre plantas fue 50 cm y entre hileras 1 m. A los ocho días después de la siembra se aclareo para dejar una planta por golpe. Se instalaron tutores a las plantas con hilo de rafia. Se practicaron dos podas, a los 45 y 85 dds.

Las variables medidas fueron: Diámetro de tallo, a los 42 y 80 dds, se midió el cuello de la planta con un vernier. Altura de planta, a los 42 y 80 dds, con regla métrica se midió desde el cuello de la planta hasta la parte mas alta de la misma. Frutos totales, se contaron los frutos que se cosecharon en cada corte y se sumaron al final de la cosecha, se expresó en frutos por m². Expresión sexual, a partir de los 27 dds, cada tercer día durante 10 días, se contaron las flores masculinas y femeninas por planta, en tres plantas por unidad experimental. Rendimiento, a los 40 dds se inició la cosecha y de ahí cada tercer día hasta completar 23 cortes. Se cosecharon los frutos que tenían entre 12 y 15 cm de longitud y se pesaron en balanza de reloj. Producción de energía, se colecto toda la biomasa producida por una planta, durante el ciclo del cultivo y se siguió la técnica de determinación de la energía bruta usando una bomba calorimétrica Parr y se expresó en kcal.m². Fueron seis tratamientos que se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental ocupó 2.5 m² con 0.5 plantas.m².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diámetro de tallo.

En el Cuadro 1, se anotan los efectos de los tratamientos con diferencias significativas

(Tukey, 0.05) entre el testigo y donde se aplicó 200 o 300 mg.L⁻¹ de ethrel con reducción del diámetro de tallo, en estos últimos, de 31.8 y 30.9 %, en la primera fecha y 29.7 y 35.9 % en la segunda fecha, respectivamente. En todos los tratamientos donde se aplicó ethrel, las plantas disminuyeron su diámetro de tallo, quizá ocasionado por la respuesta de la planta elevando la concentración de auxinas como un efecto secundario del incremento en la concentración de etileno liberado por el producto aplicado ya que, al elevarse la concentración de una hormona también lo hace la concentración de otra (Rojas y Ramírez, 1993).

Altura de planta.

Los efectos de los tratamientos en las plantas de calabacita se anotan en el Cuadro 1. La comparación de medias encontró diferencias significativas (Tukey, 0.05) entre el testigo y los tratamientos donde se aplicó 100, 200 o 300 mg.L⁻¹ de ethrel con reducción en la altura de la planta, en estos últimos, de hasta 36.4 % en ambas fechas. Estos resultados coinciden con los reportados por Splittstoesser (1970) y Hume y Lovell (1983) quienes asperjaron plantas de calabacita con ácido-2-cloroetilfosfónico a dosis de 100, 200 o 300 mg.L⁻¹ y redujeron la altura de la planta.

Cuadro 1. Comparación de medias de características del crecimiento en planta de calabacita evaluadas con diferentes dosis de ethrel. Los valores son promedio de cuatro repeticiones \pm error estándar.

| Trata (mg.L ⁻¹) | Diámetro de tallo (cm) | | Altura de planta (cm) | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | 42 dds | 80 dds | 42 dds | 80 dds |
| Testigo | 3.37 \pm 0.33 a ^z | 3.84 \pm 0.29 a ^z | 122.7 \pm 9.97 a ^z | 140.7 \pm 4.82 a ^z |
| 100 E | 2.66 \pm 0.07 ab | 2.94 \pm 0.15 ab | 81.5 \pm 7.80 cd | 98.0 \pm 7.49 b |
| 200 E | 2.30 \pm 0.10 b | 2.70 \pm 0.21 b | 78.0 \pm 5.11 d | 97.0 \pm 8.06 b |
| 300 E | 2.33 \pm 0.22 b | 2.46 \pm 0.27 b | 96.2 \pm 5.29 b | 106.2 \pm 3.84 b |
| 400 E | 2.68 \pm 0.26 ab | 2.78 \pm 0.24 b | 85.2 \pm 5.96 bcd | 123.7 \pm 9.57 ab |
| 500 E | 2.63 \pm 0.26 ab | 2.86 \pm 0.22 ab | 93.0 \pm 2.38 bc | 115.7 \pm 3.96 ab |

Trata= tratamiento, E = etileno, dds: días después de siembra, ^z: medias con la misma letra dentro de columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con $P \leq 0.05$.

Expresión sexual.

Flores pistiladas. En el Cuadro 2 se puede observar que la aplicación foliar de ethrel tiene efecto en aumentar las flores femeninas. En estudios previos con aplicaciones foliares de

ethrel o ethephon en diferentes dosis, Rappaport (1977), 200 y 400 mg.L⁻¹, Loy *et al.* (citados por Maroto, 1989), 240 y 480 mg.L⁻¹, Hume y Lovell (1983), 300 mg.L⁻¹ y Arora y Partap (1988), 200 mg.L⁻¹, en calabacita reportaron estímulo en la formación de flores pistiladas, adelantó de la floración e incremento en el número de flores femeninas. *Flores estaminadas*: La aplicación foliar de ethrel o ethephon en plantas de calabacita redujo el número de estambres y retardó y redujo las flores masculinas (Arora y Partap, 1988).

Frutos totales por planta.

Los efectos de los tratamientos se anotan en Cuadro 3. La comparación de medias encontró diferencias significativas (Tukey, 0.05) entre el testigo y el tratamiento donde se aplicó 200 mg.L⁻¹ de ethrel con incremento de 10 frutos por planta, en este último; este incremento, puede ser un efecto indirecto como resultado de alterar la expresión sexual con tendencia hacia la feminidad de las plantas de calabacita reportadas en este estudio. Resultados que coinciden con los reportados por Krishnamoorthy y Sandooja (1981) en calabacita, quienes aplicaron desde 50 hasta 390 ppm de ethrel o ethephon, y reportaron incremento en el número de frutos por planta.

Cuadro 2. Expresión sexual en calabacita por conteo de flores masculinas y flores femeninas en diferentes fechas de muestreo. Los valores son promedio de cuatro plantas.

| Trata | E Sexual | 27 dds | 29 dds | 31 dds | 33 dds | 35 dds | 37 dds | Media |
|------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Testigo | ♂ | 8.25 | 7.75 | 7.00 | 6.00 | 7.00 | 7.50 | 7.25 |
| | ♀ | 2.25 | 10.00 | 9.75 | 8.75 | 11.00 | 12.00 | 8.71 |
| 100 mg.L ⁻¹ | ♂ | 7.00 | 3.25 | 3.50 | 4.25 | 6.00 | 6.75 | 5.00 |
| | ♀ | 2.25 | 7.75 | 9.00 | 9.25 | 9.75 | 10.25 | 8.04 |
| 200 mg.L ⁻¹ | ♂ | 7.75 | 3.50 | 6.50 | 6.25 | 7.50 | 7.75 | 6.54 |
| | ♀ | 2.25 | 9.00 | 9.25 | 10.50 | 11.25 | 13.25 | 9.25 |
| 300 mg.L ⁻¹ | ♂ | 6.50 | 3.50 | 5.50 | 5.50 | 6.75 | 7.25 | 5.83 |
| | ♀ | 2.75 | 8.25 | 7.50 | 8.50 | 9.50 | 10.50 | 7.83 |
| 400 mg.L ⁻¹ | ♂ | 9.50 | 3.75 | 6.50 | 6.00 | 6.75 | 7.75 | 6.71 |
| | ♀ | 3.00 | 10.50 | 9.25 | 10.50 | 14.00 | 14.50 | 10.29 |
| 500 mg.L ⁻¹ | ♂ | 6.25 | 2.25 | 3.75 | 5.00 | 6.50 | 6.50 | 5.04 |
| | ♀ | 1.50 | 6.75 | 7.75 | 8.50 | 9.50 | 11.00 | 7.50 |

E = expresión, dds = días después de siembra, mg.L⁻¹ = miligramos por litro, ♂ = flores estaminadas, ♀ = flores pistiladas.

Cuadro 3. Comparación de medias de dos componentes del rendimiento y producción de energía en el cultivo de calabacita, evaluado con diferente dosis de ethrel. Los valores son promedio de cuatro repeticiones \pm error estándar.

| Tratamiento (mg.L ⁻¹) | Frutos totales por planta (n _o) | Rendimiento (kg.m ⁻²) | Producción de energía (Kcal.m ⁻²) |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Testigo | 55.8 \pm 2.21 ab ^z | 3.91 \pm 0.13 c ^z | 1302.32 \pm 70.02 b ^z |
| 100 E | 55.9 \pm 4.51 ab | 4.30 \pm 0.27 bc | 1543.96 \pm 30.92 ab |
| 200 E | 66.9 \pm 7.81 a | 5.61 \pm 0.43 a | 1714.28 \pm 96.6 ab |
| 300 E | 53.0 \pm 3.70 b | 4.17 \pm 0.21 c | 1560.46 \pm 90.8 ab |
| 400 E | 61.9 \pm 1.67 ab | 5.30 \pm 0.32 ab | 1731.43 \pm 87.9 ab |
| 500 E | 58.8 \pm 5.96 ab | 4.43 \pm 0.17 bc | 1906.17 \pm 97.32 a |

E: etileno, mg.L⁻¹: miligramos por litro, n_o: número, kg.m⁻²: kilogramos por metro cuadrado, Kcal.m⁻²: kilocalorías por metro cuadrado, ^z: medias con la misma letra dentro de columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey con $P \leq 0.05$.

Rendimiento.

La comparación de medias encontró diferencias significativas (Tukey, 0.05) entre el testigo y los tratamientos donde se aplicó 200 o 400 mg.L⁻¹ de ethrel (Cuadro 3) con incremento en el rendimiento, en estos últimos, de más del 40 %; resultados influenciados por el incremento en el número de flores femeninas y frutos por planta, encontrados en este estudio. Estos resultados coinciden con los reportados por Krishnamoorthy y Sandooja (1981), Hume y Lovell (1983) y Arora y Partap (1988) quienes aplicaron 50, 100, 150, y 300 mg.L⁻¹ de ethrel e incrementaron el rendimiento. En general, el incremento del rendimiento se debe al efecto de los tratamientos y a la integración de las técnicas de plasticultura usadas en este trabajo.

Producción de energía.

Efectos significativos en la energía acumulada por m², se encontraron entre el testigo y el tratamiento donde se aplicó 500 mg.L⁻¹ de ethrel (Cuadro 3) con incremento de más de 600 kcal.m⁻² en éste último, es decir casi 50 % superior. Esta energía cosechada es consecuencia del incremento en el rendimiento y, posiblemente de la mayor producción de área foliar de las plantas.

CONCLUSIONES

Con la aplicación foliar de ethrel se logró reducir el diámetro de tallo y la altura de la planta hasta en 35.9 y 36.4 %, respectivamente. Se logró alterar la expresión sexual en las

plantas de calabacita al modificar la proporción promedio de flores masculinas flores femeninas con incrementó al aplicar ethrel, hasta en 34.2 %. Los frutos por planta y el rendimiento de fruto se incrementaron significativamente al aplicar 200 mg.L⁻¹ de ethrel con 66.9 frutos y 5.61 kg.m², respectivamente. La mayor cosecha de energía se tuvo al aplicar 500 mg.L⁻¹ de ethrel con 1906.17 kcal.m⁻².

BIBLIOGRAFÍA

- Arora, S. K., P. S. Partap. 1988. Effect of plant growth regulators on vegetative growth, flowering and fruit yield in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch). Horticultural Abstracts 60 (9): 833.
- Arteca, R. N. 1996. Plant Growth Substances: Principles and applications. Chapman & Hall, New York. 332 p.
- Hume, R. J., P. A. Lovell. 1983. The control of sex expression in cucurbits by ethephon. Horticultural Abstracts 54 (2-3): 84.
- Krishnamoorthy, H. N., J. K. Sandooja. 1981. Effect of ethrel and GA₃ on growth, flowering and sex expression of *Cucurbita pepo* L. Horticultural Abstracts 53 (3): 177.
- Matto, A. K. & J. C. Suttle. 1991. The Plant Hormone Ethylene. CRC Press. New York. 337 p.
- Maroto, J. V. 1989. Horticultura Herbácea Especial. 3ª edición. Editorial Mundi Prensa. Madrid. 629 p.
- Rappaport, L. 1977. Plant Growth Regulators. Study guide for agriculture pest control. Advisers division of agricultural science. University of California. Los Ángeles. 78 p.
- Robledo de P., F. y L. M. Vicente. 1989. Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. Ed. Mundi – Prensa, 2ª edición. Madrid, España.
- Rojas G., M. y H. Ramírez. 1993. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas, fisiología – tecnología - experimentación. 2ª edición. Ed. Limusa. México. 263 p.
- Splittstoesser, W. E. 1970. Effects of 2 – chloroethylphosphonic acid and gibberellic acid on sex expression and growth of pumpkins. Horticultural Abstracts 41 (1-2): 143.
- Valadez, A. 1995. Producción de Hortalizas. Noriega Editores, Ed. Limusa, S.A. de C.V. México. 298 p.
- Weaver, R. J. 1982. Reguladores de Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Ed. Trillas. México. 620 p.

REGRESIÓN, CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE SENDERO PARA PREDECIR LA FLORACIÓN EN CILANTRO *Coriandrum sativum* L.

José Hernández-Dávila¹, Valentín Robledo-Torres, Adalberto Benavides-Mendoza, Elyn Bacópulos-Téllez, Víctor Reyes-Salas, J. G. Ramírez-Mezquitic

¹Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, División de Agronomía, Departamento de Horticultura, Buenavista, Saltillo, Coahuila. C. P. 25315. E – mail: jhdavila@att.net.mx

INTRODUCCIÓN

En Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas durante el año 2000, se sembraron 544 ha con cilantro, con rendimiento de 15.5 ton ha⁻¹ (SAGARPA, 2002). El clima caliente causa que el cilantro florezca muy rápido, cese el crecimiento de follaje, el producto es de menor calidad, plantas de poca altura y bajo rendimiento; en ocasiones, es preferible no cosechar el producto (Hernández, 2003). En el Sur de Coahuila se han realizado actividades de investigación en este cultivo donde se determinaron los días a punteamiento (floración prematura) y la aplicación de algunas técnicas para retrasarlo.

Conocer los días a punteamiento es de utilidad practica para el horticultor que siembra cilantro pues, le permite programar la época de cosecha. Sin embargo, sería de mayor utilidad poder predecirlos a través de modelos matemáticos que se usan en amplias áreas del conocimiento (Infante y Zarate, 1984; Sutton, 1996). Existen criterios para establecer la confiabilidad de los modelos entre ellos, están el coeficiente de determinación (R^2) (Infante y Zarate, 1984), el R^2 ajustada y otros como el análisis de residuales y el de coeficientes de sendero (Schwartz *et al.*, 1997). Este último es un método de partición de los coeficientes de correlación en efectos directos e indirectos a través de senderos alternativos (McGiffen, 1994).

En base de lo anterior, el objetivo del trabajo fue generar modelos matemáticos para predecir el punteamiento del cilantro sembrado en tres diferentes ambientes, utilizando diversas metodologías, valores primarios e índices fisiotécnicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la UAAAN durante 1998, se uso el diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. El factor A fue ambiente de producción: 1= ambiente normal (con temperatura promedio durante el ciclo de 18.7 °C y fotoperíodo de 11:55 horas), 2= temperatura modificada por una capa de polietileno transparente (con temperatura promedio durante el ciclo de 27.4 °C y fotoperíodo de 11:55 horas) y 3= fotoperíodo reducido 1.5 horas con película de polietileno negro (con temperatura promedio durante el ciclo de 18.7 °C y fotoperíodo de 9:55 horas). El Factor B fue genotipo: 1= Criollo de Ramos, 2= Marroquí, 3=

Sun Master y 4= Slow Bolt. La parcela grande midió 6.5 m de longitud y 1.10 m de ancho, la parcela chica midió 1.20 m de longitud y 1.00 m de ancho; la parcela útil fueron tres surcos de un metro de largo cada uno. Se realizaron 8 muestreos cada siete días a partir de los 24 días después de la siembra, evaluando las variables: peso seco y área foliar, se cosecho la parte aérea de plantas con competencia completa en 10 cm de surco de las cuales se seleccionaron cinco plantas representativas que fueron cuantificadas en el analizador de área foliar (LI – 3000), posteriormente se secaron a temperaturas de 60 – 70 °C durante 72 horas en estufa de aire forzado y por último se pesaron en balanza analítica. Índices fisiotécnicos: Debido a que el área foliar y peso seco guardan una relación lineal, se decidió utilizar las fórmulas citadas por Hernández (2003) para estimar los índices tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa relativa de crecimiento (TRC), tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF), tasa de asimilación neta (TAN), duración del área foliar (DAF) y relación de área foliar (RAF).

Procedimiento. Con estas variables se generaron modelos matemáticos complejos y prácticos con el fin de seleccionar el ó los mejores en base al valor del coeficiente de determinación (R^2), al valor del coeficiente de determinación ajustado (R_a), la varianza explicada por el modelo y la significancia. Para determinar que variables incluir en los modelos, se realizaron análisis de regresión múltiple (StatSoft, 1995). Después, se realizaron las correlaciones simples posibles, seleccionando las que mostraron mayor asociación con los días a punteamiento. Luego, fueron analizadas con el subprograma estimación no lineal usando la regresión logística (StatSoft, 1995). Esto, permitió generar los modelos prácticos para predecir el punteamiento. Para determinar el efecto directo de las variables correlacionadas con los días a punteamiento se realizó análisis de sendero en dos de los ambientes de producción. En el ambiente de producción Normal este análisis no se realizó ya que solo un modelo mostró alto valor predictivo. Las variables de mayor peso de acuerdo a la regresión múltiple, análisis de sendero y correlaciones se consideraron en la generación de modelos prácticos mediante la regresión logística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelos con regresión múltiple. En el Cuadro 1 se muestran los modelos con la interacción valores primarios e índices fisiotécnicos. Para el ambiente normal los mejores estimadores fueron la relación de área foliar a los 66 dds (RAF66) y el área foliar a los 24 dds (AF24), para el ambiente incremento de temperatura se tiene que la interacción tasa relativa de crecimiento foliar a los 52 dds (TRCF52) y peso seco a los 38 dds (PS38) fue la que generó el mejor modelo y para el ambiente con reducción del fotoperíodo los mejores estimadores fueron

la tasa relativa de crecimiento foliar a los 45 dds (TRCF45) y la duración de área foliar a los 66 dds (DAF66). Es decir, un modelo para cada ambiente de producción, resultados que se contraponen con los de Bugarin *et al.* (2002) en tomate, quienes generaron un modelo cuya aplicación se espera sea válida indistintamente de las condiciones ambientales. Los modelos aquí generados, mostraron buen ajuste para describir los días a punteamiento con un coeficiente de determinación ajustado de 0.99, coeficientes similares a los encontrados en durazno por Espinoza *et al.* (1998). Aún y cuando estos modelos mostraron un alto valor predictivo para los días a punteamiento presentan, al menos dos de ellos, el inconveniente de que involucran índices fisiotécnicos que deben ser estimados a los 66 dds y en el caso de las siembras de cilantro en primavera - verano los días a punteamiento se alcanzan antes de este tiempo.

Cuadro 1. Modelos generados con regresión múltiple para estimar DP (días a punteamiento).

| AMBIENTE | MODELO | R _a |
|--------------------|-----------------------------------------------|----------------|
| Normal | DP = 67. 86 + 2.669 (AF24) + 156. 021 (RAF66) | 0.99* |
| Incremento de Temp | DP= 125. 45 -.208 (PS38) - 316. 267 (TRCF52) | 0.99* |
| Reducción del Foto | DP= 80.483 + 0.026 (DAF66) + 156.149 (TRCF45) | 0.99* |

RAF = relación de área foliar a los 66 días después de la siembra, AF = área foliar a los 24 días después de la siembra, PS = peso seco a los 38 días después de la siembra, TRCF = tasa relativa de crecimiento foliar a los 52 y 45 días después de la siembra, DAF = duración de área foliar a los 66 días después de la siembra, Temp = temperatura, Foto = fotoperíodo, R_a = coeficiente de determinación ajustado, *regresión significativa con P ≤ 0.01.

Correlaciones.

Al generar las correlaciones entre 64 variables, para cada ambiente, se pudo observar que hubo 2, 25 y 20 variables relacionadas con los días a punteamiento, para el ambiente normal, incremento de temperatura y reducción del fotoperíodo, respectivamente. En el Cuadro 2 se muestran las correlaciones seleccionadas con base en un alto valor del coeficiente de correlación.

Modelos con regresión logística. Las 47 variables correlacionadas con los días a punteamiento fueron corridos en regresión no lineal con el objetivo, de generar modelos prácticos. Los resultados de este análisis fueron 35 modelos y en función de la varianza explicada por el modelo y del coeficiente de determinación ajustado (R_a) se seleccionó el mejor modelo para cada ambiente de producción (Cuadro 3). Estos resultados coinciden con los de Rebolledo (1998) quien generó modelos de regresión en experimentos de fertilización y

encontró que modelos diferentes generan dosis óptimas económicas diferentes. Por otra parte, las variables AF24, PS38 y TRCF52 en el Cuadro 3, aunque altamente asociadas a los días a punteamiento, no son indicativos de una causa y efecto, pero son útiles en la determinación del grado y dirección de la asociación entre dos variables (Singh y Singh, 1973).

Cuadro 2. Correlaciones seleccionadas con base en el coeficiente de correlación (R).

| AMBIENTE | VARIABLE | R |
|------------------------|---------------------------|--------|
| Normal | Área foliar a los 24 dds* | .9916 |
| | Área foliar a los 31 dds | .8277 |
| Incremento Temperatura | Peso seco a los 38 dds | -.9506 |
| | Peso seco a los 52 dds | -.9252 |
| Reducción Fotoperíodo | TRCF a los 45 dds | .9433 |
| | TRCF a los 52 dds | .9810 |

*dds = días después de siembra, TRCF = tasa relativa de crecimiento foliar.

Cuadro 3. Parámetros de los modelos prácticos seleccionados

| Ambiente | Variable | B ₀ | B ₁ | B ₂ | VE, % | R _a |
|--------------------|----------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|
| Normal | AF24 | 5.8959 | - 6.1048 | 5.8629 | 98.24 | 0.99 |
| Incremento de temp | PS38 | 0.1338 | - 2.4746 | 0.1346 | 90.44 | 0.95 |
| Reducción del foto | TRCF52 | - 0.9895 | - 0.0013 | 0.0333 | 96.27 | 0.98 |

temp = temperatura. foto = fotoperíodo. VE = varianza explicada por el modelo, R_a = Coeficiente de determinación ajustado, AF = área foliar a los 24 dds, PS = peso seco a los 38 dds, TRCF = tasa relativa de crecimiento foliar a los 52 dds.

Modelos con análisis de sendero. En los ambientes de producción con incremento de temperatura y reducción del fotoperíodo, hubo 45 variables correlacionadas con los días a punteamiento; de ellas, se seleccionaron 10 variables en cada ambiente para efectuar el análisis de sendero. En el ambiente normal esta análisis no se realizó porque solo dos variables mostraron asociación con los días a punteamiento. Los resultados mostraron que las variables con mayor efecto directo en los días a punteamiento fueron RAF24 y DAF38 con valores de 1.002 y 2.023, para los ambientes incremento de temperatura y reducción del fotoperíodo, respectivamente. Estas variables son diferentes a las involucradas en los modelos con regresión logística, resultados que coinciden con los reportados por Robledo *et al.* (2003) quienes con el

análisis de sendero encontraron variables diferentes a las del análisis por correlación, asociadas con el rendimiento. Por consiguiente, los modelos seleccionados con éste análisis se anotan en el Cuadro 4 y al ser diferentes a los seleccionados con la regresión logística se resuelven estos modelos con el fin de observar su valor predictivo. Al comparar los días a punteamiento estimados con los días a punteamiento observados, se comprobó que todos los modelos mostraron alto valor predictivo; por lo cual, tanto la regresión logística como el análisis de sendero, seleccionan variables que estiman con mayor aproximación los días a punteamiento del cilantro, sembrado en diferente ambiente de producción. De acuerdo a lo citado por Schwartz *et al.* (1997) y por Hernández (2003) estos modelos son de utilidad práctica para el agricultor con el fin de programar la fecha de cosecha.

Cuadro 4. Solución de los modelos en ambiente con IT y RF.

| A. de P. | MODELO | DPO | DPE |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| IT, RL | $DP = \exp[(0.134) \cdot ps38] / [1 + ((0.134) \cdot \exp(-2.475))] + [(0.135) \cdot ps38]$ | 78.2 | 78.8 |
| IT, AS | $DP = \exp[(-.808) \cdot raf24] / [1 + ((0.808) \cdot \exp(0.203))] + [(0.0030) \cdot raf24]$ | 78.2 | 76.7 |
| RF, RL | $DP = \exp[(-0.99) \cdot trcf52] / [1 + ((-0.99) \cdot \exp(-0.001))] + [(0.033) \cdot trcf52]$ | 95.7 | 95.9 |
| RF, AS | $DP = \exp[(0.238) \cdot daf38] / [1 + ((0.238) \cdot \exp(-3.20))] + [(0.24) \cdot daf38]$ | 95.7 | 95.8 |

A. de P. = ambiente de producción, IT = incremento de temperatura, RF = reducción del fotoperíodo, RL = regresión logística, AS = **análisis de sendero**, **DPO y DPE = Días a Punteamiento observados y estimados, respectivamente.**

CONCLUSIONES

La regresión logística y el análisis de sendero permiten generar modelos con alto valor predictivo para estimar los días a punteamiento en cilantro. Las variables AF24 en ambiente normal, PS38 y RAF24 en ambiente con incremento de temperatura y TRCF52 y DAF38 en ambiente con reducción de fotoperíodo, fueron las que mejor explicaron los días a punteamiento en cilantro. Por su efecto directo en los días a punteamiento, los modelos que involucran a las variables RAF24 y DAF38 son los mejores para estimar los días a punteamiento en cilantro.

BIBLIOGRAFÍA

- Bugarin M., R.; A. G. Spinola; P. S. García y D. G. Paredes. 2002. Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total de tomate. *Terra* 20: 401 – 409.
- Espinoza, J.; J. Ortiz - Cerecères; Ma. del C. Mendoza - Castillo; J. A. Villaseñor – Alba; A. Villegas – Monter; C. Peña – Valdivia; G. Almaguer - Vargas. 1998. Modelos de regresión para la estimación del peso fresco y seco de ramas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch.). *Revista Chapingo Serie horticultura* 4 (2): 125 – 131.

-
- Hernández D., J. 2003. Crecimiento y desarrollo del cilantro *Coriandrum sativum* L. por efecto del fotoperíodo y la temperatura y su control con fitorreguladores. Tesis de Doctor en Ciencias, FAUANL – UANL, Marín, N. L. 172 p.
- Infante G., S. y G. P. Zarate de L. 1984. Métodos Estadísticos. Ed. Trillas. México. Pp. 463 – 467, 513 – 515.
- McGiffen, M. E. Jr. 1994. Path analysis of tomato yield components in relation to competition with black and eastern black nightshade. J. Am. Hortic. Sci. 119 (1): 6 – 11.
- Rebolledo R., H. H. 1998. Estimación de diferentes modelos de regresión a experimentos de fertilización y su comparación con fines de generar recomendaciones optimas económicas. I. Casos con un factor. Terra 16 (3): 247 - 252
- Robledo T., V., J. H. Dávila, A. B. Mendoza, F. R. Godina. 2003. Análisis de sendero en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo riego y temporal. AGROFAZ 3 (1): 187 – 192.
- SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico. Dirección de Estadística y Cálculo de México.
- Schwartz, M. D.; G. J. Carbone; G. L. Reighard; W. R. Okie. 1997. A model to predict peach phenology and maturity using meteorological variables. Hort Science 32 (2) : 213 – 216.
- Singh, M. and R. K. Singh. 1973. Correlation and path – coefficient analysis in barley (*Hordeum vulgare* L.). Indian J. Agric. Sci. 43 (5): 455 – 458.
- StatSoft, Inc. 1995. STATISTICA for windows (Computer program manual). Tulsa, OK. StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK.
- Sutton, T. B. 1996. Changing options for the control of deciduous fruit tree diseases. Annual Review of Plant Phytopathology 34: 527- 547.

CALIBRACION DE CAMPO DE FUENTES RADIOACTIVAS PARA ESTIMAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

**Marco A. Inzunza Ibarra, Magdalena Villa Castorena,
Ernesto Catalán Valencia, Abel Román López y Felipe Mendoza Moreno.**

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación agua Suelo Planta Atmósfera
(CENID RASPA INIFAP). Canal Sacramento km 6.5 margen derecha, Gómez Palacio, Dgo.
Tel y Fax: 71910.76 y 77 inzunza.marco@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Para estudiar el movimiento del agua a través del suelo se requieren determinaciones del contenido de humedad precisas y continuas de acuerdo al grado de sofisticación de los estudios. El método gravimétrico cumple con la primera condición de precisión, siempre y cuando se realice sin fuentes de error en su determinación, sin embargo, con este método no es posible alcanzar la frecuencia deseable en este tipo de investigaciones, por lo cual a través de los años lo han desplazado otros métodos, los cuales han sido calibrados tomando como referencia la gravimetría. Entre estos métodos se encuentra la utilización de fuentes radioactivas ya que presentan rapidez en la determinación, fácil manejo, precisión aceptable, no es destructivo para el cultivo y se pueden realizar mediciones periódicas en un mismo sitio y a diferentes profundidades (Stone *et al.*, 2001). Sin embargo, para el logro de una mayor precisión en la estimación del régimen hídrico con el aspersor de neutrones, es necesario efectuar ajustes debido a la variabilidad en las características físicas y químicas de los suelos (Haverkamp *et al.*, 1984; Hauser, 1984). La calibración de campo, debe incluir la variación de lecturas de la fuente radioactiva dentro del campo blindado, con el propósito de incluir el deterioro normal del sistema electrónico del aspersor de neutrones (Moroke *et al.*, 2005). De acuerdo al principio expuesto, se planteó este estudio con el objetivo de realizar la calibración del aspersor de neutrones para la estimación precisa de la humedad del suelo y además, verificar y adecuar la metodología de calibración de fuentes radioactivas.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se desarrolló en el Campo Experimental del CENID-RASPA ubicado en Gómez Palacio, Dgo. Suelos que pertenecen a la serie Coyote la cual es predominante por el área que domina en la región. Suelos profundos con poca variabilidad de textura (Migajón arcillosa). Para la obtención de datos de contenido de humedad con gravimetría, se utilizó las barrenas Vehimeyer y California para muestreos en seco y en húmedo respectivamente; fueron utilizados botes de aluminio para el transporte de las muestras y un horno de secado para su

deseccación a peso constante.

El aspersor de neutrones utilizado tiene integrado en una sola unidad sus partes fundamentales como son, la fuente radioactiva, el sistema electrónico y el bloque de baterías recargables. Las características más relevantes de este instrumento son las siguientes:

| | |
|------------------------|------------------------------|
| Marca | Troxler |
| Modelo: | 3322 |
| Fuente radioactiva: | Americio-241-berilio |
| Intensidad | 10mCi, 2.5×10^4 n/s |
| Tipo de Detector: | He ₃ |
| Centro estándar medio: | 675 |
| Material Protector: | Polietileno |

Se establecieron tubos de aluminio como acceso de la fuente radioactiva a las diferentes profundidades de muestreo. El diámetro exterior fue de 2", 3 mm de aspersor y 150 cm de longitud. En la parte inferior de los tubos se sellaron y en su parte superior fueron tapados después de tomar lecturas para evitar la entrada de agua de lluvia. Para realizar la instalación de los tubos de acceso, se utilizó una barrena de caja con diámetro exterior ligeramente más grande al tubo de acceso con la finalidad de asegurar la continuidad del suelo y tubo en la vecindad de su unión. En cada parcela de estudio se ubicaron dos tubos de aluminio a 1.20 m de profundidad, se procuró que los tubos sobresalieran 20 cm del nivel del suelo para evitar la entrada de agua a los mismos durante la aplicación del agua de riego.

Método de calibración.

Se propiciaron diferentes condiciones de humedad en las parcelas de estudio con el fin de realizar la determinación de humedad con gravimetría y sus respectivas lecturas con el aspersor de neutrones en todo el rango aprovechable de humedad en el suelo por la mayoría de los cultivos. De esta manera se tuvieron condiciones de saturación cuando se muestreó inmediatamente después de desaparecer el agua sobre la superficie hasta de extrema sequía al no aplicarse riego en las mencionadas parcelas.

La metodología consistió en tomar lecturas con el aspersor de neutrones, insertando la sonda sobre la que está montada la fuente radioactiva, a las profundidades de 0-30, 30-60, 60-80, 80-100, y de 100-120 cm de suelo. Debe aclararse que en el primer estrato superficial de 20 cm de suelo, no se utilizó la fuente radioactiva en la medición del contenido de humedad volumétrica para evitar incurrir en estimaciones erróneas por el escape de neutrones a la atmósfera.

La calibración del aparato consistió en correlacionar, mediante la técnica de regresión, el contenido de humedad volumétrica determinada con el método gravimétrico para los diferentes estratos de exploración radical con la relación de conteo de neutrones lentos en las mismas profundidades de suelo. Para realizar el monitoreo de humedad del suelo por medio de gravimetría, se procedió a al muestreo a una distancia no mayor de 20 cm alrededor de los tubos de acceso, se realizaron tres repeticiones para cada una de las profundidades de suelo citadas. En forma simultánea, se procedió a realizar el conteo de la relación de neutrones lentos para las mismas profundidades; el punto de emisión de la fuente radioactiva en el primer estrato quedó ubicada a 30 cm por la razones expuestas en las siguientes posiciones del punto de emisión fue colocada cada 20 cm de estrato de suelo, siendo acorde con el muestreo gravimétrico. Para obtener la lectura en cada tubo, se tomaron tres repeticiones para cada profundidad y con un tiempo de conteo de 60 segundos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se logró obtener datos en todo el rango aprovechable del contenido de humedad del suelo por los cultivos en cada profundidad del suelo estudiada. La Información fue ajustada a los modelos lineal, potencial, cuadrático y cúbico, puesto que la literatura los cita como más representativos en la estimación del contenido de humedad en base a la moderación de neutrones (Inzunza *et al.*, 2004).

De acuerdo a los resultados mostrados del análisis de la información, los modelos lineal y potencial muestran el mejor ajuste a los datos observados. Al comparar los estadísticos de las funciones últimas referidas, cabe señalar que no existe diferencia significativa en lo que se refiere a su grado de ajuste y en consecuencia en la predicción del contenido de humedad volumétrica a partir de la relación de conteo de neutrones lentos. Para fines de estimación de humedad en el suelo, resulta indiferente utilizar cualquiera de las dos ecuaciones de calibración, sin embargo, el modelo lineal es más práctico su uso por ser más sencillo su manejo.

Es prudente señalar que las funciones de calibración de la fuente radioactiva tiene la restricción de no considerar la capa de los primeros 20 cm a partir de la superficie del suelo. La razón de tal restricción es por el escape de neutrones a la atmósfera por su poca profundidad con respecto a la superficie, con lo que incurriría en apreciaciones erróneas del régimen hídrico en esta capa.

Con la información obtenida en este trabajo confirma lo dicho anteriormente; al realizar el ajuste de los datos de contenido de humedad del suelo para el estrato de 0-30 cm, con gravimetría y la relación de conteo de neutrones termalizados, cuando la fuente radioactiva se

coloca en la profundidad de 30 cm, se concluye que las ecuaciones de calibración, para el estrato referido, resultaron con menor grado de ajuste con respecto al obtenido en los otros estratos de suelo, esto se refleja por presentar más bajos coeficientes de correlación y más altos coeficientes de variación.

Al analizar con detenimiento los parámetros de regresión de los modelos referidos, puede señalarse que son similares, sobre todo al compararse la pendiente del modelo lineal por estrato de suelo y el valor del exponente del modelo potencial. Tomando en cuenta lo anterior, se optó por proporcionar la función de calibración de toda la profundidad del suelo bajo estudio (0-120 cm), con el objetivo adicional de realizar una cuantificación del grado de desplazamiento de las pendientes de las ecuaciones de calibración obtenida, con respecto a la proporcionada por el fabricante y realizada en laboratorio. El procedimiento consistió en relacionar por medio de regresión, los datos de contenido de humedad obtenidos por el método gravimétrico con la función lineal, obteniéndose la siguiente función de calibración:

$$\theta = 0.15 + 43.40 L \quad (1)$$
$$R^2 = 0.95 \quad CV = 9.2\%$$

Donde:

θ = Contenido de humedad volumétrica ($m^3 m^{-3}$)

L = NL/STD; NL= neutrones lentos para una determinada profundidad de suelo, y STD = Es el conteo estándar, cuándo la fuente esta en el campo protector.

Puede observarse el comportamiento lineal de este tipo de relación, la cual es similar a la obtenida por varios investigadores, con el desplazamiento normal a consecuencia del tipo de suelo y el instrumento utilizado.

Además, se realizó el ajuste para el modelo potencial, en todo el perfil del suelo estudiado. Los resultados del análisis de regresión mostró la siguiente ecuación de calibración.

$$\theta = 42.54 L^{0.96} \quad (2)$$
$$R^2 = 0.95 \quad CV = 7.40 \%$$

Con fines comparativos y para hacer énfasis en la importancia de la calibración de estos aparatos, se cita enseguida la ecuación obtenida por el fabricante bajo condiciones ideales de suelo, libre de elementos y compuestos hidrogenados que absorben neutrones y que no son contabilizados por el detector H_3 y por consecuencia, son fuentes de error al desfazar hacia arriba o abajo la ecuación obtenida bajo tales condiciones. Dicha curva es del tipo polinomial

de tercer grado y que en el campo sus coeficientes resultaron ser no significativos en lo que se refiere a su contribución en la explicación de la relación de las variables tema de estudio. Dicha ecuación es la siguiente:

$$\theta = 18.8 + 609.5 L - 183.1 L^2 + 80.2 L^3 \quad (3)$$
$$R^2 = 0.99 \quad S^2 = 40.9$$

donde:

θ = Contenido de humedad volumétrica ($m^3 m^{-3}$)

Al analizar las diferencias existentes dentro del rango de exploración bajo estudio, el cual fue en el rango aprovechable por la mayoría de los cultivos agrícolas. Estas ecuaciones de calibración ilustran que las funciones lineal y potencial obtenidas en el campo no presentan diferencias y únicamente en uno de los extremos (cuando la humedad es alta), presenta diferencias no significativas del 2%, sin embargo, cuando se realiza un análisis comparativo entre estas dos funciones con la proporcionada por el fabricante, presenta un desplazamiento cada vez mayor conforme el suelo se va humedeciendo; tales diferencias con respecto a las ecuaciones obtenidas en campo son mayores y alcanzan el orden de 12% aproximadamente.

Lo anterior hace resaltar la importancia de contar con la curva de calibración para realizar la estimación del contenido de humedad a partir del conteo de neutrones lentos de fuentes radioactivas.

CONCLUSIONES

Los modelos lineal y potencial resultaron ser más convenientes, por su alta representatividad del fenómeno y, por consecuencia, por su precisión en la estimación del contenido de humedad volumétrica a partir de la tasa de conteo de neutrones lentos emitidos por la fuente radioactiva.

Es importante considerar las variaciones de las lecturas cuando la fuente radioactiva se encuentra dentro del campo protector, ya que se logra una corrección debida principalmente a desgastes electrónicos del equipo y además a posibles cambios en la emisión radioactiva debido a condiciones extremas de temperatura.

La metodología empleada en este estudio fue lo suficientemente precisa para el objetivo planteado y por lo tanto puede ser utilizada con los mismos fines en cualquier lugar y tipo de equipo radioactivo para estimar el contenido de humedad.

La ecuación de calibración proporcionada por el fabricante tiende a sobrestimar o subestimar el valor real del contenido de humedad del suelo en forma significativa, como se

demonstró en este estudio, lo que concuerda con la mayoría de los investigadores que han abordado el tema.

BIBLIOGRAFIA

- Inzunza, I.M.A., S.F. Mendoza M., E.A. Catalán V., M. Villa C. 2004. Modelos de calibración de un dispersor de neutrones para representar el contenido de humedad en el suelo. *Agrofaz*. 4:465-468.
- Haverkamp, R., M. Vauclin, and G Vachaud. 1984. Error analysis in estimating soil water content from neutron probe measurement. *Soil Sci.* 137:78-90.
- Hauser, L.V. 1984. Neutron meter calibration and error control. *Trans of the ASAE* 722-728.
- Moroke T. S., R. C. Schwartz, K. W. Brown y A. S. R. Juo. 2005. Soil water depletion and root distribution of three dryland crops. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 69:197-205.
- Stone L.R, D. E. Goodrum, M. N. Jaafar y A. H. Khan. 2001. Rooting front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower. *Agron. Journal* 93:1105-1110.

FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE LA ALFALFA AL REGIMEN DE HUMEDAD DEL SUELO: TRES AÑOS DE ESTUDIO

**Marco A. Inzunza Ibarra, M. Magdalena Villa Castorena, S.
Felipe Mendoza Moreno y Ernesto A. Catalán Valencia.**

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA-INIFAP). Canal Sacramento km 6.5 margen derecha, Gómez Palacio, Durango. Correo: inzunza.marco@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

Los requerimientos hídricos de la alfalfa (*Medicago sativa*, L.) para la Región Lagunera es de aproximadamente de 1.75 m de lámina de riego anual, con una producción media de 35 t ha⁻¹ anual de forraje seco (Inzunza *et al.*, 2003; Inzunza *et al.*, 2004). Sin embargo, son aplicadas láminas superiores a 2.5 m con una producción media de 20 t ha⁻¹ de forraje seco (MS), lo cual representa una extracción adicional de 280 millones de m³ en una superficie aproximada de 37,227 ha destinadas a la explotación de este cultivo (SAGARPA, 2002). Esto indica que el agricultor produce 0.80 kg MS m⁻³ de agua utilizada, mientras que los resultados de investigación muestran un potencial de 2.31 kg MS m⁻³ de agua consumida (Grismer, 2004); esta diferencia se debe principalmente a técnicas deficientes en el manejo del agua de riego. Por otro lado, se estima que anualmente se produce un déficit de 550 millones de m³ de agua en la recarga del acuífero regional debido al uso agropecuario. En base a esta información se estima que la alfalfa contribuye con más del 50 por ciento de dicho déficit, que se refleja con un abatimiento progresivo del nivel freático de 1.7 m por año. Por lo que los objetivos del estudio fueron determinar los requerimientos hídricos de la alfalfa, tanto en su consumo como en su oportunidad y obtener el modelo de respuesta que mejor represente la relación entre materia seca y el régimen hídrico del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el campo experimental del CENID-RASPA-INIFAP ubicado en Gómez Palacio, Durango. El estudio consistió de un factorial 5x3 con 5 niveles de riegos por corte y tres déficit evapotranspirativos de la alfalfa. El Cuadro 1 presenta los tratamientos resultantes. Además de los tratamientos mostrados en este cuadro, se adicionó otro, el cual se sometió a 0.11 MPa entre cortes con el fin de mantener condiciones no restrictivas de humedad en el desarrollo de la alfalfa y determinar de esta manera la evapotranspiración máxima para este cultivo.

CUADRO 1. Tratamientos Estudiados para la alfalfa

| Tratamiento | No. de riegos | % de la ET máxima (ETx) |
|-------------|----------------------------|-------------------------|
| 0.5 | Sin restricción de humedad | |
| 4 - 1 | 4 | 100 |
| 4 - 0.75 | 4 | 75 |
| 4 - 0.5 | 4 | 50 |
| 3 - 1 | 3 | 100 |
| 3 - 0.75 | 3 | 75 |
| 3 - 0.5 | 3 | 50 |
| 2 - 1 | 2 | 100 |
| 2 - 0.75 | 2 | 75 |
| 2 - 0.5 | 2 | 50 |
| 1 - 1 | 1 | 100 |
| 1 - 0.75 | 1 | 75 |
| 1 - 0.5 | 1 | 50 |
| 1/0 - 1 | 1/0 | 100 |
| 1/0 - 0.75 | 1/0 | 75 |
| 1 - 0.5 | 1/0 | 50 |

El balance hídrico para cada tratamiento se realizó con muestreos del suelo a través del tiempo usando un aspersor de neutrones Troxler 3222 previamente calibrado.

La unidad experimental fue de 50 m² y una parcela útil ubicada en la parte central de la parcela experimental. La variedad usada fue la moapa, la siembra se efectuó con una densidad de siembra de 35 kg ha⁻¹. la semilla fue inoculada con rhizobium meliloti al momento de la siembra. Para completar la fertilización se aplicó la fórmula 0-240-0. Las variables estudiadas fueron la materia seca total, lámina de agua consumida (Lc), y evapotranspiración máxima.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento en producción de forraje verde y seco entre años productivos.

En la Figura 1 se presenta el comportamiento de la producción de materia seca para cada uno de los años en estudio; puede apreciarse en forma general que el segundo año se presentaron los más altos rendimientos en cada tratamiento, con excepción del 1-0.75, 1-0.5, 1/0-1, 1/0-0.75 y el 1/0-0.5 los cuales tuvieron más altos rendimientos en el primer año. Se observa también que el primer año tuvo rendimientos inferiores al segundo año, esto debido a que en el primer año la etapa de establecimiento se alargó hasta el 9 de abril, lo que significa tres cortes menos con respecto a los dos años restantes.

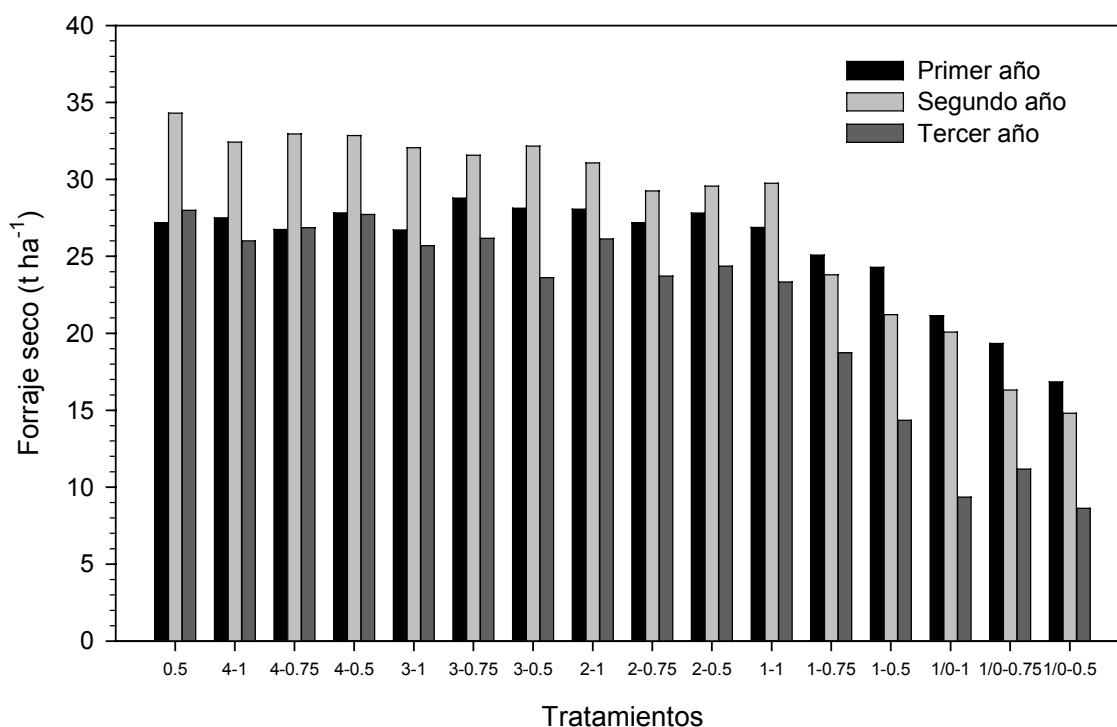


Figura 1. Comportamiento de la producción de materia seca durante tres años de estudio

En el tercer año se aprecia abatimientos significativos en el rendimiento con respecto a los primeros dos años lo cual fue debido que la población de la alfalfa para cada tratamiento disminuyó en forma drástica siendo esto más palpable en los últimos cinco tratamientos referidos anteriormente en esta sección. Cabe mencionar que los tratamientos 1/0-1, 1/0-0.75 y 1/0-0.5 en los tres últimos meses del tercer año, la población fue aproximadamente de un 10 por ciento.

Función de producción del Forraje Seco al Régimen de Humedad del Suelo.

Al relacionar la producción de materia seca durante los tres años productivos (producciones anuales, por repetición y tratamiento en los tres años de duración del experimento de alfalfa), y el régimen de humedad del suelo expresado en tensión al riego, se encontró una función cuadrática sin el término lineal; dicha ecuación es la siguiente:

$$RMS = 28.99 - 5.69 T^2 \tag{1}$$

$$R^2 = 0.61 \quad CV = 16.42 \%$$

Donde:

RMS = Rendimiento anual de materia seca (t ha⁻¹)

T = Tensión ponderada por consumo en el perfil de suelo (MPa)

En el análisis de la regresión resulta ser altamente significativo para esta fuente, con lo que se concluye que la variable independiente bajo estudio explica en forma satisfactoria la respuesta de la alfalfa en rendimiento de materia seca.

De acuerdo a las características de la función no es posible realizar la optimización por el método convencional; por lo tanto, se analizó la pendiente de la función en forma exhaustiva para lograr tal objetivo.

Al realizar lo anterior se concluyó que a partir de 0.55 MPa el incremento en producción de materia seca no es significativa cuando disminuye la tensión en el suelo con respecto al citado valor, lo que significa que no tiene objeto que el cultivo se desarrolle bajo condiciones de humedad más húmedas al citado, ya que el incremento en producción es irrelevante.

Función de Producción del Rendimiento de Materia seca y Evapotranspiración

Al relacionar la producción de materia seca anual de los tres años productivos con la lámina de agua consumida por tratamiento y correspondiente para cada año se encontró una función de tipo cuadrática sin la ordenada al origen, ya que no presentó significancia en el modelo que se presenta a continuación:

$$\text{RMS} = 0.228 \text{ ET} - 0.00042 \text{ ET}^2 \quad (2)$$

$$R^2 = 0.97 \quad \text{CV} = 18.6 \%$$

Donde las variables ya fueron definidas,

ET = Evapotranspiración anual (cm)

El análisis de la regresión resulta ser altamente significativa así como los coeficientes que aparecen en el modelo con lo que se concluye que las variables independientes explican satisfactoriamente la respuesta del cultivo en forraje seco.

Al realizar la optimización de la función (2) se obtiene que el cultivo maximiza su rendimiento de materia seca cuando se aplica $\text{ET}^* = 262$ cm valor que al ser sustituido en la ecuación (2) se obtiene un $\text{RMV}^* = 29.8 \text{ t ha}^{-1}$.

Al analizar la pendiente de la función se obtiene que al aplicar una cantidad de agua superior a 170 cm no genera rendimientos de forraje seco dicionales significativos, con lo que se concluye que no resulta conveniente aplicar una cantidad de agua superior a la mencionada si se desea hacer un uso más eficiente del agua de riego.

CONCLUSIONES

La función de respuesta para los tres años que relaciona el rendimiento de forraje seco y la tensión de humedad del suelo al momento del riego, optimiza la producción al aplicar 5.5 atm durante su período productivo.

Con respecto a la función de producción que relaciona la misma variable respuesta con la evapotranspiración durante los tres años de estudio, obtiene altos rendimientos al aplicar 170 cm anuales de lámina de agua consumida.

Es posible incrementar la eficiencia de uso del agua de 0.74 a 2.31 kg ms m⁻³ de agua utilizada; esto significa que el manejo actual de riego en la alfalfa podría mejorarse de tal manera que el cultivo incremente su eficiencia en un 270 por ciento con respecto al de la región.

BIBLIOGRAFIA

- Grismer M.E. 2001. Regional alfalfa yield, ET_c, and water value in Western States. J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 127(3):131-139
- Inzunza I. M. A., S. F. Mendoza M., E. A. Catalán V. y M.M. Villa C. 2003. Efecto del déficit hídrico del suelo en la producción de materia seca de alfalfa. VI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. p.129-134.
- Inzunza I. M. A., S.F. Mendoza M., M. Villa C., E.A. Catalán V. y I.Sánchez C. 2004. Producción de materia seca de la alfalfa a bajo condiciones deficientes de humedad en el suelo: Tercer año de estudio. XVI semana Internacional de Agronomía. Venecia Dgo. P. 261-265.
- SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico de la producción agropecuaria y forestal. Delegación en la región lagunera, Unidad de planeación. Cd. Lerdo, Durango, México.

AVANCES EN LA EVALUACIÓN DE LA RECREACIÓN Y SUS IMPACTOS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA MAPIMÍ

Ivo García Gutiérrez¹, Juan G. Martínez Rodríguez²

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas-Universidad Autónoma Chapingo
e-mail: gaguivo@uruza.chapingo.edu.mx

²Investigador del INIFAP CENID - RASPA, Gómez Palacio, Durango.

INTRODUCCIÓN

El turismo es una de las industrias de más rápido crecimiento a nivel mundial y está considerado como una de las mayores fuentes de intercambio comercial. La Organización Mundial de Turismo (WTO, por sus siglas en inglés) reporta que la facturación por turismo internacional creció en un promedio anual de 9% entre 1988-1997 (Epler 2002).

Para 1994 el turismo orientado a la naturaleza representó aproximadamente 200 millones de dólares y es una fracción importante del turismo a nivel internacional (Filion, 1994; citado por De la Maza, 2003).

Sin embargo, aunque muchos son los beneficios económicos derivados del turismo de naturaleza, los impactos negativos derivados de este en áreas naturales cada vez adquieren mayor relevancia para los manejadores de los recursos naturales, debido a que los visitantes exigen tener acceso a los frágiles parques y reservas naturales sin que exista un programa de uso público.

Desgraciadamente, no ha habido un incremento proporcional en los recursos y en la capacidad necesarias para proteger los atractivos naturales que tanto quieren ver las personas.

Consecuentemente, el turismo se está identificando como una amenaza para la conservación de la biodiversidad ya que un mayor número de visitantes sin control ocasionan impactos negativos en la naturaleza como son: la erosión de los suelos, la perturbación de la vida silvestre y contaminación del agua (Drumm, 2003).

En nuestro país, solo algunas áreas naturales protegidas cuentan con programas de manejo y casi ninguna posee planes de uso recreativo que incluyan la atención a visitantes y el impacto causado por estos (Mendoza, 2002).

Para el caso de la zona del silencio, "región" incluida en la Reserva de la Biosfera Mapimí, ubicada dentro del Desierto Chihuahuense, ha sido sujeta al uso recreativo por más de 25 años y actualmente carece de un programa de uso público que defina claramente el uso recreativo.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación basado en la ecología de la recreación, tiene como finalidad la evaluación de la visitación, percepción y expectativas de la población

local sobre el turismo, así como evaluar algunos impactos sobre el medio biofísico ocasionados por la recreación.

Ecología de la recreación

Los impactos negativos son una consecuencia inevitable de la recreación en áreas naturales o silvestres, sean éstas reconocidas legalmente como protegidas o no. Las actividades recreativas pueden ocasionar alteraciones sobre todos los elementos de los ecosistemas naturales siendo el suelo, vegetación, fauna y agua los afectados en primera instancia (Leung y Marion, 2000).

Por definición, Ecología de la Recreación es la disciplina que se encarga de estudiar, examinar, evaluar y monitorear los impactos ocasionados al medio ambiente por las actividades recreativas al aire libre y para quienes realizan estudios sobre ecología de la recreación también resulta de interés el como los atributos ambientales influyen la disponibilidad y calidad de las oportunidades de recreación (Leung y Marion 2000).

Por su parte Hammitt y Cole (1998), añaden que esta ciencia también estudia el manejo de los impactos y agregan las siguientes consideraciones:

- Identifica los impactos más evidentes a los recursos naturales.
- Ayuda a entender la relación entre las causas y los efectos de dichos impactos.
- Brinda información específica que permite definir y elaborar posibles estrategias de manejo para evitar, disminuir o erradicar los impactos.

Limites de Cambio Aceptable

Limites de Cambio Aceptable (LCA) es un sistema de planeación. Es un proceso para determinar que recursos o condiciones sociales son aceptables, para después prescribir una serie de acciones de manejo para alcanzar las condiciones aceptables.

El sistema de planeación LCA comprende nueve etapas (Figura 1).

Aunque algunos elementos individuales del LCA fueron aplicados a principios de la década de 1980, la primera aplicación completa se realizó en The Bob Marshall Wilderness Complex-BWNC (Azor, McCool and Stokes 1986; Stankey, McCool and Stokes 1984; citados por McCool, n.d.).

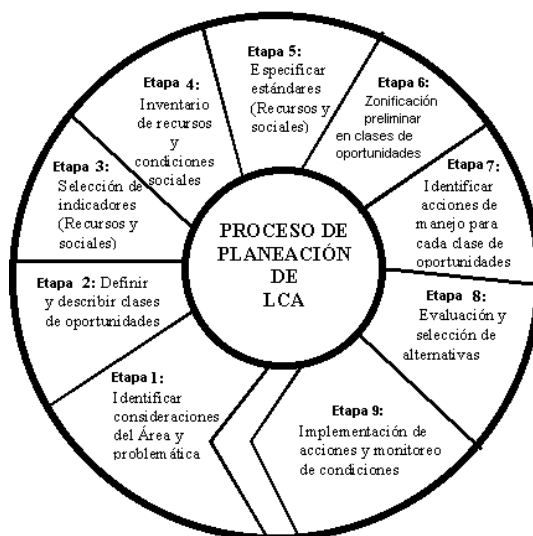


Figura 1. Etapas del modelo de planificación Límites de Aambio Aceptable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La RBM es la primera reserva de la biosfera establecida en México y Latinoamérica, cuenta con una superficie aproximada de 342,388 ha y se ubica dentro de la región conocida como Bolsón de Mapimí. Incluye parte de los municipios de Tlahualilo y Mapimí en el Estado de Durango, Jiménez en Chihuahua y Sierra Mojada en Coahuila. Geográficamente se localiza entre los paralelos 26° 00' y 26° 10' de latitud Norte y los meridianos 104° 10' y 103° 20' de longitud Oeste (DOF 2000; Ramírez *et al* 2005).

En esta área predomina un clima desértico semi-cálido con lluvias de verano (junio a septiembre) con una pluviometría de 145.88 mm (1993-2003). La vegetación corresponde a matorrales xerófilos, micrófilos y chaparrales de distintas composiciones a manera de mosaicos y a vegetación halófila en las partes más bajas (Planicies). A la fecha se tienen registradas para la RBM alrededor de 403 especies de plantas que representan apróximadamente el 11 % de las reconocidas para el Desierto Chihuahuense. Se reconocen de 270 especies de vertebrados: 5 anfibios, 36 reptiles, 28 mamíferos y aproximadamente 200 aves (García 2002; Anónimo 2005; García *et al* 2005).

De acuerdo con García y Martínez (2004), actualmente dentro de la RBM existen 11 ejidos y 4 pequeñas propiedades en las que habitan 353 personas de los cuales 192 son hombres y 161 mujeres, representando el 54 % y 46% respectivamente, distribuidos en 18

comunidades, teniendo una densidad poblacional de 0.103 habitantes por kilómetro cuadrado, siendo la localidad de Estación Carrillo (Laguna de Palomas) la que mayor concentración de población registra con 296 habitantes.

METODOLOGÍA

Las evaluaciones se iniciaron en septiembre de 2004 abarcando los pasos 1, 2, 3 y 4 del proceso de planificación de Límites de Cambio Aceptable (LCA).

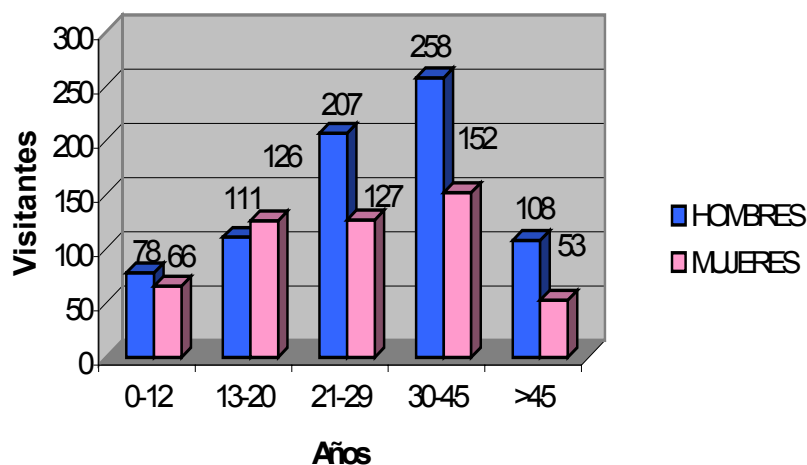
1. Diagnóstico de visitantes.- Para evaluar visitantes se diseñó un formato de encuesta siguiendo la metodología planteada por Babbie (1988) y tomando como base el formato de encuesta desarrollado por Coronado (2005), con el propósito de comparar información previa. El formato de encuesta consiste de 18 preguntas abiertas y cerradas, breves y claras, evitando preguntas negativas. La encuesta arroja información diferente que permite obtener un perfil socioeconómico del grupo de visitantes, así como su conocimiento acerca de la reserva.
2. Percepción de los pobladores del área natural protegida sobre la recreación.- Para evaluar la percepción de los pobladores y propietarios de los terrenos dentro del área natural protegida se aplicaron encuestas con los representantes de los predios (ejidos y propiedades privadas) incluidas dentro de la subzona de uso público propuesta en la zonificación del plan de manejo de la reserva. Lo anterior debido a que será dentro de sus terrenos donde se permitirá legalmente el uso recreativo.
3. Valoración de impactos biofísicos en sitios visitados y de acampar.- En 44.2 km del camino principal usado históricamente para visitar la zona del silencio, en el tramo La Flor-Cerro del Divisadero se recolectó la basura en bandas de 25 metros a ambos lados del camino. En cinco sitios identificados por el personal de la reserva como los mayormente visitados para la recreación dentro del área protegida se midió de acuerdo a la metodología de evaluación realizada por Williams et al (1997), para evaluar la condición de los sitios para acampar en el Parque Nacional Big Bend, Texas. Las variables a medir son: área del sitio, tipo, cantidad y peso de basura encontrada, número de sitios de fecalismo al aire libre, cobertura vegetal, suelo desnudo, compactación del suelo usando penetrometro y determinación de estabilidad de suelo bajo la metodología propuesta por USDA (1999).

Con fines de comparación se establecieron 5 sitios de referencia en áreas aledañas a los sitios donde el uso recreativo es nulo y las mismas variables serán medidas con fines de comparación.

RESULTADOS PRELIMINARES

Diagnóstico de visitantes.

De los resultados preliminares de esta parte del estudio se encuestaron y registraron 1286 visitantes durante el período comprendido entre el 3 de septiembre de 2004 y el 5 de Agosto de 2005 (Gráfica 1). Del total de visitantes 524 son mujeres y 762 hombres. De los 230 encuestados, 12 tienen estudios de primaria, 31 de secundaria, 44 de preparatoria y 138 de licenciatura y 49 de posgrado. De acuerdo a la clasificación por edades, se registran mayor número de visitantes con edades entre los 30-45 años, tanto en hombres como en mujeres con 258 y 152 respectivamente. Coincidiendo con Coronado (2005), las horas de mayor visitación se registran entre las 10 de la mañana y las cinco de la tarde. Las épocas del año con mayor visitación son durante semana santa, vacaciones de verano, los meses de julio y agosto, así como el mes de Diciembre. El principal objetivo de los visitantes es conocer y comprobar los fenómenos paranormales y mitos en torno a la zona del silencio. El 82% de los visitantes desean servicios durante su visita y están dispuestos a pagar un promedio de \$50.00 pesos. La mayoría de los visitantes (90 %), desean recibir atención como recorridos guiados y pláticas informativas. En promedio, cada uno de los 230 grupos de visitantes encuestados invirtieron \$1354.90 para realizar su visita. Los visitantes adquirieron sus viveres para visitar la RBM: 24% en Ceballos, 17% en Gómez Palacio, 16% en Torreón y el 40% en su lugar de origen, variando desde la Cd. de México, Monterrey hasta Cd. Chihuahua.



Gráfica 1. Visitantes a la RBM por grupo de edades, 2004-2005.

Percepción de los pobladores del área natural protegida sobre la recreación.

Se entrevistaron un total de 18 familias representantes de los predios en los que se

ubica la zona de uso público de la RBM. Todos los entrevistados coinciden en que el fenómeno turístico dentro de sus terrenos inició en 1970 con la caída del cohete Athena. Ninguno de los entrevistados ha recibido beneficio alguno por la actividad turística en todo este tiempo y en contraste consideran que los visitantes dejan basura, extraen plantas y fauna silvestre, dejan abiertos los falsetes con lo que se dificulta el manejo del ganado, se pierden y se averían sus vehículos por lo que les tienen que prestar ayuda generalmente de forma gratuita.

Además, nunca han sido considerados por las autoridades encargadas de la actividad turística para el desarrollo de la actividad dentro de sus terrenos ni para la promoción de información referente a la zona del silencio.

Los encuestados gustaría participar en la actividad de forma organizada para recibir beneficios y conservar los recursos de sus terrenos.

Valoración de impactos biofísicos en sitios visitados y de acampar

Se recolectaron 200 kg de basura, siendo los materiales con mayor presencia las latas de aluminio de cerveza Modelo y TKT con 96 y 65 latas respectivamente, 98 botellas de refresco de plástico pete, 317 botellas de quitapón Carta Blanca, 2 baterías de litio AA y 1 acumulador para automóvil.

Para el caso de los cinco sitios de acampar evaluados y comparados con áreas de referencia en las que no se ha realizado actividades recreativas, se encontró que en los cinco sitios comparativos existe mayor diversidad de especies vegetales (hasta 30% más); mayor cobertura, dado que en 4 de los sitios en los que se han realizado actividades recreativas, más del 80% es considerado suelo desnudo; en cuanto a la estabilidad de los agregados del suelo y de acuerdo a la metodología usada, para los sitios con uso recreativo los valores varían de entre 0-3, considerado esto como relativamente inestables, en tanto que los suelos de los sitios comparativos varía con valores de entre 4-6, considerándose estos como estables, siendo así menos susceptibles a la erosión.

La mayor cantidad de basura que se encontró en un sitio para acampar fue de 1330.8 grs., entre materiales como vidrio, aluminio, alambre de fierro, plásticos pete, unicel, fibras textiles y materia orgánica, donde además se encontró la mayor cantidad de anillos de fogata (11), en un área aproximada de 5249 m².

CONCLUSIÓN

Aunque el presente trabajo no muestra los resultados finales de la investigación, sino únicamente un avance de la misma y basándonos en el concepto del desarrollo sustentable, que involucra un equilibrio de tres aspectos fundamentales: social, económico y ambiental, se

puede decir que la actividad turístico-recreativa que actualmente se desarrolla en la RBM no cumple las características para ser considerada como sustentable.

Dado que la mayoría de quienes visitan la RBM cuentan con un nivel de escolaridad que supera el tercer nivel, se puede establecer que el nivel de escolaridad no implica una cultura ambiental que permita minimizar impactos sobre los recursos naturales y sobre la infraestructura pecuaria y con el respeto debido para los pobladores locales.

De acuerdo a los resultados preliminares de las encuestas con visitantes se concluye que los beneficios económicos derivados de la actividad turística no tienen gran impacto regional debido a la escasa planificación e involucramiento de la población local por parte de las autoridades turísticas.

Conocer el perfil socioeconómico de los visitantes, así como sus expectativas y conocimiento sobre la reserva, servirá para construir un plan integral para la recreación orientado hacia el ecoturismo, donde se promueva el beneficio de la población local, servicio y atención, educación e interpretación ambiental para visitantes.

La población local no ha sido beneficiada ni involucrada dentro de los objetivos y programas que se han desarrollado para la promoción de la zona del silencio.

Con esto la actividad no cumple una función social y se promueve un fenómeno de transculturización que pone en peligro las costumbres locales, que en general ha sido poco estudiadas.

Además, los dueños de los terrenos a fin de cuentas determinan el uso y planificación de los recursos, independientemente de la actividad que se trate, en este caso la recreación.

Resulta lógico obtener como resultados preliminares de las evaluaciones en sitios de acampar, comparándolas con sitios de referencia (sin uso recreativo) que existen impactos negativos en cobertura, diversidad de especies vegetales, basura y suelo.

Sin embargo, con dicha información se podrán establecer los límites permisibles de uso en los diferentes criterios, que ayudarán a determinar la capacidad de carga para cada sitio dentro del área natural protegida basados en la valoración de los impactos.

BIBLIOGRAFIA

- Anónimo, 2005 (En prensa). Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Mapimí. México, D.F. SEMARNAT/CONANP.
- Babbie, E.R. 1988. Métodos de investigación por encuesta. Primera Edición en español. Fondo de Cultura Económica S.A. de C.V. México, D.F. 439 pp.
- Coronado, L. 2005. Estudio de prefactibilidad y factibilidad de la actividad turística en la Reserva de la Biosfera Mapimí. SEMARNAT/CONANP. Torreón, Coahuila, México. 58 pp
- De la Maza, J. 2003. Turismo y Áreas Naturales Protegidas en América Latina y el Caribe. PNUMA-ORLAC. 14 pp.

- Diario Oficial de la Federación. 2000. Decreto por el cual se declara como área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Mapimí, ubicada en los municipios de Mapimí y Tlahualilo, en el Estado de Durango; Jiménez, en el Estado de Chihuahua, y Francisco I. Madero y Sierra Mojada, en el Estado de Coahuila, con una superficie total de 342,387-99-17.225 hectáreas. Diario Oficial de la Federación del 17 de noviembre de 2000.
- Drumm, A. 2003. Monitoreo y Manejo de Impactos Turísticos en Áreas Protegidas. Materiales del taller en el Parque Nacional y Reserva Marina Islas Galápagos. The Nature Conservancy.
- Epler, M. 2002. Ecotourism: Principles, Practices and Policies for Sustainability. UNEP-TIES. 1st Edition. United Nations Publication
- García-Arévalo, A. 2002. Vascular Plants of the Mapimi Biosphere Reserve, México: A Checklist. SIDA 20(2): 797-807.
- García, G. I. y Martínez, J. G. 2004. Caracterización de la Reserva de la Biosfera Mapimí Mediante el uso de sistemas de información geográfica. Memorias del IV Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Universidad Autónoma de Chihuahua-Universidad de Sonora. 369-377 pp.
- García, G. I., Jacinto, S. R., Gómez, L. F. 2005 (En Prensa). Exploración Etnobiológica en la Reserva de la Biosfera Mapimí. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Mapimí, Durango.
- Hammit, W.; Cole, D. 1998. Wildland recreation: ecology and management. 2nd Edition. John Wiley & Sons, Inc. USA. 361 p.
- Leung, Y., Marion, J. 2000. Recreation Impacts and Management in Wilderness: A State of Knowledge Review. In: Cole, David N.; McCool, Stephen F.; Borrie, William T.; O'Loughlin, Jennifer, comps. 2000. Wilderness science in a time of change conference—Volume 5: Wilderness ecosystems, threats, and management; 1999 May 23–27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-5. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 23-48 p.
- McCool, S. (n.d.). Limits of Acceptable Change: Evolution and Future. Wildland Recreation Management. School of Forestry, University of Montana. Missoula, Montana, USA.
- Mendoza, I. 2002. Evaluación de la recreación en el Parque Estatal Cerro Gordo, Estado de México. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de maestra en ciencias. Motecillo, Texcoco, Estado de México.
- Ramírez Carballo, H., García Gutiérrez, I. y Martínez Rodríguez, J.G. 2005. Caracterización Participativa De Agostaderos Degradados En Un Predio De La Reserva De La Biosfera Mapimí. Memorias del II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. INIFAP-Gobierno del Estado de Zacatecas-Zacatecas A.C. 274-280 pp.
- USDA. 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. 1^a Traducción al español. EUA.
- Williams, P., and Marion, J. 1997. Assesment of backcountry campsite conditions in Big Bend National Park, Texas. U.S. Department of Interior. National Park Service. Big Bend N.P., Texas, USA.

UTILIZACIÓN DEL NOPAL (*Opuntia megacantha*) EN SUSTITUCIÓN DE ALFALFA EN DIETAS PARA CABRAS LACTANTES. CONSUMO Y RUMIA.

**Romero-Paredes Rubio Jaime Isaías¹, Ramírez Lozano Roque Gonzalo²,
Mazuca Nájera Rosa María³, Cano Ríos Pedro¹**

¹Campo Experimental la laguna, INIFAP; romero.jaime@inifap.gob.mx

²Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, ³Facultad de Biología. UJED

INTRODUCCIÓN

Durante el periodo de estiaje en las regiones áridas y semiáridas de México, generalmente de noviembre a mayo, se presenta un déficit de alimento que ocasiona problemas en el ganado caprino manejado bajo sistemas extensivos (Salinas *et al.*, 1989; Quiñones, 1989); como son baja producción de leche, alta mortalidad de cabritos y abortos en las cabritas al primer parto (Esparza y Ortiz, 1988). Sin embargo, con una suplementación oportuna se pueden mejorar los parámetros productivos de los animales. El nopal de castilla (*Opuntia megacantha*), que es abundante en estas regiones y de bajo costo, pudiera ser empleado como un recurso alimenticio con alto valor energético, agua, minerales y vitaminas para el ganado caprino durante las épocas de sequía (Flores, 1977). En algunas regiones del país se emplea como alimento de emergencia para el ganado durante las épocas de estiaje (Shoop *et al.*, 1977; Nuñez y Márquez, 1996). Formando parte de la dieta total, puede ser económicamente rentable sin reducir la producción de leche (Flores, 1977; Dávila, 1967; Sampayo, 1971). Su composición química varía entre especies, variedades, edad del cladiolo, época corte, parte de la planta, condiciones geográficas y climatológicas. En la mayoría de las especies de *Opuntia spp* analizadas se ha reportado que son bajas en proteína y altas en energía (Flores, 1977; Shoop *et al.*, 1977; NRC, 1981). Los objetivos del presente trabajo fueron determinar y comparar el consumo de alimento, consumo de agua, comportamiento y producción de leche en cabras lactantes alimentadas con dietas conteniendo un concentrado comercial y diferentes proporciones de alfalfa y nopal.

MATERIAL Y MÉTODOS.

El presente trabajo se llevo a cabo en el Campo Experimental La laguna del INIFAP, ubicado en la Región Lagunera, Municipio de Matamoros, Estado de Coahuila; la región ésta localizada entre los meridianos 102° 22' y 104° 47' w de g de longitud oeste y los paralelos 24° 22' y 26° 23' de latitud norte. Cuenta con un clima árido, caliente y desértico, de la clasificación E de Martomme; la precipitación pluvial promedio anual tiene un rango de 200 a 330 mm, con una temperatura media en los últimos 10 años de 20.1 °C (SAGARPA, 2000).

En una prueba productiva y de comportamiento, con cabras lactantes no gestantes (54 kg

de peso vivo y un tiempo de lactancia de 90 a 120 días) de la cruce Nubia x Alpino, se evaluaron cuatro dietas tratamiento con diferentes proporciones de alfalfa y nopal: 30:0, 20:10, 10:20 y 0:30. El resto de la dieta estuvo formada por un concentrado comercial (grano de maíz 33%, grano de sorgo 35%, salvado 12%, harina de carne 2%, pasta de canola 4.0%, granos de destilería 4%, melazas 8%, urea 1%, y bicarbonato de sodio 1%) y semilla de soya rostizada, pasta de soya, heno de trébol alejandrino y minerales (Cuadro 1 y 2).

Cuadro 1. Composición química¹ del concentrado y del nopal usado en la dieta de las cabras.

| Concepto | Concentrado | Nopal |
|------------------------------------|-------------|-------|
| Materia Seca, % | 88.1 | 92.8 |
| Energía neta de lactancia, Mcal/kg | 1.8 | |
| Proteína Cruda, % | 14.7 | 5.5 |
| Fibra detergente neutro, % | 19.6 | 21.6 |
| Fibra detergente ácido, % | 7.7 | 14.2 |
| Calcio, % | 0.34 | 5.40 |
| Fósforo, % | 0.54 | 0.21 |
| Cenizas, % | | 24.0 |

¹Base seca.

Cuadro 2. Ingredientes y cantidades en base seca de cada una de las dietas y su análisis químico calculado.

| INGREDIENTES | DIETAS | | | |
|------------------------------------|--------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Trébol Alejandrino | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Alfalfa | 30 | 20 | 10 | |
| Nopal | | 10 | 20 | 30 |
| Concentrado | 25 | 20 | 15 | 10 |
| Pasta de soya | | 5 | 10 | 15 |
| Semilla de soya rostizada | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Minerales ¹ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ANÁLISIS CALCULADO | | | | |
| Proteína cruda, % | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| Energía neta de lactancia, Mcal/kg | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| Fibra detergente neutro, % | 47.0 | 45.5 | 44.0 | 42.5 |
| Fibra detergente ácido, % | 32.5 | 31.7 | 31.0 | 30.0 |
| Calcio, % | 0.81 | 1.0 | 1.2 | 1.4 |
| Fósforo, % | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

¹premezcla comercial

El consumo fue medido en las cabras colocadas en jaulas metabólicas bajo un diseño de Cuadro Latino repetido de 4 x 4. La duración del experimento fue de 84 d dividido en cuatro períodos de 21; de los cuales 14 d fueron para adaptación a la dieta y siete para toma de datos.

Las dietas se ofrecieron dos veces al día (08:30 y 16:30 h). La proteína cruda de las dietas y de los ingredientes se determinó por método de microkjeldahl (Rodríguez y Llamas, 1990; Tejada, 1983) y las fracciones de fibra (FDN y FDA) de acuerdo a los procedimientos de Goering y Van Soest (1970). Los animales fueron pesados al inicio y al final de cada período.

La producción de leche fue medida diariamente durante los siete días de colecta, con una sola ordeña al día. El cálculo de la producción de leche corregida a grasa se realizó de acuerdo a la fórmula descrita para bovinos (NRC, 1988). El consumo de agua, tiempo transcurrido en consumir el alimento y tiempo de rumia se midieron por 24 h en uno de los 7 días de toma de datos. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y la diferencia entre medias se calculó por el método de diferencia mínima significativa (Steel y Torrie, 1988). Se usaron contrastes ortogonales ($P < 0.05$) para encontrar la línea de regresión que explicara los efectos entre los diferentes niveles de nopal (SAS, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, el consumo de nutrientes contenidos en la materia seca de las dietas fue más elevado en las cabras que consumieron 10% de nopal (Cuadro 3). Aparentemente, el consumo de MS debería haber sido más alto en las cabras que ingirieron nopal al 20 y 30% en sustitución de la alfalfa debido a que la cantidad de pared celular (FDN) en sus dietas fue menor (Cuadro 3). Sin embargo, se ha reportado que cuando los animales consumen dietas con alto contenido de agua reducen su consumo de MS; principalmente que el agua se encuentre en forma intracelular como parte del alimento (Gibson y Nobel, 1986; Van Soest, 1994). En este estudio, el consumo de agua de bebida disminuyó ($P < 0.05$) en forma lineal conforme se incrementó el nopal en la dieta, en cambio el consumo de agua proveniente del alimento aumentó ($p < 0.05$) en forma lineal a medida que se incrementó el nopal en la ración (Cuadro 3). Aparentemente, los requerimientos de agua fueron cubiertos en forma parcial a partir del nopal debido a que conforme éste se incrementó en la dieta las cabras disminuyeron ($P < 0.01$) el consumo de agua de bebida en forma lineal simple. Sin embargo, el elevado consumo de agua en las cabras con 20 y 30% de nopal pudo haber influido en la disminución del consumo de MS.

Al parecer la baja cantidad de fibra (FDN) en la dieta de las cabras que consumieron nopal, el tiempo de rumia disminuyó en forma lineal ($P < 0.05$) 250.6, 226.3, 216.9 y 185.6 min/día para los tratamientos con 0, 10, 20, y 30% de nopal, respectivamente. Además, el tiempo de rumia por kg de MS y de FDN consumida, disminuyeron ($p < 0.05$) al ser incorporado el nopal en la dieta (Cuadro 3). En este estudio las cabras no tuvieron diferencias significativas en la cantidad de alimento consumido ni en su peso vivo (Cuadro 3). La producción de leche

fue mayor ($P < 0.05$) en las cabras consumiendo la dieta con 20% de nopal (Cuadro 3). La producción de leche por kg de MS consumida no fue diferente entre cabras (Cuadro 3). Lo anterior pudiera indicar que la adición de 20% de nopal en la dieta del ganado caprino, puede tener un efecto positivo sobre la utilización de los nutrimentos de la ración destinados a la producción de leche. La adición de nopal en la dieta no tuvo efecto sobre la producción de leche por kg de MS consumida y producción de leche corregida a 4% de grasa, (Cuadro 3).

Cuadro 3. Medias \pm desviación estándar del consumo y producción de leche de las cabras alimentadas con dietas conteniendo diferentes proporciones de alfalfa: nopal en la dieta.

| Concepto | Proporción de alfalfa:nopal en la dieta | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | 30:0 | 20:10 | 10:20 | 0:30 |
| Peso corporal, kg | 54 \pm 6 | 55 \pm 6 | 55 \pm 5 | 55 \pm 5 |
| Consumo de MS, g | 1752 \pm 188a | 1903 \pm 264b | 1889 \pm 305b | 1746 \pm 372a |
| Consumo de PC, g | 372 \pm 50 | 379 \pm 99 | 331 \pm 53 | 320 \pm 68 |
| Consumo de FDN, g | 645 \pm 61bc | 785 \pm 107a | 698 \pm 112ab | 619 \pm 125c |
| Consumo de FDA, g | 381 \pm 42b | 448 \pm 61a | 421 \pm 63a | 372 \pm 77b |
| Consumo de MO, g | 1594 \pm 170 | 1643 \pm 274 | 1620 \pm 256 | 1449 \pm 302 |
| Consumo de agua, l/día | 7 \pm 1a | 6 \pm 1a | 6 \pm 1a | 4 \pm 1b |
| Del alimento, ml/día | 80 \pm 14a | 1611 \pm 284b | 2847 \pm 498c | 3379 \pm 413.8d |
| Lapso de consumo, min/día | 247 \pm 63 | 224 \pm 64 | 219 \pm 53 | 189 \pm 83 |
| Lapso de rumia, min/día | 251 \pm 55a | 226 \pm 58a | 217 \pm 48ab | 186 \pm 44c |
| Rumia/kg de MS, min/día | 144 \pm 35a | 119 \pm 29b | 115 \pm 21b | 108 \pm 21b |
| Rumia/kg de FDN, min/día | 391 \pm 91a | 289 \pm 72b | 313 \pm 62b | 303 \pm 58b |
| Producción de leche, litros | 2038 \pm 196b | 2125 \pm 466b | 2301 \pm 443a | 2104 \pm 647b |
| Litros/Kg de MS consumida | 1175 \pm 103 | 1121 \pm 176 | 1238 \pm 239 | 1210 \pm 155 |
| Leche corregida a grasa (4%), l | 2175 \pm 245 | 2165 \pm 496 | 2368 \pm 450 | 2112 \pm 453 |

MS = materia seca; PC = proteína cruda; FDN = fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácido; MO = materia orgánica. Literales diferentes en cada línea indican diferencia estadística: ($P < 0.05$).

CONCLUSIONES

La incorporación de 20% de nopal en la dieta de cabras lecheras mejoró el consumo de materia seca del alimento y la producción de leche. Al aumentar la cantidad de nopal en la dieta, aumentó el consumo de agua proveniente del alimento, sin embargo, el consumo de agua de bebida así como el tiempo de rumia disminuyeron. Los resultados de este estudio recomiendan que el nopal pueda ser una buena alternativa para la alimentación de cabras lactantes debido a

que además de ser una importante fuente de energía digestible y minerales solubles, lo es de agua, importante en el periodo de estiaje.

BIBLIOGRAFÍA

- Dávila de LFJ. Comparación entre nopal y alfalfa achicalada en la alimentación de vacas lecheras. (tesis). Saltillo, Coahuila. México. Esc. Sup. de Agricultura "Antonio Narro", UAAN, 1967.
- Esparza HJ, Ortiz A. Fertilidad, prolificidad y porcentaje de abortos en dos períodos de ahijadero de tres hatos caprinos del altiplano potosino-zacatecano. Colegio de Posgraduados. Centro Regional de Estudios de Zonas áridas y semiáridas. Salinas S.L.P. México. 1988.
- Flores JCA. El nopal como forraje. (tesis). Chapingo, México. Escuela. Nacional de Agricultura de Chapingo. Departamento de Zootecnia; 1977: 179.
- Gibson CA, Nobel PS. The Cactus Primer. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 1986: 286
- Goering HK, Van Soest PJ. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USA. USDA. ARS. Hand book. No. 379. 1970.
- Núñez HG, Márquez OJJ. Nopal cactus (*Opuntia Picus* L.) evaluation as energetic supplement in sheep fed corn straw diets. *Advances in Agricultural Research* 1996: 5:18–24.
- NRC. National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th ed. Washington, D.C. U.S.A: National Academy Press; 1988:63.
- NRC. National Research Council. Nutrient requirements of goats. Washington, DC, USA: National Academy Press; 1981: 39.
- Quiñones VJJ. Problemática de la Ganadería Caprina en el Distrito de Riego de la Comarca Lagunera y sus Alternativas de Solución. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del estado de Durango. Primera Semana de Agronomía. Venecia, Gómez Palacio, Durango. 1989:1-28.
- Rodríguez GF, Llamas LG. Digestibilidad, Balance de Nutrimientos y Patrones de Fermentación Ruminal. En: Editores: Castellanos R.A., Llamas L.G. y Shimada M.A. Manual de Técnicas de Investigación en Rumiología. México. Publicado por Sistema de Educación continua en Producción Animal en México AC; 1990: 95-102.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria. Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Sector Agroalimentario Pesquero. Cd. Lerdo, Durango, 2000.
- Salinas GH, Hoyos G, Sáenz P. El Sistema de Producción Caprino en la Comarca Lagunera. En: Editores. H. Salinas, S. Flores y F. Ruiz. Taller de trabajo: Sanidad y Reproducción de Caprinos. Matamoros, Coahuila. México Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. INIFAP. SARH. 1989: 1-7
- Sampayo R. Efectos de la suplementación dietética con nopal (*Opuntia Chrysacantha Berg*) en la producción de leche en vacas Holstein. (tesis). Monterrey, N.L., ITESM 1971: 60
- SAS. SAS/STAT* User's Guide (Release 6.03). Carv NC, USA: SAS Inst. Inc.; 1988:1028.
- Shoop CM, Alford JE, Mayland F. Plains prickly pear Is a good forage for cattle. *J of Range Manage* 1977; 30: 12-17
- Steel RGD, Torrie JH. Bioestadística, principios y procedimientos. 2^a. Ed. (1^a. En español). México. Ed. McGraw-Hill Co. ; 1988.
- Tejada de HI. Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal, México DF, Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, AC; 1983.
- Van Soest PJ. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd edition. In: Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers. USA. O & B Books, Inc.; 1994.

ESTABLECIMIENTO DE UNA AGROEMPRESA PRODUCTORA DE LOMBRICULTURA

MC Adolfo Ortega Pérez., Dr. Juan Carlos Zúñiga E.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Sección Agrotecnia
Buenavista, Saltillo Coah.

Em: adorpe43@yahoo.com.mx
jczuniga_2000@yahoo.com

INTRODUCCION

El lombricompostaje puede definirse como la cría masiva, sistemática y controlada de lombrices composteadoras. Es una técnica que involucra varios procesos biológicos, que aceleran la transformación y mineralización de un residuo orgánico en descomposición y lo convierte en abono para las plantas. El lombricompostaje o crianza de lombrices es una ecotecnología sencilla, viable y productiva para la producción intensiva de abono orgánico. Por la calidad del producto que genera, puede hablarse del abono orgánico de mejor presentación, calidad y cotización en el mercado.

ALGUNAS DE LAS CARACTERISTICAS DEL HUMUS DE LOMBRIZ

- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilados por las raíces.
- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas en los viveros y jardines.
- Incrementa la formación de micorrizas (organismos benéficos para las plantas) en el suelo.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- Transmite hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras directamente del terreno a la planta.
- Aporta e incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, liberándolos gradualmente, además de incrementar la fertilidad del suelo.
- Mejora las características estructurales del suelo, favoreciéndola formación de agregados en las arcillas y mejorando la consistencia de los suelos arenosos.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras (herbicidas ésteres fosfóricos) debido a su capacidad de absorción.
- Por sus altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos, mejora las características

químicas del suelo.

- Aumenta la resistencia a las heladas.
- Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelo (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos.

A diferencia de otras técnicas convencionales de compostaje, el proceso de lombricompostaje toma provecho de las cualidades biológicas y fisiológicas de las lombrices para potenciar la descomposición aeróbica de la materia orgánica. Con este principio pueden procesarse prácticamente cualquier residuo orgánico ya sea urbano, agrícola, agroindustrial o pecuario.

| COMPOSICION DE HUMUS DE LOMBRIZ | |
|----------------------------------------|-------------------|
| HUMEDAD | 30 - 60% |
| PH | 6.8 - 7.2 |
| NITRÓGENO | 1.0 - 2.6% |
| FÓSFORO | 2.0 - 8.0% |
| POTASIO | 1.0 - 2.5% |
| CALCIO | 2.0 - 8.0% |
| MAGNESIO | 1.0 - 2.5% |
| MATERIA ORGANICA | 30 - 70% |
| CARBONO ORGANICO | 14 - 30% |
| ACIDOS FULVICOS | 14 - 30% |
| ACIDOS HUMICOS | 2.8 - 5.8% |
| SODIO | 0.02% |
| COBRE | 0.05% |
| HIERRO | 0.02% |
| MANGANESO | 0.006% |
| RELACION CARBONO/NITÓGENO | 10 - 11% |
| VALOR COMERCIAL \$1000 - | |
| \$1,500.00 | |

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro a través de la Gerencia de Empresas Universitarias y la Sección Agrotécnica del Dpto. de Fitomejoramiento, ha desarrollado un programa de reciclado de los desechos orgánicos generados en sus diferentes unidades pecuarias, los que se aproximan a las 2.5 toneladas diarias, solo en el Campus de Buenavista. Estos desechos orgánicos serán procesados con lombrices del género *Eisenia* spp. utilizando

un sistema especial de manejo desarrollado por investigadores de la propia Universidad y con el cual se pretende producir 50 toneladas mensuales de abono orgánico de alta calidad que se utilizará en el mantenimiento de los jardines y campos deportivos de la Universidad, en el vivero en la producción de plantas para la reforestación de nuestros bosques y parques ornamentales de nuestra ciudad, y otras actividades relacionadas, como son la venta al público y productores agropecuarios de la región.

OBJETIVO

Producir fertilizante orgánico y mejorador de suelo de alta calidad.

MATERIALES Y METODOS

El proyecto se desarrolló en terrenos de la Universidad específicamente en el área del establo, con las coordenadas geográficas 25° 25' 41" latitud norte y 100° 59' 57" longitud oeste del meridiano de Greenwich. La altura es de 1743 msnm.

En esta localidad el clima predominante, de acuerdo a la clasificación Koppen , modificada por García (1973), es del tipo BWh° (x')(e), que equivale a un clima muy eco, semi cálido, con inviernos frescos, extremoso y verano cálido, lluvias intermedias entre verano e invierno, con una precipitación media anual de alrededor de 443 mm, con una temperatura media anual de 19.8°C y evaporación promedio anual de 2167 mm

MATERIAL UTILIZADO

Estiércol de bovino lechero estabulado.

Plástico negro calibre 800 de 3 m de ancho.

Tubería PVC 1"

Manguera 1" y 0.5"

Válvulas de 0.5"

Aspersores de abanico con gasto de 90 litros de agua /hora.

Material de campo (carretillas, palas, azadones, criba, etc.).

Termómetro

pHímetro.

METODOLOGIA

Al inicio de proyecto se establecieron dos camas de 2 m de ancho por 30 m de largo cada una, a modo de tener una pendiente de 0.01%. El terreno donde se establecieron las

camas se delimito con hilo para despedrar y nivelar a la pendiente antes señalada, agregando tierra fina y apisonándola con un rodillo para que no pierda su forma.



Enseguida se instaló el plástico sobre la tierra apisonada dejando un canal para los escurrimientos en ambos lados de la cama. Posteriormente se agregó una capa de 15 cm de estiércol semi compostado, cribado y húmedo a lo largo de la cama, para después inocular con lombriz roja de California (*Eisenia* spp), a razón de 1000 lombrices por metro cuadrado.



MANEJO DE CAMA

Durante las primeras tres semanas el único manejo que se aplicó fue el regar diariamente para mantener húmeda la cama (80 % de humedad), período que se considera de adaptación de la lombriz al medio. Después de éste período, se agregó a la cama una capa de 10 cm de estiércol como alimento para las lombrices. Este proceso se realizó cada diez días por un período de cuatro meses.

LECTURA DE DATOS

El pH es una lectura que debe ser evaluada y controlada debido a que la lombriz es muy sensible a este factor, pues afecta su actividad reproductiva así como su capacidad para alimentarse, redundando esto último en la buena producción de composta.

El grado de humedad de la cama es importante debido a que es el medio natural donde vive la lombriz, por lo tanto es importante mantener el lecho con una humedad entre el 70 y 80%.

La temperatura es otro importante factor para el desarrollo de este anélido. La literatura recomienda mantener la cama entre los 18 a 25° C. esta lectura se realizó diariamente con un termómetro de bayoneta de aluminio de lectura directa, introduciéndolo en el lecho directamente.

RESULTADOS

Después de dos años de trabajos las camas se han incrementado de las dos iniciales, a once con las mismas dimensiones, lo que significa un incremento del 550% (un incremento de 540 M2 de área de composteo. El número de lombrices se incrementó a partir de la población inicial al suficiente para atender el crecimiento de las nuevas camas (540,000), pero además se han comercializado 280,000 lombrices a razón de \$ 400.00 por lote de 1000 anélidos.

Aunado a lo anterior, se han comercializado 5,000 litros de líquidos de lombriz a un precio de \$ 5.00 pesos por litro.

BIBLIOGRAFÍA

- Capistran F. Aranda y S.C. Romero. 2001. Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz. México.
- Compognoni L. y G. Putzolu. 1998. Cría Moderna de las Lombrices y Utilización Rentable del Humus. Ed. De Vecchi, S.A. Barcelona, España.
- Contreras S.H. R.M. Alvarez y L.J.A. Llamas. 2001. Lombricultura. Conocer y cuidar las lombrices para obtener abono orgánico. Fundación Produce Jalisco. México.
- Martínez C. C. y L. Ramírez F. 2000. Lombricultura y Agricultura Sustentable. Texcoco, Estado de México. México.

PRODUCCION DE FORRAJE CON NUEVOS HIBRIDOS DE MAIZ SEMBRADOS EN SURCOS ESTRECHOS EN LA REGION LAGUNERA¹

José S. Carrillo A²., David Gpe. Reta S.², Jesús Santamaría C.²,
J. Francisco J. Chávez² G. Pedro Cano R.^{2a}.

¹ Proyecto financiado por Fundaciones Produce, A.C.

² Investigadores del INIFAP CIRNOC CELALA

CARRILLOAJ@YAHOO.COM.MX

INTRODUCCION

En la región lagunera la producción de forraje de maíz ha resultado ser de gran importancia, básicamente por su calidad y dado que en las explotaciones ganaderas este forraje es un componente básico en la ración diaria para ganado bovino lechero y debido también a su contenido energético y menor costo de producción que otros cultivos forrajeros como es la alfalfa. La importancia también radica en la superficie sembrada, el potencial para incrementar la producción por unidad de superficie y sobre todo por el impacto económico que puede lograrse al aumentar la producción y productividad de este cultivo.

En la región, el maíz cuenta con un potencial de producción considerablemente elevado, debido a la alta disponibilidad de radiación solar durante el periodo libre de heladas, aunado a un manejo agronómico integral adecuado. Los resultados de investigación y validación indican que en siembras de primavera que es posible obtener hasta 80 ton/ha de forraje fresco, que transformados a forraje seco son 24 ton/ha, con aproximadamente un 50% de contenido de grano. Cabe indicar que en siembras comerciales tradicionales en esta región, el promedio de producción de forraje fresco y forraje seco es 51 y 15 ton/ha, respectivamente; En este sentido se ha determinado que los factores que limitan el rendimiento de maíz son, entre otros, los sistemas de producción donde se trabaja con baja eficiencia, principalmente en el aprovechamiento de la energía solar, debido a los métodos tradicionales de siembra, bajas densidades de población y los genotipos poco adecuados que se utilizan. Además en forma significativa se ha determinado que en siembras de verano, el potencial de producción se reduce considerablemente debido a las altas temperaturas y a la reducción gradual del fotoperíodo, que aceleran el desarrollo del cultivo y por lo tanto ocurre una disminución en los niveles de producción hasta de un 30% aproximadamente. La situación actual de la producción de maíz en la región lagunera demanda mayores alternativas en cuanto a genotipos con amplia adaptación a las condiciones de la región y con alto nivel productivo; En este sentido, a partir de este trabajo se ha logrado determinar que existe material genético de maíz, con características agronómicas que permite su utilización en la producción de forraje bajo un sistema de siembra

en alta densidad de población, con lo cual es factible producir potenciales de rendimiento de forraje fresco de hasta 80 ton/ha, con proporciones de grano de 50 a 57% que le confiere al forraje una alta calidad nutricional. El objetivo del presente trabajo fue determinar la respuesta agronómica de híbridos de maíz, bajo un sistema de siembra en alta densidad de población y en surcos estrechos, para la producción de forraje de alta calidad.

METODOLOGIA

En el Campo Experimental La Laguna, perteneciente al CIRNOC-INIFAP, localizado en Matamoros, Coahuila., México, se llevó a cabo en base a los objetivos planteados, un trabajo experimental, donde se evaluaron durante el ciclo de verano del 2002, doce nuevos genotipos de maíz con características agronómicas diferentes entre éstos, tal como: plantas de porte medio, hojas erectas y semi-erectras, precocidad, como testigos se utilizaron dos híbridos adaptados a las condiciones de la región; El presente trabajo se estableció en un sistema de siembra en surcos estrechos a 50 centímetros y una densidad de 110 mil plantas por hectárea.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar y cuatro repeticiones, donde las unidades experimentales fueron ocho surcos de 8.0 m de longitud y la parcela útil fueron tres de los surcos centrales. La siembra se realizó el 1º de mayo en terreno seco, por lo que se aplicó un riego de siembra, mas tres auxilio de acuerdo a etapas críticas de desarrollo del cultivo. La dosis de fertilización utilizada fue 200 kilogramos de nitrógeno mas 100 kilogramos de fósforo.

Para mantener un buen control sobre plagas, fue necesario realizar seis aplicaciones de insecticida, dos contra gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y cuatro contra araña roja (*Tetranychus* sp). Se determinó el rendimiento de forraje fresco y forraje seco total, altura de planta, días a floración, plantas estériles, proporción de grano en el forraje, porcentaje de plantas acamadas, etc.

El rendimiento de campo se obtuvo cosechando una parcela útil dentro de cada parcela experimental, se tomaron tres surcos con competencia completa, de 6.7 m de longitud, registrándose el peso por parcela, el número de plantas cosechadas, el número de plantas con una mazorcas, plantas cuateras, dentro de la parcela útil se tomaron cinco plantas para estimar materia seca y determinar calidad nutricional del maíz.

Las variables expresadas en porcentaje como: acame de tallo, plantas estériles, plantas cuateras, plantas enfermas, etc., tienen una distribución binomial, por lo que los valores porcentuales se transformaron por raíz cuadrada ($Y = \sqrt{X + 0.5}$), para estabilizar la varianza. (Little y Jackson, 1985). Para diferenciar medias de tratamiento, se utilizó la prueba de Duncan, dado que es adecuada para comparar un tratamiento estándar con otros tratamientos,

Snedecor y Cochran, 1974.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a floración femenina se determina que los híbridos resultaron de ciclo intermedio, observándose una variación de 55 a 69 días, donde AS-948 (T) fue el mas tardío, en tanto que los precoces fueron 8342 y DK-641. En este sentido Shaw y Thom, 1951, indican que al agregar 50 días al promedio de floración femenina, se estima en forma aproximada la madurez fisiológica de los genotipos.

Los híbridos con mas de 2.8 m de altura de planta, no son apropiados para sembrarse en alta densidad de población, debido a problemas de acame y producción de plantas estériles, requiriéndose para sistemas en alta densidad híbridos de porte mediano; En este sentido, se obtuvo una variación de 211 a 278 centímetros, donde los híbridos mas altos fueron AS-905 con 278 cm, AS-902 con 273 cm, entre los híbridos de menor altura de planta están 8342, 8285, 8277 y 30G54 con 225 y 230 centímetros, esto indica que la mayoría de los híbridos evaluados tienen potencial para sembrarse en altas densidades. El-Lakany y Russell, 1971, indican que en alta densidad se dio correlación del rendimiento con altura media de planta, mazorca baja, diámetro de mazorca, porcentaje de grano, no así con floraciones. En altura de mazorca se observó un promedio general de 111 centímetros y un rango de variación entre 82 y 148 centímetros, destacando en esta variable los híbridos AS-905 y AS-948(T) con 148 centímetros de altura de mazorca, medida de la base del tallo al nudo de inserción de la mazorca. Cuadro 1.

La respuesta de los híbridos en cuanto a su capacidad de producción de forraje, se midió a través del rendimiento de forraje fresco, producción de materia seca total, la producción de grano. En cuanto a producción de forraje fresco se encontró una media general de 49,330 kg/ha , y una variación de 37,786 a 56,876 kg/ha, entre los híbridos mas productivos están 8285, 8251, 6003, 33J56 y AS-948 (T), entre otros; Entre los genotipos que obtuvieron menor rendimiento de forraje están Z-21 y 30G54 con rendimientos de 41,455 y 37,786 kg/ha de forraje fresco. Cuadro 1

En rendimiento de forraje seco la variación fue entre 14,441 a 18,704 kg/ha donde destaca el híbrido AS-900, el cual fue superior 11.7 y 16.2 % con respecto a los testigos, resultando por lo tanto un forraje de mayor calidad nutricional. Este incremento se logra con el uso de altas densidades de población, genotipos apropiados, al cosechar entre 90 y 112 mil pl/ha, sembrar en surcos estrechos (0.38 a 0.60 m y 1.0 m en doble surco); Estos genotipos deben contar con características agronómicas tales como una proporción de grano de 45 a 50 %, bajo porcentaje de plantas estériles en siembras con alta población de plantas, tolerantes al acame de plantas, con porte de planta de 2.20 a 2.80 m y hojas erectas ó semi-erectas.

Cuadros 2 y 3.

Cuadro 1. Promedio de cinco características agronómicas de doce híbridos de maíz evaluados para producción de forraje, en un sistema de alta densidad de plantas, en la Región Lagunera. INIFAP CIRNOC CELALA. 2002

| HÍBRIDOS | DIAS 50% FLOR MASC | DIAS 50% FLOR FEM | ALTURA PLANTA | ALTURA MAZORCA | REND FORRAJE FRESCO kg/ha |
|------------|-----------------------|----------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|
| 8285 (T) | 59 c | 61 cd | 225 h | 106 def | 56,876 a |
| 8251 | 59 cd | 61 c | 233 fgh | 98 fg | 54,955 ab |
| 6003 | 59 cde | 61 cd | 244 def | 113 d | 53,936 ab |
| AS-905 | 62 b | 65 b | 278 a | 148 a | 53,347 abc |
| 33J56 | 56 g | 58 e | 239 efg | 90 h | 52,698 abc |
| AS-948 (T) | 66 a | 69 a | 260 bc | 148 ab | 50,921 abc |
| AS-902 | 62 b | 64 b | 273 ab | 140 b | 50,106 abc |
| 8342 | 52 h | 55 f | 211 l | 82 i | 49,217 abcd |
| AS-900 | 58 ef | 61 cd | 252 cde | 109 de | 48,722 abcd |
| DK-641 | 53 h | 57 f | 240 efg | 94 gh | 48,532 abcd |
| 8277 | 57 f | 60 de | 227 gh | 91 gh | 46,744 bcd |
| 30G40 | 63 b | 65 b | 256 cd | 126 c | 45,329 cde |
| Z-21 | 58 def | 60 cd | 233 fgh | 105 def | 41,455 de |
| 30G54 | 62 b | 65 b | 230 gh | 103 ef | 37,786 e |
| M. GRAL | 59 | 62 | 243 | 111 | 49,330 |
| CV % | 2 | 2 | 4 | 5 | 12 |

Duncan. Tratamientos agrupados con misma letra, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad

La calidad del forraje en híbridos que no toleran altas densidades de población, puede disminuir en densidades mayores de 100 mil plantas por hectárea, dado que en estas condiciones producen menor cantidad de grano en el forraje (Pinter, et al., 1990; Núñez *et al.*, 1994) lo cual se ha observado que depende de las características de los híbridos utilizados, esto es que existen híbridos que no reducen su proporción de grano (Reta *et al.*, 2000), el contenido energético del forraje (Karlen y Camp, 1985; Reta *et al.*, 2000) y la cantidad de nutrientes digeribles totales (Pinter *et al.*, 1994; Reta *et al.*, 2000); En este sentido los resultados indican que la calidad del forraje de maíz no fue disminuida en genotipos tolerantes a altas densidades de población, debido a su mayor proporción de grano en el forraje producido, tal como se observa en los híbridos AS-900, Z-21, 30G40, AS-902, entre otros, que obtuvieron rendimientos de materia seca total superior a las 17 ton/ha y proporciones de grano superior a

40%, cabe destacar que los mejores híbridos en producción de grano fueron 8342, DK-641 y 33J56. Cuadro 2

La tolerancia de los híbridos a altas densidades de población, se determina entre otras características agronómicas, por su capacidad para producir bajos porcentajes de plantas estériles y acame de plantas, en este sentido los resultados de este trabajo muestran que los híbridos sobresalientes en rendimiento de forraje seco, obtuvieron entre 7 y 17% de plantas estériles y de 4 a 10% de plantas acamadas. Para plantas enfermas, el promedio general fue 2.4%. El genotipo que presentó mayor incidencia de carbón común fue DK-641 con 6%. Cuadro 2

Cuadro 2. Promedios de cinco características agronómicas de híbridos de maíz evaluados para producción de forraje, en un sistema de alta densidad de plantas, en la Región Lagunera. INIFAP CIRNOC CELALA. 2002

| HÍBRIDOS | % ACAME RAIZ | % ACAME TALLO | % PLANTAS ENF | % PLANTAS HORRAS | RENDIMIENTO MATERIA SECA |
|------------|--------------|---------------|---------------|------------------|--------------------------|
| AS-900 | 2.5 bc | 4 b | 2.1 ab | 17 a | 18,704 a |
| Z-21 | 1.6 c | 6 b | 1.3 b | 7 cd | 17,968 b |
| 30G40 | 3.3 abc | 10.5 b | 1.9 ab | 10 bcd | 17,753 b |
| AS-902 | 1.6 c | 15 ab | 3.6 ab | 13 bc | 17,717 b |
| 33J56 | 1.9 bc | 10 b | 1.9 ab | 6 cd | 16,868 b |
| 6003 | 3.0 abc | 8 b | 1.0 b | 4 d | 16,848 b |
| 8285 (T) | 1.9 bc | 6.4 b | 3.1 ab | 10 bcd | 16,740 b |
| DK-641 | 4.0 ab | 35 a | 6.0 a | 7 cd | 16,637 b |
| AS-948 (T) | 1.9 bc | 11 b | 3.5 ab | 17 a | 16,097 b |
| AS-905 | 5.0 a | 11.6 b | 1.5 b | 14 b | 15,919 b |
| 8342 | 2.5 abc | 3.5 b | 1.8 ab | 7 bcd | 15,904 b |
| 8251 | 1.3 c | 3 b | 2.5 ab | 12 bc | 15,598 b |
| 8277 | 1.3 c | 4.2 b | 1.3 b | 6 cd | 14,622 b |
| 30G54 | 2.1 bc | 6.5 b | 3.0 ab | 11 bc | 14,451 b |
| M. GENERAL | 2.42 | 9 | 2.46 | 10 | 16,559 |
| CV % | 32 | 52 | 50 | 33 | 22 |

* Duncan. Tratamientos agrupados con misma letra resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

Plantas cuateras mostró un promedio general de 1.3%, y una variación de 1 a 3%. En cobertura de mazorca, el promedio general fue 3.2% y una variación de 1.0 a 17%. En

porcentaje de grano del forraje se observó una media general de 40% y una variación de 25 a 49%, donde destacan híbridos como 8342, DK-641, 33J56, 6003 y AS-900 con porcentajes de 49 a 43% de grano. Los genotipos con menor porcentaje de grano fueron AS-905 y AS-948(T) con 31 y 25% respectivamente. Cuadro 3

Cuadro 3. Promedios de tres características agronómicas de doce híbridos de maíz, evaluados para producción de forraje en un sistema alta densidad de plantas, en la Región Lagunera. INIFAP CIRNOC CELALA. 2002

| HIBRIDOS | % PLANTAS CUATERAS | % MALA COBERTURA | % DE GRANO |
|------------|--------------------|------------------|------------|
| 8342 | 1 c | 3 bc | 49 a |
| DK-641 | 1 c | 17 a | 46 ab |
| 33J56 | 1 c | 4.7 b | 46 ab |
| 6003 | 1 c | 1.6 c | 44 abcd |
| AS-900 | 1.5 abc | 2.7 bc | 43 abcd |
| Z-21 | 1.3 bc | 1.7 c | 42 bcde |
| 8251 | 1.3 bc | 1.6 c | 41 cdef |
| 30G40 | 1 c | 1.0 c | 40 def |
| 8277 | 2 ab | 1.3 c | 39 def |
| 30G54 | 2 ab | 3.4 bc | 39 def |
| 8285 (T) | 1 c | 2.4 bc | 38 ef |
| AS-902 | 3 a | 2.2 bc | 36 f |
| AS-905 | 1 c | 1.5 c | 31 g |
| AS-948 (T) | 1 c | 1.6 c | 25 g |
| M. GENERAL | 1.36 | 3.26 | 40 |
| CV % | 20 | 37 | 9 |

* Duncan. Tratamientos agrupados con misma letra resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

CONCLUSIONES

Se determinó que los híbridos AS-900, Z-21, 30G40, AS-902, 33J56 y 8342, por su alto potencial de producción de forraje seco, alta proporción de grano en el forraje y su precocidad; y la utilización de estos híbridos permite incrementar la producción de forraje seco entre 12 y 16% durante el año sin disminuir la calidad del forraje.

Características de estos genotipos como plantas de porte bajo o intermedio, hojas erectas y semi-erectas, baja proporción de plantas acamadas y estériles permite determinar una gran ventaja aprovechable en un sistema de producción con mayor densidad de población (90 a

112 mil plantas/ha) y surcos estrechos (0.38, 0.50 y 0.60 m) y surcos dobles a 1.0 m.

En base a floración masculina y femenina , se determina que la mayoría de los híbridos evaluados son de ciclo intermedio é intermedio-precoc.

En características agronómicas como acame de tallo, plantas enfermas y plantas estériles, la mayoría de los híbridos obtuvieron excelente respuesta agronómica.

BIBLIOGRAFIA

- El-Lakany, M.A., and Russell, W.A. 1971a. Relationship of mize characters with yield in testcrosses of inbreds in different plant densities. *Crop Sci.* 11(5) : 698 – 701.
- Little, T. y H. Jackson. 1985. *Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura*. Ed. Trillas. México.
- Karlen, D.L. And C.R. Camp. 1985. Plant Density, distribution, and fertilizer effects on yield and quality of irrigate corn silage. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 16:55-70.
- Núñez G., F. González, S. Martín Del Campo y A.A. De Alba. 1994. Efecto de la densidad de plantas en la producción y calidad de maíz híbrido de hojas erectas para ensilaje. *Av. En Inv. Agropecuaria.* 3:25-30.
- Pinter, L., Z. Alfoldi, Z. Burucs, and E. Paldi. 1994. Feed value of forage maize hybrids vaharina in tolerance to plant density. *Agron. J.* 86:799-804.
- Reta S., A. Gaytán M., J.S. Carrillo A. 2000. Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. *Rev. Fitotec. Mex.* 23:37-48.
- Shaw, R.H and Thom, H.C.S. 1951. On the phenology of fiel corn. *Agro.J.* 43: 9-15; 541 – 546.
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran, 1974. *Métodos Estadísticos* The Iowa State University Press Ames, Iowa.USA

PRODUCCIÓN DE CHILE ANCHO CON RIEGO POR GOTEOS Y DIFERENTES COLORES DE ACOLCHADO.

Josefina Martínez S.¹ Tomas Medina C.² Marco A. Vuelvas C.³

¹ INIFAP CENID-RASPA martinez.josefina@inifap.gob.mx

² CEBAJ-INIFAP tmedinac@hotmail.com

³ CEBAJ-INIFAP mavuelvas@prodigy.net.mx

INTRODUCCION

El cultivo de chile es una de las hortalizas de mayor importancia para México; se ha incrementado su producción desde principios de los noventa debido a aumentos en superficie cosechada y a mayores rendimientos por hectárea. En 1990 se cosecharon 66 mil hectáreas con producción de 633 mil toneladas, con rendimiento promedio de 9.5 toneladas por hectárea.

En el año 2002, la superficie cosechada ascendió a 140 mil hectáreas, con producción de 17 millones de toneladas y rendimiento promedio de 12.7 toneladas por hectárea. Destacan en el 2002, con el 95.3 % de la superficie cosechada: chile verde con 65 mil hectáreas; chile seco 53.2 mil hectáreas; chile verde jalapeño 11.5 mil hectáreas, y chile verde serrano con 3.6 mil hectáreas. En menor grado, participan el chile seco ancho, verde poblano, verde soledad, seco tabaquero, habanero, verde de agua, verde morrón, entre otros, con el 4.7 % de la superficie (6.5 mil hectáreas) (SIAP-SAGARPA. 2002. Las principales entidades productoras de chile ancho son: Baja California Sur, Sonora, Zacatecas, Durango, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato, Puebla. A nivel nacional el 77 por ciento de la superficie sembrada con este cultivo se ubica en zonas de riego y el resto es en zonas de temporal. El agua es indispensable para la producción, particularmente los sistemas actuales de producción de chile ancho se aplican altos volúmenes de agua por hectárea y se tienen bajos índices de producción. Mojarro, (2004). En Guanajuato, en la actualidad mas del 90 por ciento de la superficie se riega por gravedad y año con año se va incrementando la superficie con sistemas presurizados.

Esta realidad obliga a que se busque alternativas tecnológicas para optimizar el uso del agua y al mismo tiempo evitar la degradación de los suelos. Vuelvas *et al* 2000. Guanajuato es una de las zonas con mayor producción de chile ancho, en 2002 se sembraron 10 000 has con un rendimiento promedio de 9 ton/ha. Uno de los principales problemas que enfrentan el cultivo de chile ancho es alto volumen de agua aplicada en el cultivo. Se requiere fortalecer la tecnología aplicada para optimizar el consumo del agua a este cultivo. Uno de los principales retos es mejorar paralelamente la productividad del agua y la calidad de cosechas para ser más competitivos en el mercado nacional e internacional. El uso de los materiales plásticos como cubiertas en la modalidad de acolchado plástico, representa una opción para aumentar la

eficiencia en el uso del agua y la calidad del producto.

Objetivo. Transferir la tecnología para producir chile ancho con riego por goteo y acolchado, en Jaral del Progreso. Guanajuato.

MATERIALES Y METODOS

Localización.

Este trabajo se realizó con fondos del proyecto de Fundación Guanajuato Produce, A. C. y un productor cooperante. La parcela de validaciones se estableció en Jaral del Progreso, Gto., en el Rancho Santa Ines, en el lote las Trancas en una área de 12 has. Cuatro hectáreas sin acolchar, tres con acolchado negro cuatro con plástico gris-plata y el resto de acolchado blanco.

Clasificación del suelo.

La clasificación del suelo se realizó en el laboratorio Nacional de Fertilidad de suelos y Nutrición Vegetal del INIFAP del Campo experimental Bajío.

Donde el suelo se caracterizó como un suelo arcilloso en las tres profundidades con una densidad de 1.28 g cm^{-3} en la profundidad de 0-20 cm y de 20-40 y de 40-60 cm la densidad de 1.30 g cm^{-3} .

Preparación del suelo.

La preparación del suelo se realizó en febrero con barbecho, doble rastreo, marcador y formación de camas de 1.60 m y 1.70 metros, colocación de la cintilla acolchado lavado de la cintilla.

Siembra

La siembra se realizó con el híbrido Caballero en el mes de febrero en invernadero comercial.

Acolchado

La colocación del acolchado plástico fue en la parte alta del surco (Acolchado en franja), con un plástico de color negro, plata negro y blanco opaco, de 1.2 metro de ancho, calibre 150 micras. La distancia de las perforaciones fue a 30 cm a hilera sencillo con un diámetro de 5 cm. Se utilizó una acolchadora mecánica, para colocar el acolchado.

El plástico plata negro estaba perforado en dos franjas, el plástico plata-negro y el plástico negro se perforaron de forma manual.

El acolchado con dos perforaciones se le aplicó en esos espacios un herbicida y las perforaciones se realizaron en el centro del acolchado.

Figura 1 se observa el acolchado negro y plata negro.

Transplante

El trasplante se inicio el 11 Marzo 2004 colocando la planta en el centro del acolchado a una solo hilera. En el trasplante se tuvo el problema que al ir colocado la plántula en el suelo se doblaba y se quemaba con el plástico, se tubo que colocar suelo alrededor de la plántula para que no se inclinara.(doblara la planta para que no rozara con el plástico. Figura 1 Acolchado plástico negro.



Figura 1 Acolchado plata-negro con dos perforaciones

Entutorado o envarado

Se realizo el entutorado o envarado con postes de madera a cada cuatro metros de distancia colocando dos amarren de hilo en el desarrollo del cultivo. En la figura 2 se observa el desarrollo de la planta con acolchado plástico blanco con riego por goteo y sin acolchar y riego por goteo (testigo) figura 3 se observa el acolchado negro con los tutores y en la figura 4 .Acolchado blanco con riego por goteo y entutorado.



Figura 2 Cultivo de Chile riego por goteo acolchado blanco y sin acolchar.



Figura 3 Desarrollo del cultivo chile ancho.



Figura 4 Cultivo de chile con acolchado blanco y plata-negro.

Deshierbes

Los deshierbes se realizaron donde no se tiene plástico fueron cuatro deshierbes, (en los extremos del acolchado plástico), en el testigos sin acolchado se efectuaron 12 deshierbes y se localizaron daños de cintilla con el implemento con que se deshierbo.

Extracción nutrimental.

En la figura 5 Se observan las curvas de extracción nutrimental para diferentes elementos que se aplicaron durante todo el desarrollo del cultivo. Como fuente de nitrógeno se utilizó el fosfonitrato, teniendo una aplicación total de 265 kg ha⁻¹ de nitrógeno, para la aplicación del fósforo se utilizó el ácido fosfórico, con una aplicación total de 160 kg ha⁻¹, las necesidades de potasio se cubrieron utilizando nitrato de potasio, teniendo una dosis total de 170 kg ha⁻¹, la dosis de 80 kg ha⁻¹ de calcio se aplicó con nitrato de calcio y de magnesio se aplicaron 5 kg ha⁻¹ utilizando como fuente nitrato de magnesio.

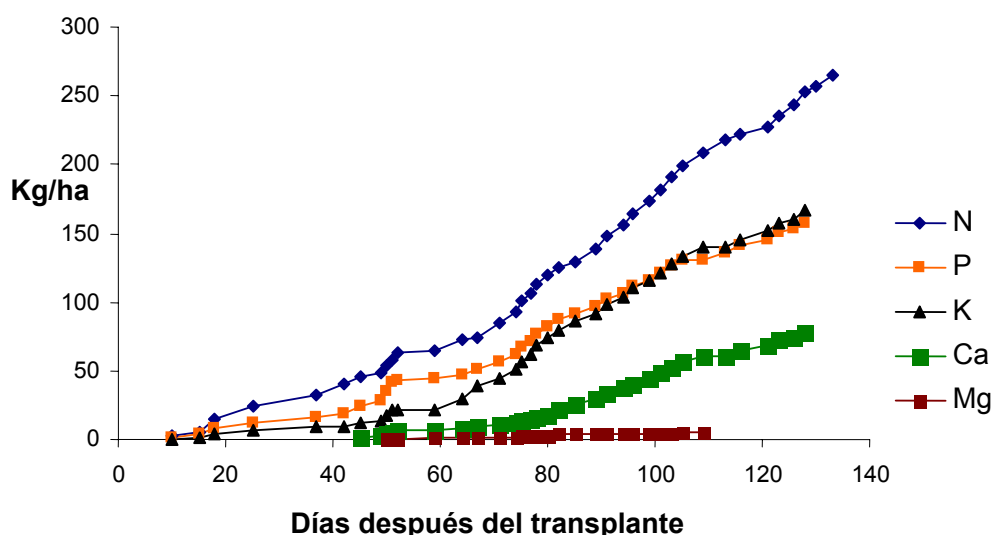


Figura 5. Curvas de extracción nutrimental del chile

Cosecha

Al realizar los datos de estimación de rendimiento no se obtuvieron diferencias en los diferentes colores de plástico, sin embargo en el testigo sin acolchar el rendimiento fue menor y el fruto se tardó dos semanas más en cosechar.

En el cuadro 1, se muestran los rendimientos y lámina de riego aplicada en los diferentes acolchados bajo riego por goteo. En el acolchado blanco se aplicó una lámina de riego de 34.6 cm. y fue donde se obtuvo el más alto rendimiento de 25.8 t ha⁻¹, es importante destacar que aún cuando el rendimiento con riego por goteo y sin acolchado supera en un 45% el rendimiento promedio del estado de Guanajuato, se observa que con el acolchado y goteo éste puede ser superior en más del 100% y la cantidad de agua utilizada es 50% menor a la

utilizada cuando se tiene solo el riego por goteo.

Cuadro 1 Rendimiento y lámina de riego del cultivo de chile con acolchado.

| Colores de Acolchado | Rendimiento t ha ⁻¹ | Lámina de riego cm. |
|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Negro | 23.2 | 28.5 |
| Blanco | 25.8 | 31.5 |
| Negro Plata | 22.5 | 34.6 |
| Testigo sin plástico riego por goteo | 15.7 | 50.5 |

CONCLUSIONES

Extracción nutrimental como fuente de nitrógeno se aplico en total de 265 kg ha¹. para la aplicación del fósforo un total de 160 kg ha¹, las necesidades de potasio se cubrieron total de 170 kg ha⁻¹, la dosis de 80 kg ha⁻¹ de calcio y de magnesio se aplicaron 5 kg ha⁻¹ utilizando .

El mayor rendimiento con los diferentes acolchados fue de 25.8 t ha⁻¹ y en el testigo de 15.7 t ha⁻¹ . No se obtuvo diferencias en rendimiento en los diferentes colores de plástico, sin embargo en el testigo sin acolchar, el rendimiento fue menor y el fruto se tardo dos semanas mas en cosechar.

BIBLIOGRAFIA

- Burgeño B. H. 1996. La fertigacion. Los elementos minerales de la fertilizacion y su relación suelo-planta.
- D.R., Kasperbauer, M.J. and Hunt, P.G. 1990. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. Hortscience 25:460-462
- Martínez S. J. Mendoza M. S F., Macías, R. H., Martínez R. J. G., Rivera G. M. 2001. Distribución espacial de la humedad en el suelo bajo cubiertas plásticas microriego . XI Congreso Nacional de Irrigación. Pag.174-180.
- Martínez S. J. Medina C. T. Macías R. H., Vuelvas C. M. A. 2004. Tres Espaciamiento del Trasplante en la Perforación del Acolchado Plástico en el Cultivo de Chile. Primera Convención Mundial del Chile. Pag. 218-222.
- Orzalek, M.D. and Murphy, J.H. 1993. The effect of colored polyethylene mulch on the yield of squash and pepper. Proc. Natl. Agri. Plastics Congress 24:157-161
- SAGAR-CEA. 2002. Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.

CAMBIOS EN LA COBERTURA Y USO DEL SUELO DEL MUNICIPIO DE LERDO, DURANGO, MEDIANTE IMÁGENES LANDSAT TM

**Martínez-Ríos Juan J., Valencia-Castro, Celso M.,
Quiñones V. Jesús J. y Edmundo Castellanos P.**

Maestros Investigadores de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, División de Estudios de Postgrado.
Apdo. Postal 1-142, Gómez Palacio, Durango, México CP 35000
juamarti@lag.megared.net.mx

INTRODUCCIÓN

Al mismo tiempo que la humanidad continua su avance en todos los ámbitos productivos en este siglo veintiuno, se predicen cambios ambientales acelerados producto de esta vorágine de consecuencias desconocidas y potencialmente devastadoras. Si bien es cierto que muchos avances científicos han ocurridos en la última parte del siglo veinte, y que esto ha traído consigo un avance significativo de nuestro entendimiento de los procesos que gobiernan a los ecosistemas terrestres, también es cierto señalar que nos encontramos en una posición poco privilegiada para predecir, con un grado aceptable de certeza, lo que el futuro le depara a la humanidad en los años por venir. Los retos lucen impresionantes e impactantes: el cambio climático, la elevación de los niveles marinos, los cambios en los regimenes hidrológicos, la redistribución de la vegetación, así como la selección inadecuada en la planeación del uso del suelo y los recursos naturales, aunados a la utilización de técnicas de cultivo para la producción agrícola a gran escala (Lunetta y Elvidge, 1998). Esto trae consigo cierta incapacidad para contar con elementos que nos permitan enfrentar dichos retos.

En México, específicamente en la parte sureste del desierto Chihuahuense, se localiza la Comarca Lagunera (Schmidt, 1979), en la cual es bien conocido que las actividades inherentes a las actividades productivas en el ramo agropecuario y forestal han sometido a sus recursos naturales a altas presiones de consumo por un prolongado período de tiempo, constituyendo de esta manera una de las zonas del norte del país que muestra los más altos grados de presión antrópica. Una de las áreas mas afectadas en esta región es el municipio de Lerdo, Durango (Biodesert, 2001).

Actualmente la existencia de nuevas tecnologías basadas en la percepción remota con sensores de alta resolución espacial y temporal permiten observar, con buen nivel de detalle, los cambios que sufren los ecosistemas terrestres a mediano y largo plazo, convirtiéndose en una realidad factible para afrontar dichos retos y proveer de alternativas de 'monitoreo' en la dinámica de dichos ecosistemas.

OBJETIVOS

Determinar los cambios en el uso de suelo y la vegetación del municipio de Lerdo, Durango, en el período 1992-2002, mediante el análisis digital de imágenes Landsat tipo Thematic Mapper.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de Estudio

El Municipio de Lerdo, Durango (Figura 1) se encuentra localizado en el norte de la Republica Mexicana, dentro del estado de Durango, geográficamente entre los paralelos 25°09' y 25°45' Norte, y entre los meridianos 103° 19' y 103° 54' Oeste, con una altura promedio sobre el nivel del mar de 1140m (INEGI, 1997). Su extensión territorial comprende 1,922.23 km² (INEGI, 1986).

Suelos

De acuerdo sistema de clasificación de suelos propuesto por la FAO-UNESCO modificado por DETENAL, los tipos de suelos mas comunes encontrados en el municipio son el Litosol, Regosol, Yermosol, Solonchak, Xerosol y el Fluvisol (INEGI, 1977). Dentro del sistema de clasificación del USDA Soil Taxonomy, los suelos pertenecen a los grandes grupos denominados Haplargids, Torriorthents, Torrifluvents y Calciargids (Martínez-Rios, 1999).

Vegetación

Estudios ecológicos realizados en el área (Biodesert, 2001) establecen que la vegetación dominante en el área consiste de especies arbustivas del desierto, entre las que destacan *Fouquieria splendens* (Ocotillo), *Agave lechuguilla* (Lechuguilla), *Opuntia spp.* (Nopal/cardenche), *Larrea tridentata* (gobernadora), *Prosopis spp.* (Mezquite), *Acacia spp.* (Huizache). Además, es posible encontrar en el área algunos pastos como *Hilaria mutica* (zacate tobozo), y *Sporobolus airoides* (zacatón alcalino). En las zonas cercanas al río Nazas la vegetación la componen algunos pastos *Cynodon dactylon* (Zacate chino) y el bosque de galería entre los que destacan el Ahuehuete (*Taxodium mucronatum*) y el álamo (*Populus spp.*)

Metodología

Se obtuvieron imágenes Landsat tipo Multispectral Scanner del programa NALC (North American Landscape Characterization, perteneciente al programa de la NASA/Pathfinder (Lunetta, *et al.*,1993). Las cuales se distribuyen por triplicado previamente corregidas tanto geográficamente como radiométricamente para tres fechas (1976, 1986, 1992), estas imágenes portan cuatro bandas de información y tienen una resolución espacial de 60m (Martinez, 2002). Las escenas se utilizaron con el fin de realizar la corrección geométrica de las imágenes

Landsat tipo Thematic Mapper, esenciales para realizar el presente estudio, y fueron obtenidas de centro de investigación denominado CARSAME (Center for Applied Remote Sensing in Agriculture, Meteorology and Environment) localizado en la New México State University, USA.

Para la realización del análisis, se utilizaron dos imágenes tipo Thematic Mapper (una tipo TM y otra del tipo ETM+), las cuales portan siete bandas de información y una resolución espacial de 28.5m por píxel (Martínez, 2002). La primera imagen representó el estado inicial del municipio de Lerdo (con fecha 7 de Junio de 1992) y la final, del tipo ETM+, se obtuvo para la fecha 10 de Mayo del 2002, y fueron obtenidas del centro denominado PACES (Panamerican Center for Earth and Environmental Studies), localizado en la Universidad de Texas, El Paso, USA y del CENID-RASPA-INIFAP respectivamente.

Las imágenes, de acuerdo con el WRS (World Reference System), corresponden a la ruta (Path) 30 y al renglón (Row) 42 y fueron georreferenciadas de acuerdo con la cuadrícula universal de Mercator (UTM) utilizando el Datum NAD27 y elipsoide de Clarke de 1866, mediante una polinomial de primer orden obteniendo un RMSE ≤ 0.83 mediante el proceso de imagen a imagen.

Cabe señalar que todo el procesamiento digital de las imágenes se realizó con el software ERDAS® Imagine® ver 8.4. Para lograr una correcta estimación en el análisis se realizó una corrección atmosférica de las escenas mediante la técnica de píxel oscuro (Jensen, 1996).

Finalmente, se realizó un recorte municipal en las imágenes mediante la construcción de una máscara con ayuda de un mapa vectorial del municipio.

Debido a la complejidad de los elementos que presentaban las escenas, se realizó una clasificación no supervisada (Jensen, 1996) para ambas fechas, utilizando la técnica ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analysis Technique), manejando para ello 20 clases iniciales, con un máximo de 25, en sólo seis bandas, ya que por considerar que su aportación era nula para el análisis, se optó por omitir la banda 6 (infrarroja térmica) en ambas escenas.

Posteriormente a esto, se realizó un análisis de detección de cambio en las escenas clasificadas considerando exclusivamente las zonas desprovistas de vegetación (con dominancia de material calcáreo) y las áreas que mostraban vegetación tanto natural como inducida (cultivos).

La detección de cambio en percepción remota se puede definir como la técnica aplicada a los datos adquiridos a bordo de los satélites de observación terrestre, con la finalidad de señalar o resaltar diferencias en las escenas en diferentes épocas o tiempos (Jensen, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mediante la clasificación permitió obtener hasta 25 clases, de las cuales fueron fácilmente identificables la correspondientes a la vegetación y al terreno desprovisto de cobertura superficial con dominancia de material calcáreo, en la que por conocimiento previo del área se sabe predominan los materiales denominados como Calcita (CaCO_3) y la Dolomita ($\text{Ca Mg} [\text{CO}_3]_2$). Las cuales correspondieron a la clase 17 (escena 1992) y a la clase 20 (clases 19+20 en escena de 2002) para la vegetación. Así como a la clase 16 (para la escena de 1992) y la clase 18 (para la escena del 2002) esto último para el terreno desprovisto de vegetación. En análisis mostró que el material calcáreo desprovisto de vegetación superficial aumentó su extensión en el período de junio de 1992 a mayo del 2002 en 62.20 km^2 , correspondiente al 3.2% de la extensión territorial del municipio. Asimismo, se obtuvo que en la correspondiente a la vegetación, ésta inició con 69.93 km^2 en 1992 y finalizó con 43.07 km^2 en 2002, lo que trae como consecuencia una pérdida de 26.32 km^2 de vegetación en dicha década y que corresponde al 1.3% de la extensión municipal (Tabla1). Cabe señalar que en este último caso, la estimación considera el cambio en el patrón de cultivos observado en el Distrito de Riego 017 a partir de 1993. Finalmente se señala que la cobertura superficial del espejo del agua en el vaso de la Presa Francisco Zarco mostró una disminución en su área durante la década 1992-2002 de 4.91 Km^2 debido principalmente a que los almacenamientos obtenidos en dicha obra a principios de los años 90 reflejaban todavía los eventos lluviosos extraordinarios que se presentaron durante el año de 1991, y que sobrepasaron, por mucho, a los niveles reflejados durante el año 2002 en el que el período de sequía fue por demás elocuente en la región.

CONCLUSIONES

La detección de cambio en percepción remota resultó ser una herramienta útil para cuantificar los cambios detectados a través del tiempo en ecosistemas terrestres. Señalando que para el caso del Mpio. De Lerdo, Durango, esta técnica puede ser una herramienta importante en la toma de decisiones para realizar actividades de conservación de la biodiversidad en zonas con fragilidad ecológica, especialmente e las áreas adyacentes al río Nazas, y tomar, de esta manera, las medidas necesarias para evitar el crecimiento de las zonas deforestadas.

Se concluye que la implementación y la utilización de este tipo de sistemas se convierten en una prioridad para la toma acertada de decisiones en la planeación y manejo de los recursos terrestres.

Se recomienda asimismo una investigación más específica que considere la información proporcionada por las dependencias oficiales (SEMARNAP y CONAGUA) para obtener las cifras y datos verdaderos sobre la implementación y cambios en el patrón de cultivos implementados por el Distrito de Riego 017 a partir de 1993.

Tabla 1. Resultados del análisis de detección de cambio comparando los resultados obtenidos de la clasificación no supervisada en las dos escenas (1992-2002). Resultados en Km². (Nota: Renglones para estado final y columnas para estado inicial).

| | No clasificado | Vaso Presa Fco. Zarco | Material calcáreo | Vegetación | Total renglón | Total Por clase |
|-----------------------|----------------|-----------------------|-------------------|------------|---------------|-----------------|
| No clasif. | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Clase 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3292.26 |
| Clase 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 |
| Clase 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Clase 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| Clase 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| Vaso Presa Fco. Zarco | 0.00 | 4.28 | 0.00 | 0.00 | 4.28 | 4.28 |
| Clase 7 | 0.00 | 3.63 | 0.00 | 0.00 | 3.63 | 3.80 |
| Clase 8 | 0.00 | 0.93 | 0.01 | 0.01 | 0.95 | 1.24 |
| Clase 9 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 0.11 | 0.91 |
| Clase 10 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.07 | 0.94 |
| Clase 11 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.07 | 1.67 |
| Clase 12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 3.13 |
| Clase 13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 4.46 |
| Clase 14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.04 | 18.33 |
| Clase 15 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.22 | 0.28 | 87.49 |
| Clase 16 | 0.00 | 0.01 | 2.38 | 7.56 | 9.95 | 496.92 |
| Clase 17 | 0.00 | 0.01 | 46.95 | 27.05 | 74.00 | 508.41 |
| Material calcáreo | 0.00 | 0.00 | 265.66 | 11.72 | 277.38 | 386.02 |
| Clase 19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Vegetación | 0.00 | 0.00 | 8.02 | 20.83 | 28.85 | 43.07 |
| Clase 21 | 0.00 | 0.03 | 0.12 | 0.25 | 0.39 | 30.22 |
| Clase 22 | 0.00 | 0.01 | 0.51 | 1.35 | 1.88 | 182.23 |
| Clase 23 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.14 | 0.17 | 5.64 |
| Clase 24 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 1.78 |
| Clase 25 | 0.00 | 0.11 | 0.02 | 0.03 | 0.16 | 1.07 |
| Total Clase | 0.00 | 9.20 | 323.81 | 69.39 | | |
| Cambios en clase | 0.00 | 4.92 | 58.16 | 48.56 | | |
| Diferencia en imagen | 0.00 | -4.91 | 62.20 | -26.32 | | |

BIBLIOGRAFÍA

- Biodesert. 2001. Factores que inciden en el deterioro ecológico y social de la parte baja del Río Nazas: uso de un sistema de información geográfica. Informe Técnico final del Convenio WWF QP70.261 p.
- INEGI. 1986. Anuario Estadístico del Estado de Durango. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 924 p.
- INEGI. 1997. Anuario Estadístico del Estado de Durango. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Edición 1997. 428 p.
- INEGI, 1998. Carta Topográfica: Torreón, Escala 1:250,000, Clave G13-9. INEGI, Aguascalientes, México.
- Jensen, J.R., 1996. Introductory digital image processing a remote sensing perspective. Prentice Hall series in Geographic Information Science. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 318 pp.
- Lunetta, R., S. and Elvidge, C., 1998. Remote sensing change detection: environmental monitoring methods and applications. Ann Arbor Press, Chelsea, Mich., xviii, 318 p., [16] p. of plates pp.
- Lunetta, R.S., Lyon, J.G., Sturdevant, J.A. and et al., 1993. North American Landscape Characterization (NALC) Research Plan. EPA/600/R-93/135, Washington, D.C., 419 pp.
- Martinez, R.J.J., 2002. Introducción a la percepción remota y a los sistemas de información geográfica. Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)-Consejo de Ciencia y tecnología del Estado de Durango (COCyTED)-CONACyT, Durango, Mexico, 149 pp.
- Martinez-Rios, J.J., 1999. Soil claseification in arid lands using Thematic Mapper data. Ph.D. Dissertation Thesis, New Mexico State University, Las Cruces, NM, 170 pp.
- Schmidt, R.H., 1979. A climatic delineation of the 'real' Chihuahuan Desert. Journal of Arid Environments, 2: 243-250.

FERTILIZACIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE PARA TRANSPLANTE EN INVERNADERO

**Magdalena Villa Castorena¹, Ernesto A. Catalán Valencia¹,
Marco A. Inzunza Ibarra¹ y S. Felipe Mendoza Moreno¹**

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID RASPA Km 6.5 margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo, México. 35140.(villa.magdalena@inifap.gob.mx)

INTRODUCCIÓN

La producción de plántulas para transplante en recipientes ha incrementado en los últimos años debido a las grandes ventajas que representa este sistema de producción con respecto a la producción de plántula a raíz desnuda. Las plántulas producidas en recipientes son más precoces y más uniformes que las producidas en el campo. Su crecimiento puede ser controlado más fácilmente a través del manejo de los riegos y nutrientes. Además las plántulas cultivadas en contenedores sufren menos de estrés al momento de transplante, ya que ellas llevan el sistema radicular en un cepellón del medio de cultivo. Los transplantes provenientes de recipientes frecuentemente resultan en un mejor establecimiento en el campo y cosechas más tempranas, factores sumamente importantes en la rentabilidad total del cultivo, ya que se logran mejores precios en el mercado. La meta principal de la producción de plántulas para transplante es tener una planta fuerte, compacta y sana que cuando sea llevada al campo crezca rápido y produzca altos rendimientos. La producción exitosa de plántulas para transplante requiere del control de diversos factores entre los que se encuentran la luz (Ohyama *et al.*, 2003) el manejo adecuado del agua de riego y nutrientes (Vavrina. 1998; Hartmann *et al.*, 2002; Russo, 2004). Por esto, el objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta de plántulas de tomate a cuatro diferentes regimenes de aplicación de N, P y K.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en un invernadero de clima controlado en Gómez Palacio, Dgo durante el la primavera del 2004. Se estudiaron cuatro diferentes regimenes de aplicación de N, P y K en plántulas de tomate cv. Río Grande, los cuales variaron con el tiempo y se describen en el Cuadro 1. Los tratamientos empezaron siete días después de la emergencia (DDE) cuando las plantas presentaban las primeras hojas verdaderas. Las plántulas se sembraron en forma manual en cajas de poliestireno de 200 cavidades, una planta por cavidad; se usó peat moss como medio de cultivo el cual tuvo un pH de 5.5 y una CE de 1.3 dS m⁻¹. Las soluciones nutritivas se prepararon con agua potable y los fertilizantes poly-feed 12-

45-12+micronutrientes, nitrato de potasio 13-0-39 y fosfonitrato 33-0-3 para proporcionar las cantidades de N, P y K deseadas. Las plantas se regaron diariamente en forma manual con agua de la llave o con la solución nutritiva acorde a los tratamientos establecidos. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones, la unidad experimental consistió de tres charolas por tratamiento. Se midió la altura de la planta, producción de materia seca total, área foliar y concentración de N, P y K en la planta cada semana. Se estimó la tasa de crecimiento relativa (TCR) mediante la siguiente ecuación (Hunt, 1990):

$$TCR = \frac{\ln(MS_2) - \ln(MS_1)}{t_2 - t_1}$$

donde MS, t y AF son el peso de la materia seca acumulada por planta (g), tiempo (días) y el área foliar por planta (cm²), respectivamente; la TCR es expresada en mg g día⁻¹.

Cuadro 1. Tratamientos de fertilización estudiados

| Tratamiento | Semana | mg L ⁻¹ | | | Frecuencia de aplicación |
|-------------|--------|--------------------|-----|-----|--------------------------|
| | | N | P | K | |
| 1 | 1 | 30 | 50 | 25 | Diario |
| | 2 | 50 | 80 | 40 | Diario |
| | 3 | 70 | 70 | 70 | Diario |
| | 4 | 90 | 0 | 90 | Diario |
| 2 | 1 | 50 | 70 | 50 | Diario |
| | 2 | 60 | 100 | 50 | Diario |
| | 3 | 90 | 80 | 80 | Diario |
| | 4 | 120 | 0 | 120 | Diario |
| 3 | 1 | 60 | 100 | 50 | Cada tercer día |
| | 2 | 120 | 200 | 120 | Cada tercer día |
| | 3 | 140 | 140 | 140 | Cada tercer día |
| | 4 | 150 | 0 | 150 | Cada tercer día |
| 4 | 1 | 120 | 200 | 120 | Una vez a la semana |
| | 2 | 120 | 200 | 120 | Una vez a la semana |
| | 3 | 120 | 200 | 120 | Una vez a la semana |
| | 4 | 120 | 200 | 120 | Una vez a la semana |

RESULTADOS Y DISCUSION

Las plantas fertilizadas con el tratamiento dos y tres mostraron similar altura de planta durante el desarrollo del experimento y fueron significativamente mayores que la de los tratamientos uno y cuatro durante todo el período del estudio (Figura 1A). El área foliar por

planta mostró un comportamiento exponencial durante el desarrollo de la plántula siendo igual para todos los tratamientos hasta los 21 DDE. Después de esta fecha, el tratamiento tres produjo significativamente mayor cantidad de hojas que los tratamientos dos, uno y cuatro. El tratamiento tres tuvo tres veces más área foliar que el tratamiento cuatro, un 76% más que el tratamiento uno y un 47% más que el tratamiento dos (Figura 1B).

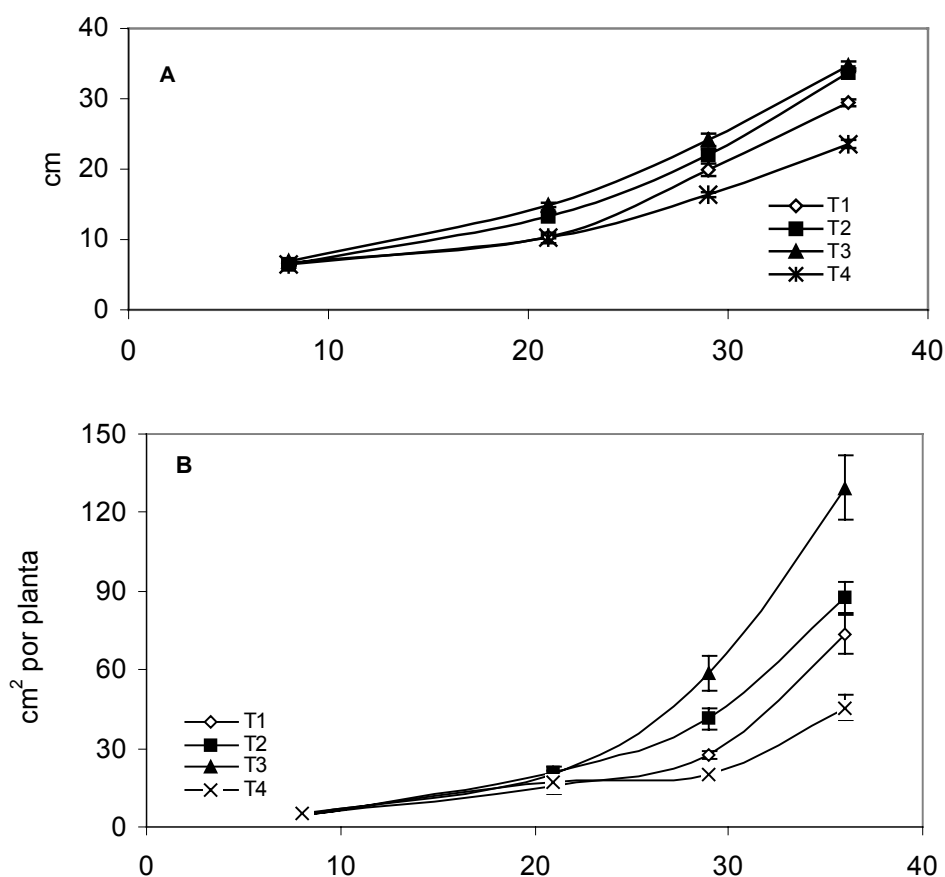


Figura 1. Altura de planta (A) y área foliar por planta (B) a través del tiempo en cada uno de los tratamientos. Las líneas verticales son el error estándar.

La acumulación de materia seca y la tasa de crecimiento relativa mostraron una respuesta similar al régimen de fertilización durante el estudio (Cuadro 2). Al principio, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos para ambas variables, pero después de los 21 DDE las diferencias se hicieron evidentes. Los tratamientos dos y tres mostraron

semejante y mayor producción de materia seca y tasa de crecimiento relativa que los otros tratamientos a los 21 DDE, pero después de esta fecha y hasta el final el tratamiento tres (altas dosis de N, P y K, aplicadas cada tercer día) produjo la mayor materia seca y tuvo el mayor crecimiento. Estos resultados muestran claramente como la cantidad y la frecuencia de aplicación de los nutrientes, principalmente después de los 21 DDE, influye fuertemente en el crecimiento de las plántulas de tomate para transplante.

Cuadro 2. Respuesta de la acumulación de materia seca total por planta y la tasa de crecimiento relativa al régimen de fertilización

| Días después de la emergencia | Tratamiento | MST g por planta | TCR [†] mg g ⁻¹ d ⁻¹ |
|-------------------------------|-------------|---------------------|--------------------------------------------------------|
| 8 | 1 | 0.024 a | 3.03 a |
| | 2 | 0.023 a | 2.91 a |
| | 3 | 0.021 a | 2.59 a |
| | 4 | 0.021 a | 2.63 a |
| 21 | 1 | 0.327 c | 325.21 b |
| | 2 | 0.343 ab | 341.34 ab |
| | 3 | 0.390 a | 388.40 a |
| | 4 | 0.290 d | 288.01 c |
| 29 | 1 | 0.594 b | 568.58 b |
| | 2 | 0.569 b | 542.36 b |
| | 3 | 0.700 a | 670.00 a |
| | 4 | 0.487 c | 465.22 c |
| 36 | 1 | 0.737 c | 691.83 c |
| | 2 | 0.781 b | 737.50 b |
| | 3 | 1.075 a | 896.15 a |
| | 4 | 0.619 d | 581.25 d |

[†]Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes entre tratamiento dentro de cada fecha de muestreo y variable (Duncan $\alpha=0.05$).

Los resultados de la concentración de N, P y K en la planta se presentan en la Figura 2, donde se puede observar que estas concentraciones se incrementan con la edad de la planta, siendo más notorios los incrementos para el N y el P.

En este último, se tuvo una reducción a los 36 DDE en los tratamientos 1, 2 y 3 lo cual se explica por la no aplicación de P al final del estudio.

La mayor concentración de los tres nutrientes se observó en el tratamiento tres durante todo el período de estudio.

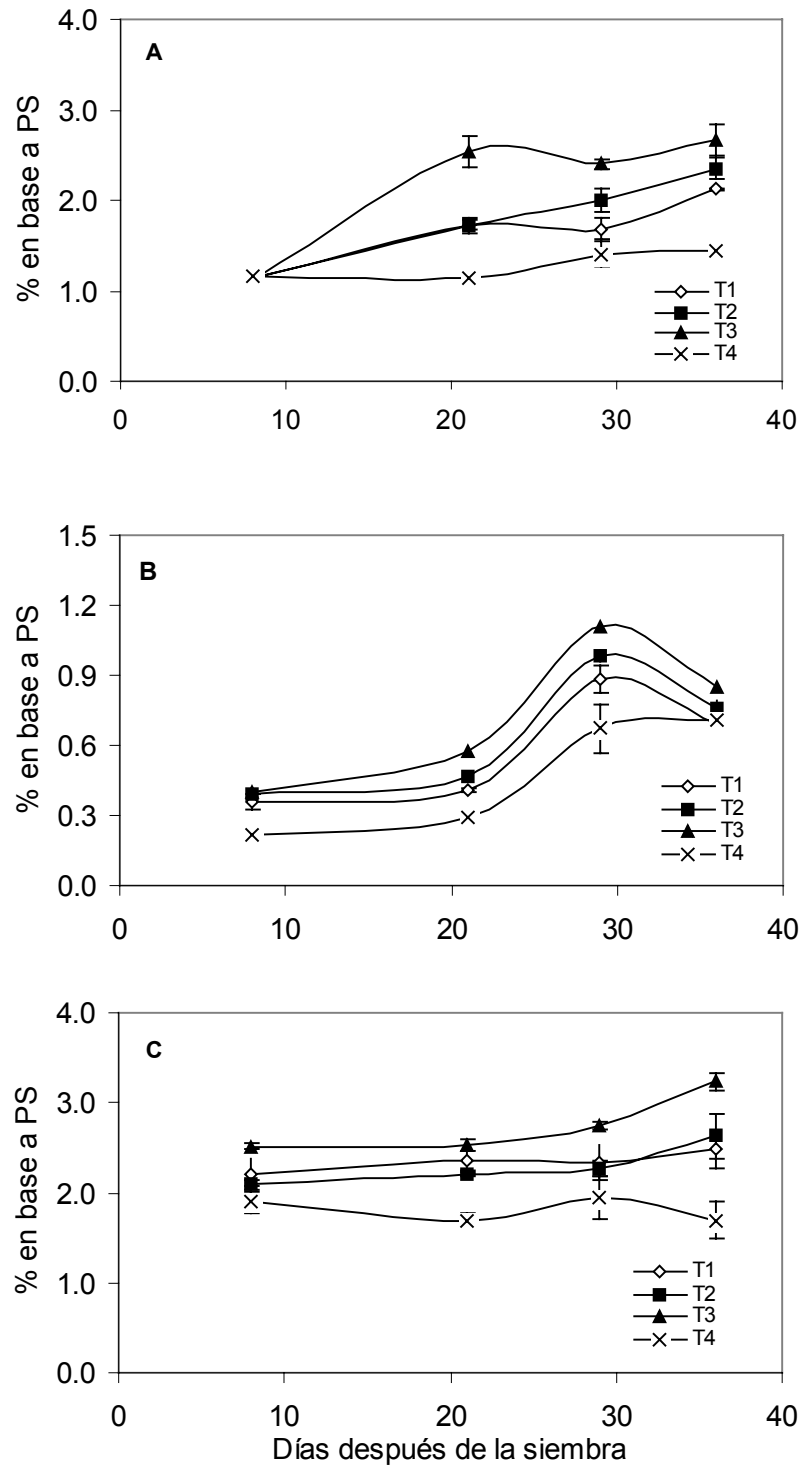


Figura 2. Concentración de nitrógeno (A), fósforo (B) y potasio (C) en la planta en cada uno de los tratamientos. Las líneas verticales son el error estándar.

CONCLUSIONES

El régimen de fertilización influye fuertemente en el crecimiento y calidad de plántulas de tomate. Aplicaciones cada tercer día de altas concentraciones de N., P y K resultaron ser mejor que aplicaciones diarias de estos nutrientes en bajas concentraciones y que la aplicación de soluciones concentradas aplicadas una vez a la semana.

BIBLIOGRAFIA

- Hartmann H. T., D. E. Kester, F. T. Davis Jr., y R. L. Geneve. 2002. Plant Propagation. Principles and Practices. Seventh Edition. Prentice Hall. 880 p.
- Hunt, R. 1990. Basic growth analysis. Plant growth analysis for beginners. Academic Press. London.
- Mckee, J. M. T. 1981. Physiological aspects of transplanting vegetables and other crops. II Methods used to improve transplant establishment. Hort. Abstracts. 51:355-368.
- Ohyama, K., K. Manabe, Y. Omura, C. Kubota y T. Kozai. 2003. A comparison between closed-type and open-type transplant production systems with respect to quality of tomato plug transplants and resource consumption during summer. Environment Control in Biology. 41:57-61.
- Russo, V. M. 2004. Greenhouse-grown transplants as an alternative to bare-root transplants for onion. HortScience. 39:1267-1271.
- Vavrina; C. S. 1998. Nitrogen fertilization of Florida grown-tomato transplants: season variation in greenhouse and field performance. HortScience. 12: 251-254

**VARIACIONES ESTACIONALES DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL
DEL MACHO CABRIO CRIOLLO DEL ALTIPLANO MEXICANO
EXPLOTADO BAJO CONDICIONES EXTENSIVAS**

Flores, M. J., Echavarría, F.G., Salinas, H.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Campo Experimental Zacatecas. E-mail: mflores@inifapzac.sagarpa.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México, los machos cabrios criollos de la Comarca Lagunera explotados en estabulación y alimentados adecuadamente, presenta amplias variaciones estacionales de su actividad de reproducción (Canedo, 1997). El peso testicular, indicador de la actividad espermatogénica (Delgadillo et al., 1995), es alto durante el periodo de actividad sexual y bajo durante el periodo de reposo sexual (Canedo, 1997). De igual manera cuando los machos son explotados de manera extensiva, el peso testicular presenta variaciones estacionales similares a los presentados en los machos bien alimentados (Delgadillo et al., 1997).

En Zacatecas, el 90 % del ganado caprino es explotado de manera extensiva por lo que este, es sometido a variaciones importantes de la disponibilidad de alimento en el agostadero (Ledesma, 2003). El porcentaje de proteína cruda en el agostadero varía de 12 % en el verano a 6 % en el invierno (Echavarría et al., 2005). En esta región, no existen estudios que indiquen, si los machos locales, presentan problemas de estacionalidad reproductiva que impida al productor establecer estrategias que permitan controlar y programar la reproducción de los animales de acuerdo al sistema de producción. El presente estudio se realizó para determinar si la evolución anual de la circunferencia escrotal indicador de la actividad espermatogénica (Restall et al., 1991), varía a través del año en los machos cabrios criollos explotados de manera extensiva en el altiplano Mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevo a cabo de julio de 2004 a julio de 2005 en las instalaciones pecuarias del Campo Experimental Zacatecas, situado a 22° 54' latitud Norte y 102° 33' longitud Oeste, la altitud es de 2,285 msnm, su clima es subtropical árido templado y una precipitación media anual de 400 mm.

Animales en estudio

Para la realización de este estudio se utilizaron 9 machos cabrios de dos años de edad representativas del fenotipo de hatos caprinos criollos del altiplano de Zacatecas. La

alimentación de estos animales consistió de pastoreo en praderas de zacate orchard y alta festuca. El pastoreo iniciaba de 9:00 h a 18 h y durante la noche eran alojados en un corral que media 4 metros de ancho por 10 de largo en donde se les proporcionaba agua y sales minerales a libre acceso. Al inicio del estudio, el peso corporal y la circunferencia escrotal promedio fue de 38.7 ± 2.9 kg y 28.1 ± 0.6 cm de diámetro.

Variables determinadas

Peso corporal

El peso corporal fue determinado cada mes. Esta determinación fue obtenida antes de que los animales salieran al pastoreo.

Circunferencia escrotal

La circunferencia escrotal, indicador de la actividad espermatogénica (Restall et al., 1991), fue determinada mensualmente utilizando una cinta métrica para su evaluación.

Análisis estadístico

Se calculó una media mensual de cada variable. Estos datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución del peso corporal de los machos es mostrada en la Figura 1. A este respecto, el análisis de varianza no mostró ningún efecto significativo ($P > 0.05$) sobre la evolución del peso corporal, indicando que esta variable no varió de manera importante durante el estudio.

En efecto, el peso corporal fluctuó de 38.7 ± 2.8 kg al inicio del estudio a 41.2 ± 2.8 kg tres meses después. Posteriormente, el peso corporal disminuyó de noviembre (39.1 ± 2.8 kg) a marzo (35.6 ± 2.8 kg), observándose nuevamente un leve incremento de abril (36.6 ± 2.6) a julio (37.1 ± 2.2 kg).

A pesar de la similitud de la evolución del peso corporal de los machos explotados de manera extensiva, la circunferencia escrotal de estos, fue diferente a través del estudio ($P < 0.04$), indicando que esta variable varió de manera importante a través del estudio.

En la Figura 2. Se muestran las variaciones estacionales de la circunferencia escrotal de los machos en observación. Durante los primeros tres meses del estudio, la circunferencia escrotal se mantuvo elevada, específicamente en agosto (28.8 ± 0.68 cm).

A partir de octubre, la circunferencia escrotal disminuyó su crecimiento particularmente en el mes de diciembre (26.4 ± 0.49 cm). Posteriormente, esta variable se incrementó alcanzando su máximo valor en junio (29.9 ± 0.26).

Peso corporal (kg)

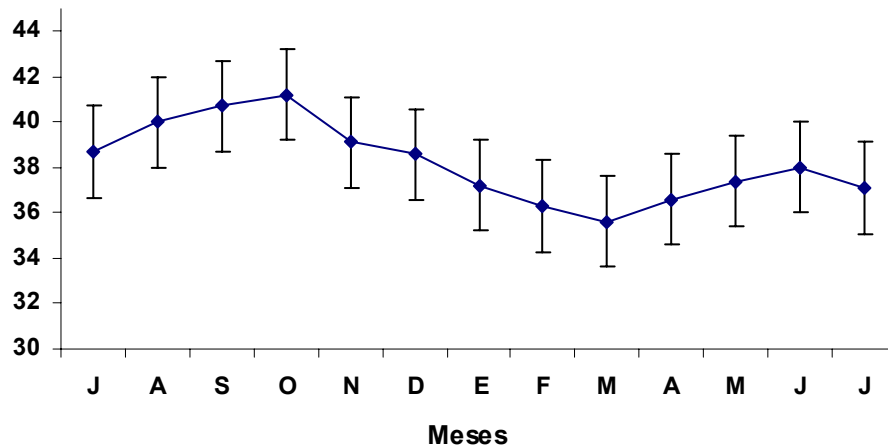


Figura 1. Evolución anual del peso corporal de los machos cabrios criollos del altiplano Mexicano (Media \pm ESM).

Circunferencia escrotal (cm)

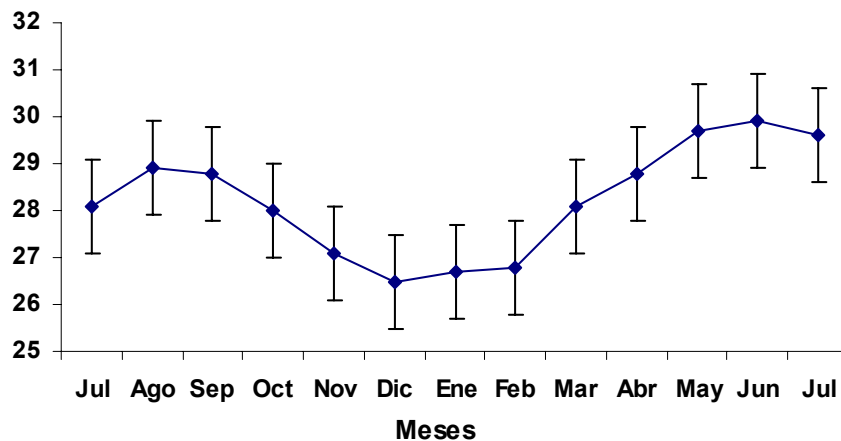


Figura 2. Evolución anual de la circunferencia escrotal de los machos cabrios criollos del Altiplano Mexicano (Media \pm ESM).

Los datos observados en el presente estudio, demuestran que la circunferencia escrotal, indicador de la actividad espermatogénica (Restall et al., 1991), presentó variaciones estacionales importantes durante el estudio. Una elevada circunferencia escrotal se registró en primavera y verano, lo que se puede considerar como el periodo natural de reproducción. Durante este periodo, al igual que la circunferencia escrotal, la latencia a la eyaculación, la latencia a la monta y el número de montas se mejoraron de manera importante (Flores et al., resultados no publicados). Por el contrario, una disminución de la circunferencia escrotal fue registrada durante el otoño y el invierno, probablemente debido a una disminución de la

actividad espermatogénica, como lo encontrado en machos cabrios criollos de la Comarca Lagunera.

En estos machos, el peso testicular indicador de la actividad de espermatogénesis (Delgadillo et al., 1995), mostró variaciones importantes de su actividad sexual. Un elevado peso testicular se registró de mayo a diciembre que corresponde al periodo de intensa actividad sexual y una disminución de enero a abril, correspondiente al periodo de reposo sexual (Canedo, 1997).

En cambio, el peso corporal no mostró variaciones importantes como lo establecido en otras razas caprinas explotadas en regiones subtropicales.

En estas razas, los machos presentan una disminución progresiva de su peso corporal durante la época natural de actividad sexual y un incremento durante el periodo de reposo sexual (Delgadillo et al., 1999). En estos machos, al parecer, el peso corporal es regulado por el fotoperiodo y la actividad sexual (Delgadillo et al. 1999).

En nuestro estudio, esas variaciones no se presentaron de manera importante debido a que los machos se explotaron de una manera extensiva y el periodo de reposo sexual coincidió con la época de menor disponibilidad de alimento en el agostadero (Ledesma, 2003).

Los resultados del presente estudio son similares a los reportados en machos cabrios criollos de la Comarca Lagunera explotados de manera extensiva. En efecto, en esta raza se demostró que el sistema de explotación no modificó la evolución anual del peso testicular, indicando que los machos mostraron variaciones estacionales del peso testicular independientemente del sistema de producción que se practicó (Delgadillo et al., 1997).

Es probable que las variaciones estacionales de la circunferencia escrotal encontradas en los machos cabrios locales obedezcan a un patrón de reproducción similar al de la Comarca Lagunera, el cual el peso testicular, indicador de la actividad espermatogénica es regulado por el fotoperiodo (Delgadillo et al., 2004).

En conclusión, los resultados del presente estudio demuestran que los machos cabrios criollos del altiplano Mexicano explotados de manera extensiva, presentan variaciones estacionales de su circunferencia escrotal. La elevada circunferencia escrotal registrada en primavera y verano indicando una intensa actividad sexual de los machos.

BIBLIOGRAFÍA

Canedo, G.A. 1997. Estacionalidad de la actividad sexual y la secreción de testosterona en los machos cabrios criollos de la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 57 p.

- Delgadillo, J.A., Hochereau-du-Reviere, M.T., Daveau, A., Chemineau, P. 1995. Effect of short photoperiodic cycles on male genital tract and testicular parameters in male goats (*Capra hircus*) *Reprod. Nutr. Dev.* 1995; 35: 549-558.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Espitia, O.H., Flores, M.J., Hernández, H., Flores, J.A. 1997. La estacionalidad del peso testicular de los machos cabrios criollos de la Comarca Lagunera no es modificada por el sistema de explotación. *Memorias 12 Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. Torreón, Coahuila. México. pp 153-157.
- Delgadillo, J.A., Cortez, M.A., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B. 2004. Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in the subtropics male goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 44: 183-193.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52: 727-737.
- Ledesma, R. I. 2003. Efecto de sistemas y épocas de pastoreo en el valor nutritivo de la dieta de ovinos y caprinos en el Altiplano Zacatecano. Tesis de Licenciatura. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Enrique Estrada, Zacatecas, México. 84 p.
- Restall, B.J., Walkden-Brown, S., Henniawat-Restall. 1991. Reproduction research in Australian goats. In *Cashmere Research Seminar proceedings*. 23.24.

CALIBRACIÓN DEL MODELO HIDROLÓGICO SWAT EN LA CUENCA DEL RIO SEXTIN

Juan G. Martínez Rodríguez¹, Ramón Trucíos Cacicano²

¹ Investigador INIFAP CENID-RASPA, Gómez Palacio, Durango.

² Alumno Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas, URUZA – UACH.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información geográfica son poderosas herramientas para generar información de utilidad en la toma de decisiones sobre el uso de los recursos de las tierras. En la planificación del uso de los recursos naturales el propósito de zonificar es separar las áreas con potencialidades y limitaciones para el desarrollo, de esta forma los programas específicos se pueden formular para proporcionar un apoyo más efectivo para cada zona en particular. Según los criterios de la FAO (1997), la definición de zonas agroecológicas se basa en la combinación de sus características de fisiografía, clima y suelo; de esta manera, la zonificación agroecológica se refiere a la división de áreas geográficas en unidades más pequeñas con similares características en cuanto a la aptitud para ciertos cultivos, al potencial de producción y al impacto ambiental de su utilización.

Para relacionar el escurrimiento con el tipo de vegetación se propone en este estudio el uso del modelo SWAT¹, el cual para realizar las predicciones, divide las cuencas hidrográficas en pequeñas subcuencas, al hacer esto es posible calcular con mayor precisión los caudales y los sedimentos presentes. Además para hacer más fáciles y exactos los cálculos, el SWAT trabaja por unidades de respuesta hidrológica (HRU), los cuales son el cruce de los diferentes tipos de suelo con las diferentes coberturas o uso de suelo y a cada una de estas combinaciones les asigna un atributo para diferenciarlas de las demás (Di Luzio, *et al.* 2002).

Por su parte, la calibración es el proceso de ajuste de valores de parámetros para optimizar el funcionamiento de parámetros de acuerdo a un grupo de criterios predefinidos (Soorooshian y Gupta, 1995). La medida primaria seleccionada para valorar el funcionamiento del modelo en este estudio fue el coeficiente de eficiencia, R^2 , introducido por Nash y Sutcliffe (1970). El coeficiente de eficiencia fue seleccionado porque es adimensional y es fácil de interpretar. Si el modelo predice el escurrimiento observado con perfección, $R^2 = 1$. Si $R^2 < 0$, el poder de predicción del modelo es peor que simplemente usar el promedio de valores observados Q_0 .

Por lo anterior, mediante el análisis del tipo de suelo, topografía y clima en el periodo

¹ Soil and Water Assessment Tool =Herramienta de Evaluación de Suelo y Agua

1976 -1993 se calibro y validó la cuenca del Rio Sextín para dos diferentes coberturas vegetales. Serie I (1976) y Serie II (1993). Lo anterior con la finalidad probar si el modelo utilizado se adopta a las características de la región respecto a la simulación de escurrimientos. Para llevar a cabo este proyecto, fue necesario el uso del modelo hidrológico SWAT® operado sobre Sistemas de Información Geográfica (ArcView®) el cual tiene como cualidad la manipulación de mapas digitales con fines hidrológicos.

MATERIALES Y METODOS

Como primer insumo requerido del software fue el MDE el cual fue procesado para obtener el tamaño de la cuenca de acuerdo a la salida que nos interesaba cuantificar que en este caso fue la estación hidrométrica sardinas.

Los mapas digitales de uso de suelo que se utilizaron se basaron en la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI escala 1:250,000 (Cartas G13-4, G13-5, G13-7 y G13-8) para el caso de la Serie I (1976) y la versión actualizada de esta misma para la Serie II (1993). En las tablas 1 y 2 se muestran las coberturas vegetales y uso de suelo en la Cuenca del Río Sextín en ambas series. Posteriormente se homologaron las coberturas vegetales de la Serie I y Serie II con los tipos de vegetación de SWAT para aprovechar la robusta base de datos del modelo quedando como se muestran a continuación.

Los mapas digitales de tipo de suelo utilizados corresponden a la cartografía de Edafología de INEGI escala 1:250,000. Se crearon perfiles de cada tipo de suelos en el área de estudio con los parámetros que el software pide para estos. Algunos de ellos fueron de obtención directa por medio de los mismos mapas que contienen información detallada de cada tipo de suelo.

Los datos correspondientes a las estaciones utilizadas fueron proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Los periodos escogidos por el número de estaciones con datos completos fueron 1975-1979, 1981-1985 y 1991-1995.

La información utilizada para la simulación del clima fue: precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, velocidad de viento, radiación solar y humedad relativa.

Los resultados obtenidos en cada una de las modelaciones con SWAT fueron analizados estadísticamente mediante el paquete estadístico SAS® (Statistical Analysis System) para obtener una relación de la variación entre mediciones y simulaciones por medio de un análisis de regresión. Además se obtuvo el coeficiente de Nash-Sutcliffe mencionado anteriormente.

Los registros utilizados en este estudio corresponden a volumen (m³) y gasto (m³s⁻¹) medidos en la estación hidrométrica "Sardinas" con coordenadas geográficas 25°14' latitud

norte y 105°27'30" longitud oeste que cuenta con un registro diario con periodos iguales a los utilizados para las bases de datos climáticas.

Tabla 1. Reclasificación de polígonos de Uso de Suelo y Vegetación (Serie II y Serie I) para SWAT.

| Uso de suelo y Vegetación Serie I | Clave SWAT | % de área |
|-----------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Bosque bajo abierto | OAK (<i>Quercus</i>) | 17.48 |
| Bosque de oyamel (incluye ayarin) | OAK (<i>Quercus</i>) | 0.09 |
| Bosque encino | OAK (<i>Quercus</i>) | 7.79 |
| Bosque pino | PINE (<i>Pinus</i>) | 21.50 |
| Bosque pino-encino (encino-pino) | PINE (<i>Pinus</i>) | 28.81 |
| Chaparral | OAK (<i>Quercus</i>) | 4.24 |
| Mezquital | MESQ (<i>Prosopis</i>) | 0.01 |
| Area sin vegetación aparente | WATR (not aplicable) | 0.22 |
| Pastizal inducido | SIDE (<i>Boutelova</i>) | 3.89 |
| Pastizal natural | SIDE (<i>Boutelova</i>) | 11.68 |
| Riego | AGRL (Agricultural Land-Row Crops) | 0.25 |
| Temporal | AGRL (Agricultural Land-Row Crops) | 3.93 |
| Vegetación de galería | POPL (<i>Populus</i>) | 0.12 |

Tabla 2. Estaciones Meteorológicas usadas para modelación del clima.

| Clave | Nombre | Registro | Coordenadas | | Elevación |
|-------|--------------------------------|----------------------|-------------|----------|-----------|
| | | | Latitud | Longitud | |
| 10007 | Ciénega de Escobar, Tepehuanes | 35 años (desde 1966) | 25°35' | 105°40' | 2144 |
| 10021 | El Palmito, Inde | 38 años (desde 1965) | 25°31' | 104°47' | 1630 |
| 10026 | El Tarahumar, Tepehuanes | 42 años (desde 1965) | 25°38' | 106°21' | 2560 |
| 10078 | Sardinas, San Bernardo | 33 años (desde 1971) | 26°04' | 105°34' | 1600 |
| 10100 | Santiago Papasquiaro | 34 años (desde 1965) | 25°02' | 105°26' | 1716 |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para efectuar la calibración se utilizó la base de datos climática del periodo 1975-1979 (precipitación, radiación solar y temperatura máxima-mínima) y el método propuesto por Priestley-Taylor para calcular la evapotranspiración. Se practicaron 3 tamaños de subcuencas para la simulación de escurrimiento, siendo estos de 75,000, 25000 ha y 12500 ha (a partir de ahora M3, M2 y M1). El tamaño de los subcuencas fue seleccionado en relación al porcentaje de la cuenca quedando de esta forma:

M3 = 15.0% de la cuenca de estudio

M2 = 5.0% de la cuenca de estudio

M1 = 2.5% de la cuenca de estudio

Se considera de gran importancia el uso de diferentes tamaños de subcuencas para el cálculo del escurrimiento debido a que una de las características principales del modelo SWAT es la facilidad que tiene para elegir el tamaño de subcuencas (Ha), además cada tamaño de subdrenaje representa de manera diferente el balance hidrológico, esto es debido a que el modelo se basa principalmente en el tipo de suelo y el uso de suelo predominante en la subcuenca y a partir de este se calculan las variables de salida. Esto nos indica también que a medida en que reducimos el tamaño de nuestras subcuencas el modelo explicará mejor los datos medidos por la estación hidrométrica Sardinas.

Tabla 3. Características de las divisiones en subcuencas de la cuenca del Río Sextín

| Modelo | % de tamaño de Subcuencas | Tamaño de Subcuencas (Ha) | Subcuencas Generados |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| M3 | 15.00 | 75,000.00 | 3 |
| M2 | 5.00 | 25,000.00 | 11 |
| M1 | 2.50 | 12,500.00 | 21 |

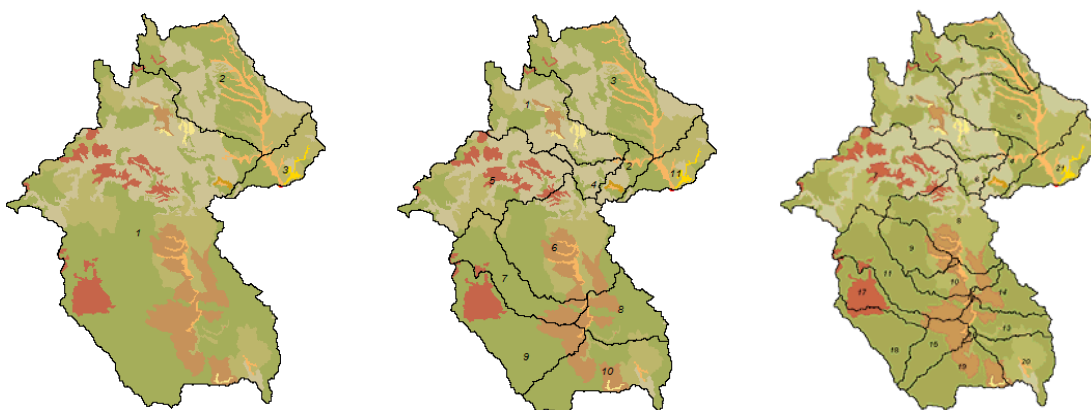


Figura 1. Tamaños de subcuencas generados por el modelo para M3 (izquierda), M2 (centro) y M1 (derecha).

Debido a que cada tamaño de subdrenaje genera datos independientes es necesario calibrarlos por separado. Los parámetros que se ajustaron en M3 y M1 fueron curva numérica, grupo hidrológico y conductividad hidráulica para su calibración, mientras que para M2 fue curva

numérica y grupo hidrológico, estas modificaciones fueron en base al análisis de sensibilidad realizado al modelo por parte de Jasso, 1998 y Di Luzio *et al.*, 2002.

Para comparar los datos obtenidos con los datos medidos por la estación Sardinias se calculó el coeficiente de Nash-Sutcliffe y se realizó una regresión sobre los volúmenes anuales obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 4. Resultados de calibración de la vegetación de 1976.

| Subcuenca | | M1 | | M2 | | M3 | |
|------------------------------------------|-------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| Prueba | Datos | Medidos | Simulados | Medidos | Simulados | Medidos | Simulados |
| Coeficiente de Nash-Sutcliffe | | 0.70 | | 0.69 | | 0.72 | |
| R ² de regresión Relación 1:1 | | 0.7976 | | 0.7102 | | 0.7985 | |

Tabla 5. Resultados de calibración de la vegetación de 1993.

| Subcuenca | | M1 | | M2 | | M3 | |
|------------------------------------------|-------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| Prueba | Datos | Medidos | Simulados | Medidos | Simulados | Medidos | Simulados |
| Coeficiente de Nash-Sutcliffe | | 0.72 | | 0.78 | | 0.84 | |
| R ² de regresión Relación 1:1 | | 0.8072 | | 0.8683 | | 0.8533 | |

El coeficiente de Nash-Sutcliffe nos indica que mientras más se acerque a la unidad mejor explicarán los datos simulados a los datos medidos y a medida que se acerque a cero significa que es mejor el uso de la media de los datos medidos en lugar de los datos simulados, por lo tanto, podemos decir que el uso de datos simulados es mejor que si se utilizara la media aritmética para ambas calibraciones.

La regresión por su parte nos explica a qué porcentaje los datos simulados explican los datos medidos en relación 1:1 por ejemplo en M3 = 79.85 % para la vegetación de 1976.

CONCLUSIONES

El modelo SWAT permite una calibración y validación arriba del 70% para las dos series de vegetación considerándose adecuada para simulación de procesos hidrológicos. Este porcentaje puede incrementarse a medida que se cuente con información climatológica más robusta, es decir, mayor consistencia en la toma de datos climáticos para de esta manera las bases de datos sean más completas y las simulaciones cuenten con mayor cercanía con la

realidad.

Este estudio se puede utilizar en la comparación de escurrimientos de ambas series de vegetación para de esta forma definir el impacto del cambio de vegetación en la generación de escurrimientos traduciéndose esto en calidad y cantidad de agua generada en una cuenca en función del cambio de la cobertura vegetal.

El uso de los sistemas de información geográfica, es una alternativa de análisis espacial para realizar estudios que permitan en este caso evaluar el entorno natural, cuya principal característica es la inversión que se realiza en el estudio, además del grado de precisión, que dependerá en gran medida de la escala a la que se trabaje y la calidad del material a utilizar.

BIBLIOGRAFIA

- Di Luzio, M; Srinivasan, R.; J. G. Arnold; and Neitsch, S. L . 2002. Arc View Interface for SWAT2000. User's Guide. Grassland, Soil And Water Research Laboratory. Agricultural Research Service and Blackland Research Center. Texas Agricultural Experiment Station. East Blackland Road. Temple, Texas. Published 2002 by Texas Water Resources Institute, College Station, Texas.
- FAO, 1997. Zonificación agro-ecológica. Guía general. Boletín de suelos de la FAO - 73. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma, Italia.
- Jasso I., R. 1998. Sensitivity of water and sediment yield to parameter values and their spatial aggregation using SWAT watershed simulation model. Tesis Doctoral. School of Renewable Natural Resources. Graduate Collage. University of Arizona.
- Nash, J. E. and J. V. Sutcliffe. 1970. River flow forecasting through conceptual models. *Journal of hydrology*, 10: 282-290.
- Sorooshian, S. and V. K., Gupta. 1995: Model Calibration, in: Computer Models of Watershed Hydrology, ed. By V.P. Singh, Water Resources Publications, Colorado, USA. p 1130.

CUANTIFICACIÓN ESPACIO - TEMPORAL DE LA CONCENTRACION DE ARSENICO EN EL ACUIFERO PRINCIPAL, COMARCA LAGUNERA

Juan G. Martínez Rodríguez¹, Miguel Rivera González¹ y Rodolfo Faz Contreras²

¹ INIFAP CENID – RASPA. Km 6.5 Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo.

² INIFAP CIRNOC Campo Experimental “La Laguna” Matamoros, Coah.

e-mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La Región Lagunera está ubicada en los estados de Durango y Coahuila en el norte de México. La Comarca, es la cuenca lechera número uno en el país y una de las principales provincias ganaderas, lo que implica que gran parte de sus recursos hídricos son destinados a estas actividades, y hoy en día, esto podría poner en juego la viabilidad física del agua.

Se estima que la extracción total anual es alrededor de 1900 Mm³ y la recarga total, natural e inducida, es aproximadamente 518 Mm³. Del volumen total de extracción, el 86 % se utiliza con fines agrícolas, principalmente para la producción de alfalfa, 7 % para uso público urbano, 4 % para uso pecuario y el 3 % restante para uso industrial (CNA, 2000).

Al mismo tiempo las ciudades de Torreón y Gómez Palacio ubicadas dentro de la Comarca, cuentan con una población total de alrededor de un millón de personas, y el suministro depende enteramente del agua subterránea (INEGI, 2002).

La sobreexplotación del agua subterránea, recurso natural escaso en nuestra área geográfica, junto con una serie de actividades antrópicas poco respetuosas con el medio, han propiciado: el abatimiento de los niveles piezométricos – alcanzando el nivel del agua en ciertas áreas, hasta 130 m de profundidad (CNA, 2000) – y el deterioro de la calidad del agua subterránea, manifestándose en la presencia de ciertos elementos químicos nocivos para el hombre, en concentraciones por encima de los límites máximos permisibles para uso doméstico, y que, ponen en peligro la salud de la población.

El arsénico, por ejemplo, ha sido localmente identificado como la principal amenaza en el suministro de agua en la región con un rango de 0.05 mg/L entre la zona central a uno de 0.40 mg/L en la dirección norte, valores que sobrepasan el límite máximo de contaminación en agua potable establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), 10 mcg/L.

Estudios previos argumentan que el origen natural del arsénico en el agua subterránea es principalmente por actividad hidrotermal y diagénesis (Lara, 2003).

Además del arsénico, otro peligro es la presencia de nitratos en el acuífero, los que se han incrementado paulatinamente en los últimos años. Las causas principales son el incremento en la aplicación de fertilizantes nitrogenados a cultivos forrajeros, láminas de riego, y desechos

orgánicos animales provenientes de los sistemas pecuarios (Martínez *et al.*, 2001).

Aunado a lo anterior, este problema trae consigo repercusiones económicas, sociales, ambientales y políticas.

Con este antecedente, se planteó el presente trabajo tendiente a analizar, desde una perspectiva de toxicidad para el hombre, los cambios ocurridos en la calidad del agua subterránea en la Comarca Lagunera durante los últimos 18 años, mediante Sistemas de Información Geográfica, los cuales permitan cuantificar y establecer las zonas geográficas con mayor problema de contaminación, de tal manera que apoye a los tomadores de decisiones en el establecimiento de medidas correctivas y así evitar daños potencialmente severos en la población.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio.

El Acuífero Principal se localiza en la parte suroeste del estado de Coahuila y en la porción noreste del estado de Durango (Figura 1). El acuífero cubre una superficie de 14, 548 km². La zona está caracterizada por tres tipos de climas: BS₁K, que significa semiseco templado en las partes de mayor altura, las porciones correspondientes a las sierras bajas se encuentran dominadas por un clima BSoK, que quiere decir seco templado y la mayor extensión la ocupa el valle donde se encuentra un clima de tipo BWh, o sea muy seco y semi cálido (INEGI, 2002). La temperatura media anual es de 22.6 °C, la mínima promedio es de 14.1 °C en el mes de Enero y la máxima promedio es de 29 °C en el mes de Junio (INEGI, 2002).

La información utilizada en este estudio y que será detallada en esta sección es: bases de datos digitales, carta edafológica, carta de uso del suelo y vegetación, poblaciones, profundidad del nivel estático, concentración de los parámetros de calidad del agua: arsénico, nitratos, cadmio, cromo y plomo, y las características del acuífero Principal (Figura 1).

Cada una de las cartas o mapas geográficos generados se proyectaron en el sistema UTM 1927 correspondiente a la zona 13, cuyo meridiano central es el -105; el esferoide utilizado es el de Clarke 1866, y a partir del cual se generaron los diferentes mapas temáticos referentes a la calidad del agua, nivel freático, edafología, etc.

Bases de datos impresos y digitales.

La información básica para llevar a cabo este trabajo tiene como fuente los registros de los monitoreos del nivel freático del acuífero principal y los análisis de la calidad del agua subterránea durante el periodo 1986 – 2003, llevados a cabo por el personal de la Comisión

Nacional del Agua (CNA) correspondiente a la Región VII de Cuenca Centrales del Norte ubicada en Torreón, Coahuila. Estos datos fueron relacionados con el mapa digital de la Comarca Lagunera, el cual está disponible en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos del CENID – RASPA, en Gómez Palacio, Dgo.

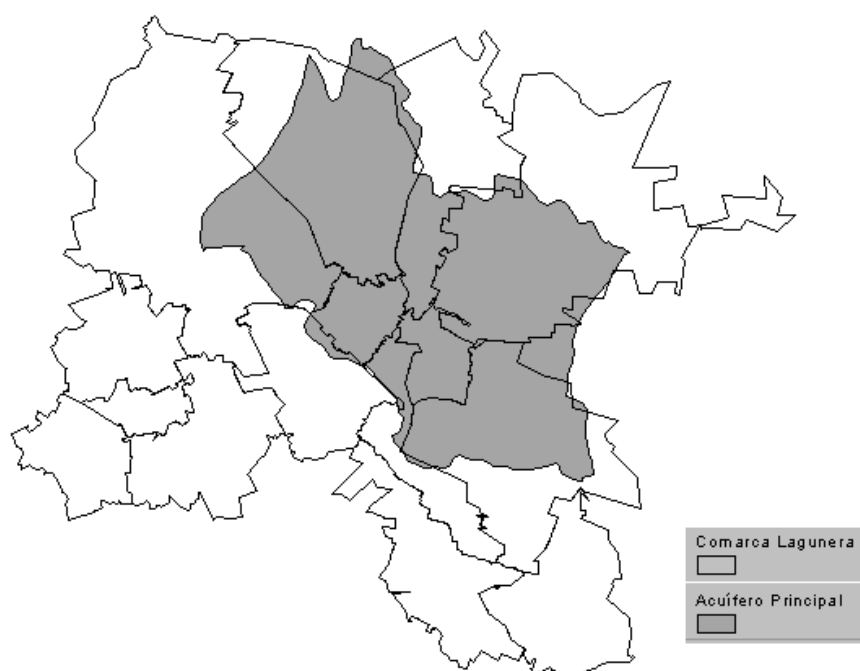


Figura 1. Ubicación del Acuífero Principal de la Comarca Lagunera.

Se analizó la variación de calidad del agua subterránea con un rango de 18 años, con la finalidad de conocer los cambios temporales. Las variables que se seleccionaron fueron los siguientes elementos: arsénico, nitratos, cadmio, cromo y plomo, se consideraron estos indicadores de calidad de agua por ser los elementos que mayor toxicidad pueden provocar en la salud del humano. Este documento solo describe y discute los resultados obtenidos para el arsénico.

Inicialmente la información se desarrolló en una base de datos en Hoja de Cálculo de Excel®, se procesó y posteriormente se anexó como base de datos relacional dentro de Arc View® 3.2a, en la cual se incorporó el siguiente contenido: Nombre del municipio, número de pozo, ubicación en la Región Lagunera, uso del pozo, coordenadas geográficas y los siguientes parámetros de calidad de agua, pH, temperatura, color, sólidos disueltos totales (SDT),

conductividad eléctrica, calcio (Ca^{++}), magnesio (Mg^{++}), sodio (Na^+), potasio (K^+), carbonatos (CO_3^-), bicarbonatos (HCO_3^-), cloro (Cl^-), sulfatos (SO_4^-), dureza total, dureza por calcio, dureza por magnesio, alcalinidad total, alcalinidad por fenoles, arsénico (As^{+++}), cadmio (Cd^{++}), cobre (Cu^{++}), cromo (Cr^{+VI}), hierro (Fe^{++}), manganeso (Mn^{++}), plomo (Pb^{++}), zinc (Zn^{++}) y nitratos (Figura 2). Las unidades de los parámetros de calidad están dadas en mg/L, a excepción del pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), color (upt) y conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Para el nivel freático se utilizó el mismo procedimiento para la obtención y procesado de las bases de datos. La información incorporada en estas bases fue: Número de pozo, coordenadas geográficas, municipio al que pertenece, y una larga historia piezométrica, nivel estático y dinámico de los pozos en los años 1975, 1990, y para el periodo 1992 a 2003, registrando para este lapso dos monitoreos anuales, el primero en el mes de Marzo y el segundo en Septiembre, las unidades de los niveles están dadas en metros.

| Ca | K | Co3 | Hco3 | Cl | So4 | Dur. tot | Dur. ca | Dur. mg | Alc. tot | Alc. fer | As | Cd | Cu | Cr | Fe |
|--------|------|-----|--------|--------|---------|----------|---------|---------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 94.32 | 2.91 | 0.0 | 302.61 | 19.95 | 81.39 | 260.0 | 236 | 24.00 | 248 | 0 | 0.0057 | 0.0002 | 0.0140 | 0.0270 | 0.4561 |
| 112.40 | 2.19 | 0.0 | 156.67 | 37.61 | 413.48 | 410.8 | 281 | 129.84 | 128 | 0 | 0.0428 | 0.0002 | 0.0140 | 0.0270 | 0.0555 |
| 147.40 | 5.00 | 5.8 | 196.80 | 43.29 | 456.89 | 503.1 | 369 | 134.14 | 85 | 10 | 0.0304 | 0.0001 | 0.0140 | 0.0270 | 0.0304 |
| 191.44 | 3.16 | 0.0 | 170.82 | 73.24 | 638.50 | 665.2 | 479 | 186.00 | 140 | 0 | 0.0154 | 0.0001 | 0.0140 | 0.0270 | 0.1994 |
| 89.15 | 3.88 | 1.2 | 149.58 | 29.12 | 298.51 | 340.7 | 223 | 118.00 | 123 | 2 | 0.0279 | 0.0001 | 0.0140 | 0.0270 | 0.0240 |
| 478.64 | 8.22 | 0.0 | 102.48 | 422.78 | 1503.94 | 1654.8 | 1197 | 458.00 | 83 | 0 | 0.0035 | 0.0001 | 0.0228 | 0.0292 | 0.0536 |
| 493.24 | 8.98 | 0.0 | 102.98 | 220.52 | 1886.56 | 1684.2 | 1248 | 436.00 | 84 | 0 | 0.0076 | 0.0003 | 0.0221 | 0.0270 | 0.0868 |
| 226.61 | 7.25 | 0.0 | 79.93 | 110.85 | 1522.69 | 678.9 | 566 | 113.00 | 65 | 0 | 0.0262 | 0.0002 | 0.0140 | 0.0270 | 0.0240 |
| 309.79 | 5.91 | 0.0 | 150.69 | 182.61 | 834.40 | 1063.9 | 774 | 289.00 | 122 | 0 | 0.0367 | 0.0001 | 0.0140 | 0.0270 | 0.0299 |
| 253.20 | 5.50 | 0.0 | 87.05 | 169.98 | 781.04 | 960.0 | 633 | 327.00 | 71 | 0 | 0.0643 | 0.0008 | 0.0140 | 0.0270 | 0.0428 |
| 75.86 | 2.30 | 0.0 | 77.30 | 34.98 | 348.17 | 222.6 | 190 | 33.00 | 63 | 0 | 0.0484 | 0.0002 | 0.0140 | 0.0270 | 0.0240 |
| 65.67 | 3.09 | 0.0 | 170.73 | 32.09 | 119.43 | 240.0 | 164 | 76.00 | 140 | 0 | 0.0201 | 0.0002 | 0.0140 | 0.0270 | 0.0240 |
| 284.06 | 4.49 | 9.8 | 156.61 | 140.70 | 914.81 | 1051.2 | 710 | 519.00 | 128 | 17 | 0.0436 | 0.0002 | 0.0185 | 0.0270 | 0.0338 |
| 164.43 | 4.01 | 0.0 | 161.06 | 63.34 | 520.08 | 577.3 | 411 | 166.28 | 132 | 0 | 0.0288 | 0.0002 | 0.0140 | 0.0270 | 0.0461 |

Figura 2. Base de datos de características de los pozos y calidad del agua subterránea en 1998.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cambios temporales del Arsénico.

El nivel de arsénico muestra una clara tendencia de incremento a través de los años. El aumento medio anual es del 0.105 mg/L. La causa de este aumento en el agua subterránea está estrechamente relacionado con la disminución de los niveles piezométricos del Acuífero

debido principalmente a la sobreexplotación del recurso hídrico para fines agrícolas. A continuación se muestran los gráficos que representan dicha tendencia.

La Figura 3 muestra la presencia de arsénico en la Comarca Lagunera en los años 1987 y 1988, además se puede observar que su concentración aumentó de 0.012 a 0.084 mg/L, lo que indica que se presentó un incremento de 0.072 mg/L en estos años.

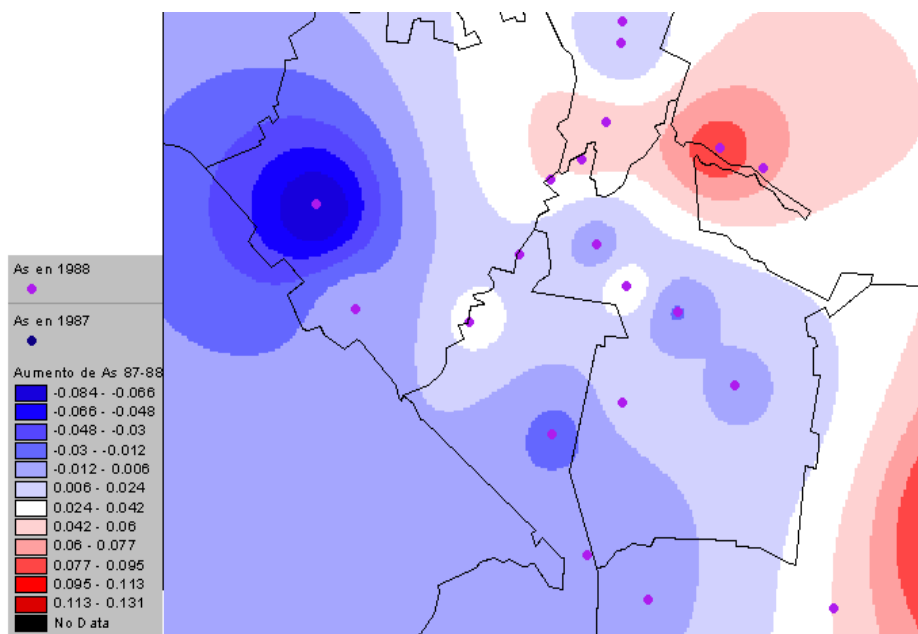


Figura 3. Concentración de Arsénico en la Comarca Lagunera, 1987-1988.

El área en la que se incrementó el nivel de concentración de arsénico fue de 64, 604.16 has, abarcando poblaciones en el centro y norte de Matamoros, sobresaliendo Vicente Guerrero y El Pacífico; en el centro de Torreón a Los Arenales, La Perla y Rancho Alegre; en Gómez las comunidades de Pastor Rouaix, Transporte, El Vergel, Puente de Torreña, Dinamita, La Aurora, Dolores, La Competencia, Manila, Brittingham; y La Luz en Lerdo; afectando a una población total de 21, 493 habitantes

En lo que respecta al uso de suelo y tipo de vegetación, se encuentra una zona del 80 % destinada a la Agricultura de Riego, mientras que el Matorral Desértico Micrófilo abarcó el 15% y la Agricultura de Riego Suspendido únicamente el 5 %.

Durante el periodo 1989 – 1994, el arsénico mostró un incremento medio anual de 0.274 mg/L, nivel de concentración que supera en gran medida el establecido por la OMS y la USEPA (10 mcg/L); el área afectada en este lapso fue de 505,325.62 has, reincidiendo en zonas como

Dolores, Noe, Puente de la Torreña y La Flor en Gómez Palacio, Rancho Alegre en Torreón, El Pacífico en Matamoros y La Luz en Lerdo, abarcando además grandes poblaciones dentro de la Comarca como La Concha, Albia, Hormiguero y El Cambio; perjudicando a una población total de 22,849 y lo referente al uso de suelo, el 93 % corresponde a la agricultura de riego y el 7% restante pertenece a la agricultura de riego suspendido.

La Figura 4 muestra las áreas afectadas por la variación en los niveles de concentración del arsénico en el Acuífero Principal de la Comarca Lagunera durante el periodo 1995 – 1997.

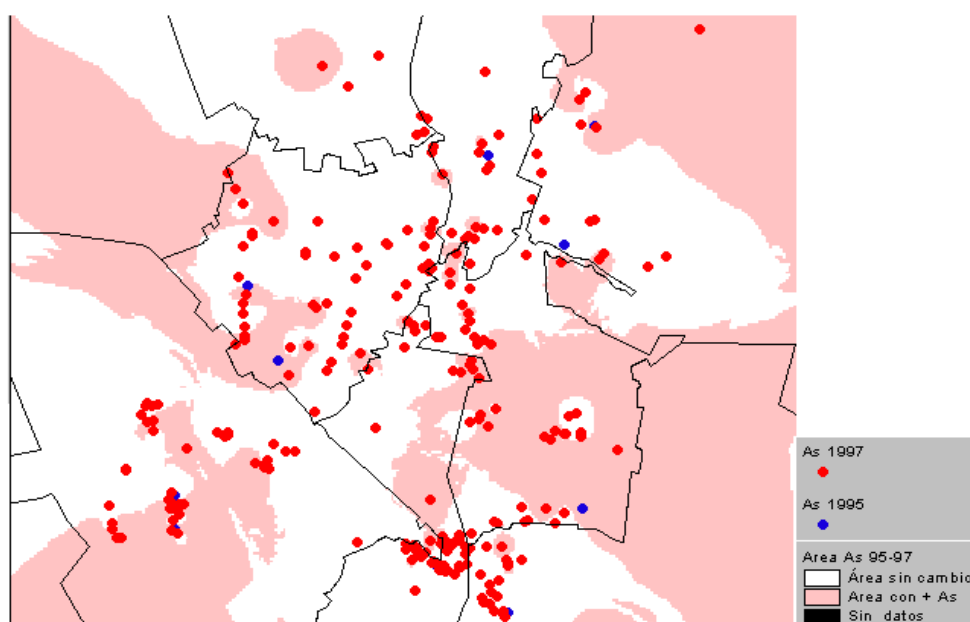


Figura 4. Áreas de la Comarca Lagunera donde incrementó el Arsénico 1995-1997.

Las zonas donde aumentó el nivel de arsénico durante los años 1995-1997 fueron noroeste y suroeste de Gómez Palacio, centro de Lerdo, este, centro y sur de Torreón, centro y sur de Matamoros, oeste de San Pedro y norte de Viesca. El área total afectada por el aumento en la concentración de arsénico fue de 548,907.59 has.

A continuación se muestra la Figura 5, que describe la variación en el incremento de arsénico para el mismo periodo de estudio. En donde las concentraciones se manifestaron entre 0.01 y 0.361 mg/L, y las áreas en donde presentó el mayor incremento fueron: Ciudad de Matamoros, Hidalgo, Petronilas y Buenvaista en Matamoros y Villanueva, Nueva Reynosa y San Luis en Viesca. Sobresaliendo aunque en menor escala, otras regiones como: Flor de Mayo, La Esperanza, La Partida y San Rafael de Arriba.

Nuevamente el incremento de arsénico abarcó un uso de suelo correspondiente a la agricultura de riego (92 %) y la agricultura de riego suspendido (8 %). Los suelos de las zonas afectadas presentan textura fina en 52.1 %, textura gruesa con 25 % y textura media en 22.9 %.

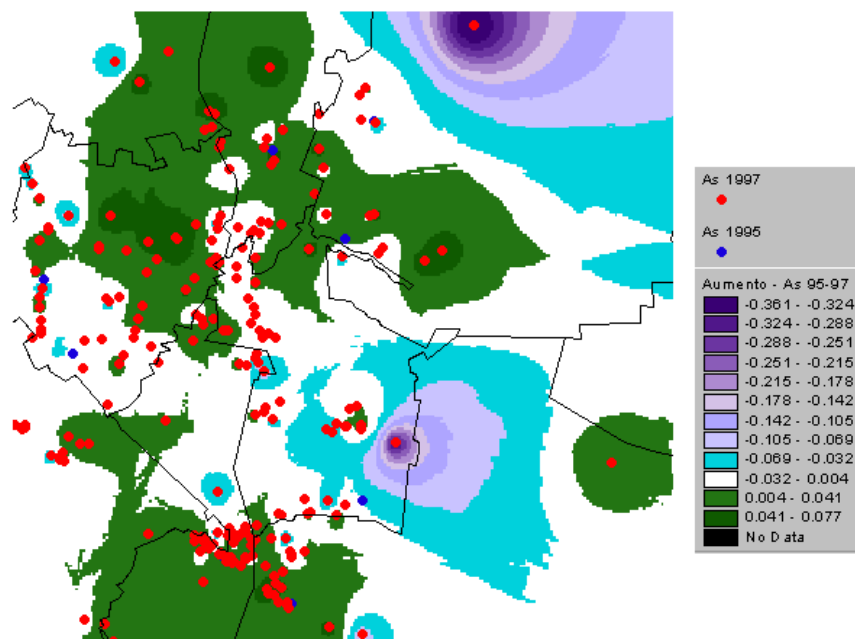


Figura 5. Incremento de la concentración de arsénico en la Comarca Lagunera en el periodo 1995-1997.

Durante 1998 – 2000, el arsénico presentó un incremento medio anual de 0.081 mg/L. Las zonas más afectadas fueron: Jiménez en Gómez, Buenavista en Fco. I Madero, Los Arenales y La Perla en Torreón, Francisco Villa en Lerdo, Benavides en Matamoros y Tejaban de la Rosita en Viesca, perjudicando aproximadamente a 10,358 habitantes.

El área abarcó el siguiente uso de suelo y tipo de vegetación: agricultura de riego (85 %), agricultura de riego suspendido (10 %) y vegetación halófila (5 %).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que:

- ❖ Los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta útil para realizar análisis de variabilidad espacial y temporal de calidad y fluctuación del agua subterránea.
- ❖ El análisis de los cambios en la calidad del agua subterránea con respecto al arsénico, demostró que el incremento en los niveles de concentración de este elemento es

provocado por el abatimiento de los niveles piezométricos del acuífero.

- ❖ Las poblaciones en el área de estudio con mayor contaminación por arsénico son: Pastor Rouaix, Puente de Torreña, Venecia y Arcinas en Gómez Palacio, Ciudad Lerdo y La Luz en el Municipio de Lerdo, Los Arenales, Rancho Alegre y La Perla en Torreón, Hidalgo y El Cambio en Matamoros, Lequeito en Francisco I. Madero, Flor de Mayo y La Ventana en Viesca y San Rafael de Arriba en San Pedro. La población total existente en estas regiones y con riesgo de contaminación es de 84, 077 habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Castellanos J. Z., B. Hurtado y S. Villalobos, 1998. Cambios en la Calidad del Agua Subterránea debido al Abatimiento de los Niveles Piezométricos en el Estado de Guanajuato. INIFAP, Celaya, Guanajuato. En Memoria del Simposio Internacional de Aguas Subterráneas.
- Castellanos J. Z., A. Ortega, O. A. Grajeda, A. Velásquez, S. Villalobos, 2002. Changes in the Quality of Groundwater for Agricultural Use in Guanajuato. Terra Vol. 20, No. 2: 161-170.
- CNA, 2002. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Principal, Estados de Durango y Coahuila. Comisión Nacional del Agua – Gerencia de Aguas Subterráneas – Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. México, D.F.
- EPA, 2000. Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable. Ground Water and Drinking Water Standards. Environmental Protection Agency. (Revisado el 12 de Agosto de 2004). [En Línea] <http://www.epa.gov/safewater/agua/estandares.html>
- Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI), 2002. Cuaderno Estadístico Municipal de Torreón Coahuila de Zaragoza. 1ª. Edición. Aguascalientes, Aguascalientes.
- Lara F., 2003. Feasibility Study for Artificial Aquifer Recharge at the Comarca Lagunera Aquifer, Coahuila, Mexico. Presented at the 11th Biennial Symposium on the Groundwater Recharge, Phoenix, Arizona.
- Martínez J. G., J. Martínez, J. Z. Castellanos y C. Sarabia, 2001. Determinación Espacial de la Vulnerabilidad de un Acuífero a ser Contaminado por Nitratos. XI Congreso Nacional de Irrigación. Simposio 9. Contaminación, Tratamiento y Reuso del Agua. Guanajuato, México.

CUANTIFICACIÓN DE LA DEGRADACION ANTROPOGÉNICA DEL SUELO EN EL ESTADO DE DURANGO.

Juan G. Martínez Rodríguez¹, Andrés Quiñónez Chávez² y Pedro Andrade Sánchez³

¹ INIFAP CENID – RASPA Gómez Palacio, Dgo;

² INIFAP CIRNOC Campo Experimental “Valle del Guadiana” Durango, Dgo.

³ INIFAP CIRNOC Campo Experimental “La Laguna” Matamoros, Coah. e-mail:
martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores que influyen en el deterioro de los ecosistemas es la degradación del suelo que se relaciona con los procesos inducidos por el hombre, que disminuyen la capacidad actual y/o futura del suelo para sostener la vida humana (Oldeman 1988). Los fenómenos de degradación merman la calidad de los suelos, entendida ésta como la capacidad de un tipo específico de suelo para funcionar, dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, sosteniendo la productividad vegetal y animal, manteniendo o mejorando la calidad del aire y del agua, y sustentando la salud humana (Doran y Parkin 1994).

La degradación de los suelos ocurre como respuesta a múltiples factores ambientales y socioeconómicos. Si bien es cierto que, en ciertos paisajes, los suelos pueden ser más erosionables o la precipitación más erosiva, en prácticamente todos el factor preponderante recae en las actividades humanas. En general, todo uso de la tierra que modifica el tipo y la densidad de las poblaciones vegetales originales y/o que deja al descubierto al suelo, propicia su degradación.

Entre las principales actividades humanas que inducen la degradación de suelos se encuentran las actividades agropecuarias, incluyendo la deforestación, el manejo inadecuado de los recursos forestales, el sobrepastoreo y los sistemas de producción agrícola.

Con la colaboración internacional de más de 200 científicos de suelos, entre ellos algunos mexicanos y expertos ambientales, en 1990 se publicó el Mapa Mundial sobre la Degradación del Suelo Inducida por el Hombre, que por sus siglas en inglés fue conocido como GLASOD. A partir de la publicación de GLASOD, se han solicitado evaluaciones de la degradación de suelos a escalas y niveles más detallados, particularmente, en un ámbito regional y nacional.

En el caso de México, por iniciativa propia se ha tratado de conocer la problemática de sus suelos y probablemente, en la actualidad sea el único país, al menos dentro de los llamados en vías de desarrollo, que ha realizado una evaluación a escala 1:1,000,000 bajo la responsabilidad de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Esta información, por la escala del trabajo (1:1'000,000) es muy general y para la toma de decisiones, en cuanto a la planeación de medidas dentro de la Cruzada Nacional por el Agua y el Bosque, es necesario contar con información más detallada a nivel regional, por lo que se realizó una nueva evaluación a escala 1:250,000, de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana. Tomando como base los estudios anteriores, este trabajo tiene como objetivo hacer una cuantificación de los tipos y grados de afectación de la degradación causada por el hombre presente exclusivamente en el estado de Durango

En la realización de este estudio, se utilizó la metodología ASSOD (Van Lyden, 1997), que es una modificación de la denominada GLASOD, propuesta por Oldeman (1988). Esta última adoptada por la FAO a nivel mundial y por el Inventario Nacional de Suelos de la Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos (DGRyCS) dependiente de la SEMARNAT.

En esta metodología se reconocen dos grandes categorías de procesos de Degradación del suelo: *la degradación por desplazamiento del material del suelo* (Figura 1), que tiene como agente causativo a la erosión hídrica o eólica y *la degradación resultante de su deterioro interno*, que considera en la actualidad a los procesos de degradación física y química únicamente. A continuación se enlistan todos los tipos de degradación encontrados en el estado de Durango.

- **Hs** Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial (laminar/ lavado superficial).
- **Hc** Erosión hídrica con deformación del terreno (presencia de cárcavas, de canales o movimiento de masas).
- **Es** Pérdida del suelo superficial por acción del viento.
- **Qd** Declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica.
- **Fc** Compactación.
- **Fu** Pérdida de la función productiva.

Además se consideraron a las siguientes unidades:

SN Estable bajo condiciones naturales: Influencia humana (casi) ausente sobre la estabilidad del suelo y gran cobertura de vegetación no disturbada. Nota: algunas de esas áreas pueden ser muy vulnerables a pequeños cambios que afectan el equilibrio natural.

SH Estable bajo la influencia humana: Esta influencia puede ser pasiva, es decir, sin medidas especiales para mantener la estabilidad del suelo, o activa, a través de la implementación de acciones para prevenir o revertir la degradación.



Figura 1. Degradación inducida por actividades del hombre.

NU Tierras sin uso: Tierras sin vegetación y con influencia humana (casi) ausente sobre la estabilidad del suelo; se consideraron: desiertos (**NUd**), regiones áridas montañosas (**NUm**), afloramientos rocosos (**NUr**), dunas costeras (**NUc**) y planicies Salinas (**NUz**). Se pueden presentar en ellas procesos de degradación en forma natural.

Nivel de afectación de la degradación del suelo. Se evaluó en términos de la reducción de la productividad biológica de los terrenos; se consideraron cuatro niveles:

- (1) **Ligero:** los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.
- (2) **Moderado:** los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.
- (3) **Fuerte:** los terrenos a nivel de predio o de granja, tienen una degradación tan severa, que se pueden considerar con productividad irrecuperable a menos que se realicen grandes trabajos de ingeniería para su restauración.
- (4) **Extremo:** su productividad es irrecuperable y su restauración materialmente imposible.

Extensión de la degradación del suelo. Se refiere al porcentaje del área de la unidad fisiográfica que está afectada por un tipo de degradación y se reporta como múltiplo de 5.

Tasa de degradación del suelo. Indica la rapidez o la velocidad de la degradación en los últimos 5 o 10 años o su tendencia, la cual se identificó simbólicamente dentro de un paréntesis con uno de los siguientes símbolos:

+: Con incremento ligero en la degradación.

0: Sin cambio en la degradación.

-: Con disminución en la degradación.

Simbología de los tipos de degradación. Para representar sobre los mapas al tipo de degradación dominante dentro de cada unidad cartográfica, la simbología que se empleó se ilustra con el siguiente ejemplo:

Es1.50(0)a

Donde:

Es = Tipo de degradación; erosión eólica con pérdida del suelo superficial.

1 = Nivel de afectación de la degradación, ligero.

50 = Extensión dentro de la unidad cartográfica, 50% de su superficie.

(0) = Tasa de degradación, sin cambios en los últimos 5 – 10 años.

a = Factor causativo, actividades agrícolas.

RESULTADOS

Los resultados encontrados demuestran que el 70% de los suelos del estado presentan problemas de degradación en diferentes niveles, de éstos, el 9% corresponden a terrenos de desiertos, terrenos rocosos o zonas abandonadas improductivas, y tan sólo el 30% del territorio estatal cuenta con suelos que mantienen actividades productivas sustentables (sin degradación aparente).

También se encontró que el proceso más importante de degradación de suelos, es sin duda, la erosión eólica, cuya superficie afectada es de 28% (3466341 ha). Con respecto a la erosión hídrica, esta afecta a un 26% del territorio estatal. Sus efectos más dramáticos se observan con la formación de cárcavas, que comprenden una extensión del 0.2% (21926 ha), lo que conduce a tener zonas de baja producción o improductivas para cualquier actividad económica. Más aún, este tipo de erosión afecta a las capas superficiales de las tierras en aproximadamente 25% (3 millones de ha), en las que todavía es posible desarrollar actividades agropecuarias y forestales, a pesar de que se presente una baja considerable en la producción, y revertir este fenómeno mediante el uso y manejo sustentable del recurso (Figura 2).

Otros tipos de degradación importantes son: la pérdida de fertilidad y materia orgánica, que afecta al 7% de la superficie estatal, principalmente en las zonas áridas, y semiáridas y la degradación química (salinización), que se encuentra principalmente en las zonas agrícolas y abarca aproximadamente 40 mil ha a nivel estatal.

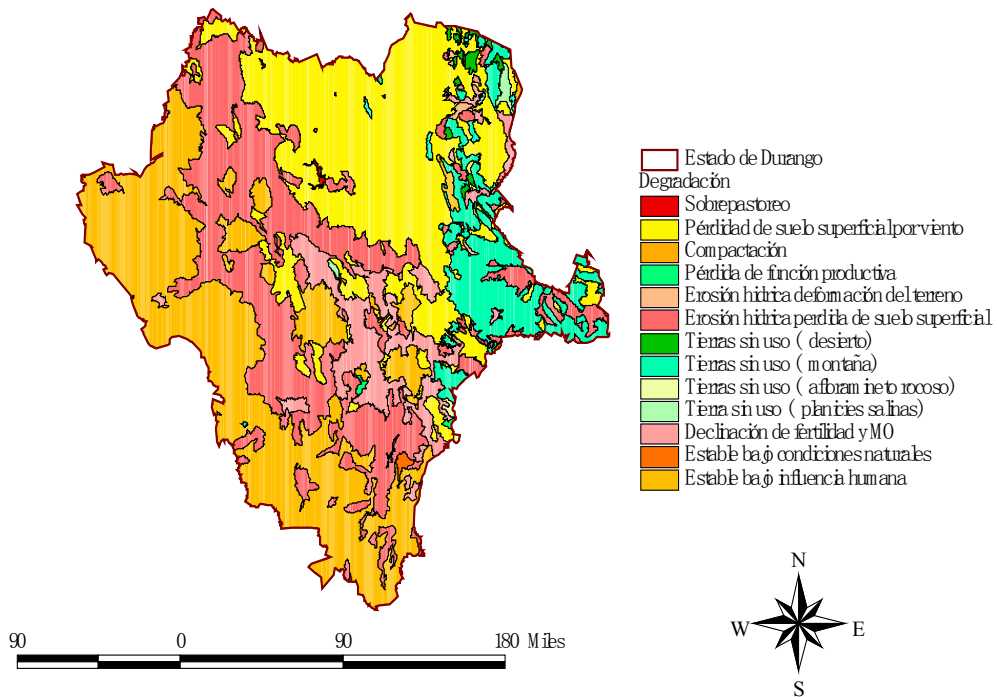


Figura 2. Tipos de degradación presentes en el estado de Durango.

Asimismo, se identificó que la principal causa de la degradación de los suelos, se debe a la deforestación, asociada con cambios de uso del suelo, y relacionada con actividades agropecuarias. Otras causas del deterioro de los suelos están exclusivamente ligadas con las actividades agrícolas, específicamente con prácticas inadecuadas de producción tales como: la aplicación excesiva de riego, la quema de residuos de cosecha, el exceso de labranza y la falta de prácticas de conservación de suelo y agua.

Los municipios que presentan los más altos porcentajes de áreas erosionadas por acción del viento son: Mapimí, Hidalgo, Tlahualilo y Ocampo con 19, 13, 7 y 7%, respectivamente; lo que representa en su conjunto un total de 1579661 ha.

Con respecto a la erosión hídrica los municipios que presentan los más altos porcentajes son: Durango, Guanacevi, Tepehuanes y Santiago Papasquiaro con 14, 11, 10 y 10% respectivamente. Lo anterior representa 1423669 has.

El nivel de afectación de la degradación del suelo, evaluado en términos de la reducción de la productividad biológica de los terrenos se distribuyó en el estado de Durango de acuerdo a los siguientes porcentajes: Ligero 46%, Moderado 45%, Fuerte 1% y Extremo 8% (Figura 3).

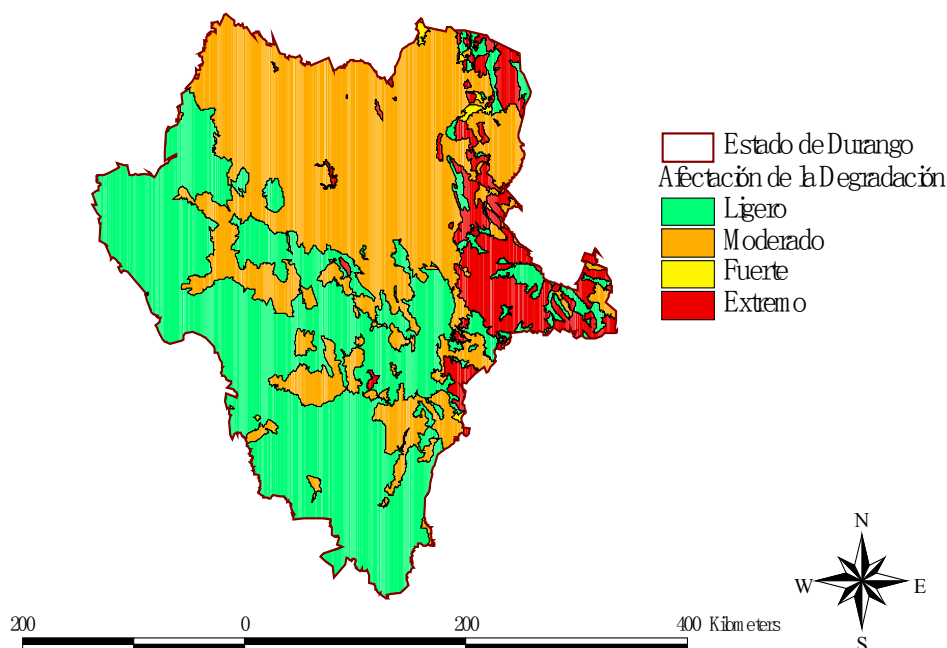


Figura 3. Niveles de afectación de la degradación en el estado de Durango.

BIBLIOGRAFIA

- Comisión Nacional del Agua, **1999. Compendio Básico del Agua en México. CNA. Semarnap. México.**
- Comisión para la Cooperación Ambiental, **1997. Regiones Ecológicas de América del Norte: hacia una perspectiva común. CCA. Canada.**
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. **1981. Carta de Precipitación Total Anual, escala 1:1'000,000. INEGI. México.**
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. **1981. Carta de Temperatura Media Anual, escala 1:1'000,000. INEGI. México.**
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. **1995. Espaciomapas escala 1:250,000. INEGI. México.**
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. **1996. Espaciomapas Estatales a diferentes escalas. INEGI. México.**
- Oldeman, L. R. (ed.) **1988. Guidelines for General Assessment of the Status of Human – Induced Soil Degradation. ISRIC Working Paper and Preprint 88/4.**
- Oldeman, L. R., R. T. A. Hakkeling and W. G. Sombroek, **1991. World Map on Status of Human - Induced Soil Degradation: An Explanatory Note, second revised edition. ISRIC/UNEP.**
- Ortiz S., C. A. y H. E. Cuanalo de la C. **1984. Metodología del Levantamiento Fisiográfico: Un Sistema de Clasificación de Tierras. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.**
- Van Lynden, G. W. J. and L. R. Oldeman, **1997. The Assessment of the Human – Induced Soil Degradation in South and Southeast Asia. International Soil Reference and Information Centre. Wageningen, The Netherlands.**

LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO SUBTERRÁNEA EN HUERTAS DE NOGAL DE LA REGIÓN LAGUNERA

Miguel Rivera González¹, Ignacio Orona Castillo y Guillermo González Cervantes¹

¹ CENID-RASPA, INIFAP. Canal Sacramento Km.6.5 Margen Derecho, Gómez Palacio Dgo. rivera.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de las regiones áridas y semiáridas del mundo es la salinización del suelo y la degradación de la calidad del agua utilizada para riego (Miyamoto y Mueller, 1994). Estimaciones recientes indican que la salinización del suelo en áreas irrigadas a nivel mundial avanza a una tasa de un millón de hectáreas por año, otros datos más alarmantes señalan que 10 millones de hectáreas de tierras irrigadas son abandonadas al año a causa de los efectos adversos del riego, principalmente salinización y sodización secundaria (Szabolcs, 1994).

Los estudios de diagnóstico de salinidad de suelos realizados en México reportan al uso y manejo inadecuados de agua de riego con alta concentración de sales, como una de las causas principales de salinización y sodización de los suelos. En la Región Lagunera (estados de Durango y Coahuila) el nogal es uno de los cultivos más importantes. En 1993 existían 3772 ha incrementándose para el 2004 a 6146 ha. Esto representa un incremento del 62% en este período. El nogal es un cultivo susceptible a la salinidad del suelo, el nivel de tolerancia es de 3 dS/m (Miyamoto, 1996) este mismo autor menciona que cuando la salinidad del suelo (CEs) alcanza valores de 5 dSm⁻¹, se presenta muerte regresiva de ramas y cuando alcanza valores de 6 dSm⁻¹ puede ocurrir mortandad de los árboles (Miyamoto *et al* 1986). Huertas irrigadas con agua de 1 a 2 dSm⁻¹ representan un problema potencial de salinizar el suelo cuando no se aplica una fracción de lixiviación adecuada, En base a la anterior problemática, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del agua de riego de origen subterránea en huertas de nogal y su impacto en la salinidad del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar la calidad del agua de riego en nogal se tomaron muestras de agua de 23 huertas de diferentes municipios de la Región lagunera. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio a las cuales se les determinó las siguientes características: el pH, la conductividad eléctrica (CEa) y los cationes y aniones solubles.

La interpretación de la información obtenida y la clasificación de las aguas se efectuó de acuerdo posibles riesgos de salinidad, reducción de la infiltración del agua en el suelo, peligro de magnesio y los posibles problemas de obstrucción de los emisores de los sistemas de riego presurizados evaluados mediante el índice de saturación de Langelier (IS).

Para evaluar los riesgos de salinidad, se utilizó la clasificación propuesta por Ayers y Westcot, 1987. la cual se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación de la adaptabilidad del agua por salinidad (Ayers y Westcot, 1987)

| Grado de restricción de uso | Conductividad eléctrica (dSm ⁻¹) | Total de sólidos solubles (mg L ⁻¹) |
|-----------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Ninguna | < 0.7 | < 450 |
| Ligera a Moderada | 0.7 a 3 | 450 a 2000 |
| Severa | > 3 | > 2000 |

Para evaluar los riesgos de sodicidad y su efecto en la posible reducción de la infiltración de agua del suelo, se utilizó la relación de adsorción de sodio corregida RAS° de acuerdo a la metodología propuesta por Ayers y Westcot, 1987 (Cuadro 2) la cual es un procedimiento adaptado de Suárez (1981), donde las concentraciones de los iones se expresan en miliequivalentes por litro.

$$RAS^{\circ} = Na / (((Ca + Mg) / 2)^{1/2})$$

Donde:

Na = contenido de sodio del agua de riego (me L⁻¹)

Ca° = contenido de calcio corregido en el agua de riego (me L⁻¹)

Mg = contenido de magnesio en el agua de riego (me L⁻¹)

El peligro o riesgo de Magnesio se calculó de acuerdo a Kovda *et al* (1973), que considera desfavorables para el suelo valores superiores a 50 %, en la relación peligro de magnesio de la siguiente ecuación:

$$PM = (Mg / (Ca + Mg)) * 100$$

Donde : PM es el peligro de magnesio(%) y las concentraciones de calcio y magnesio están en me L⁻¹.

La precipitación del calcio en el agua, se estimó mediante el índice de saturación de Langelier, según el cual el carbonato de calcio precipita cuando alcanza su límite de saturación en presencia de bicarbonato.

Este índice se definió por la diferencia entre el pH actual del agua (pHa) y el pH teórico (pHt) que el agua alcanzaría en equilibrio con el carbonato de calcio.

$$IS = pHa - pHt.$$

Los valores positivos del índice de saturación indican la tendencia del carbonato de calcio a precipitarse, mientras que los valores negativos indican que el carbonato de calcio se mantiene en solución.

Cuadro 2. Directrices para identificar posibles problemas de reducción de infiltración.

| RAS° | Grado de restricción de uso | | |
|-------|----------------------------------------------|-------------------|--------|
| | Ninguno | Ligero a moderado | Severo |
| | Conductividad eléctrica(dS m ⁻¹) | | |
| 0-3 | > 0.7 | 0.2 - 0.7 | < 0.2 |
| 3-6 | > 1.2 | 0.3 - 1.2 | < 0.3 |
| 6-12 | > 1.9 | 0.5 - 1.9 | < 0.5 |
| 12-20 | > 2.9 | 1.3 - 2.9 | < 1.3 |
| 20-40 | > 5.0 | 2.9 - 5.0 | <2.9 |

Fuente: Ayers y Westcot, 1987.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se presentan las huertas con valores de salinidad del agua de riego menores de 1 dSm⁻¹.

En base a los valores de salinidad (Ayers y Westcot, 1987) las aguas de riego de las huertas Venecia y las Villas no tienen ningún grado de restricción de uso, las demás huertas tienen una restricción de uso de ligero a moderado.

En relación al peligro de magnesio, únicamente la huerta Florida presenta un valor del 58%, la cual la clasifica como desfavorable para el suelo.

En cuanto al índice de saturación de Langelier (IS) únicamente las huertas Tierra Blanca Viña Sol, Florencia y Florida presentan valores positivos, lo cual indica la tendencia del bicarbonato de calcio a precipitarse, esto puede provocar problemas de taponamiento de emisores.

Utilizando los valores del RAS° y la CEa para detectar posibles problemas de infiltración, las aguas de las huertas Tierra Blanca y Florida se clasifican como sin ningún grado de restricción de uso.

Cuadro 3.- Huertas de nogal con valores de conductividad eléctrica del agua de riego menores de 1 dSm⁻¹.

| Huerta | pH | CEa (dSm ⁻¹) | RAS° | PMg (%) | IS | CEs (dSm ⁻¹) |
|---------------|------|-----------------------------|------|------------|-------|-----------------------------|
| Tierra Blanca | 7.7 | 0.8 | 1.0 | 25.9 | 0.4 | 0.8 |
| Viña Sol | 7.9 | 0.8 | 1.3 | 9.9 | 0.4 | 1.3 |
| Venecia | 7.6 | 0.4 | 1.4 | 7.3 | -0.04 | 1.0 |
| Rosetal | 7.1 | 0.6 | 1.0 | 12.2 | -0.3 | 0.6 |
| Florencia | 7.5 | 0.9 | 3.6 | 7.0 | 0.12 | 2.9 |
| Florida | 7.2 | 0.8 | 1.7 | 58 | 1.2 | 3.2 |
| Las villas | 7.8 | 0.6 | 3.8 | 16 | -0.1 | 1.5 |
| La Rivera | 7.02 | 0.4 | 1.3 | 17 | -0.5 | 1.4 |

Ninguna huerta presenta restricción de uso de acuerdo al índice de peligro de Magnesio (PM). En cuanto al peligro de originar posibles obstrucciones en los emisores, todas las huertas presentan este peligro a excepción de la huerta San. En cuanto a los posibles problemas de reducción de la infiltración del agua en el suelo, únicamente el agua de la huerta La Barranca presenta un grado de uso severo, el agua de la huerta Margarita un grado de restricción de uso de ligero a moderado y el resto de las huertas, no presentan ningún grado de restricción de uso.

En cuanto al efecto de la salinidad del agua en la salinidad del suelo (CEs) en los cuadros 3 y 4 se presentan estos valores, se puede apreciar que únicamente las huertas Florida, el Chupón, la Herradura, San Antonio de Gurza y el Mezquite presentan valores de conductividad eléctrica del suelo superiores al nivel tolerable por el nogal de 3 dSm⁻¹. Estos valores se presentan en un rango de salinidad del agua de riego de 0.8 a 5 dSm⁻¹.

Cuadro 4.- Huertas de nogal con valores de conductividad eléctrica del agua de riego mayor de 1 dSm⁻¹.

| Huerta | pH | CEa (dSm ⁻¹) | RAS° | PMg | IS | CEs (dSm ⁻¹) |
|--------------------|-----|-----------------------------|------|------|------|-----------------------------|
| El Chupón | 8.0 | 1.7 | 3.2 | 2.8 | 0.9 | 6.8 |
| Piedritas | 7.8 | 2.5 | 9.7 | 13.7 | 0.6 | 2.8 |
| La Herradura | 7.0 | 2.0 | 1.3 | 12.7 | 0.2 | 5.9 |
| Margarita | 8.2 | 1.1 | 3.3 | 31.4 | 0.7 | 1.9 |
| Don Roberto | 7.5 | 1.2 | 1.3 | 14.5 | 0.2 | 2.6 |
| El Vergel | 7.8 | 1.6 | 0.7 | 25.2 | 0.3 | 2.3 |
| La Barranca | 7.8 | 1.0 | 13.8 | 8.9 | 0.7 | 1.0 |
| La Encantada | 7.4 | 1.8 | 1.4 | 13.2 | 0.4 | 2.2 |
| Ipanema | 7.6 | 1.0 | 1.5 | 25 | 0.4 | 1.0 |
| S. Antonio G. | 7.9 | 5.0 | 5.0 | 12.5 | 0.6 | 5.0 |
| San Manuel | 7.2 | 1.5 | 1.9 | 11 | -0.1 | 2.8 |
| Las tres victorias | 7.5 | 1.3 | 1.5 | 16 | 1.1 | 3.0 |
| El Mezquite | 7.5 | 3.1 | 4.8 | 26 | 0.4 | 5.2 |

CONCLUSIONES

- ❖ La salinidad del agua de riego (CEa) en las huertas de nogal estudiadas varía en un rango de 0.4 a 5 dSm⁻¹.
- ❖ De acuerdo a el nivel de salinidad del suelo (CEs) tolerable por el nogal de 3 dSm⁻¹, únicamente las huertas Florida, el Chupón, la Huerradura, San Antonio de Gurza y el Mezquite sobrepasan este valor por lo cual el manejo del agua en estas huertas, deberá considerar una cierta fracción de lixiviación para el control de la salinidad del suelo.
- ❖ Las huertas donde el agua de riego presenta valores positivos del índice de saturación (IS), existe la posibilidad de provocar problemas de taponamiento de emisores al aplicar el agua mediante sistemas de riego presurizados.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayers, R.S. y D. W. Westcot 1987. La calidad del agua en la agricultura. FAO, Riego y Drenaje. Vol. 29.
- Miyamoto S. , G. Picchioni y B. Storey. 1986. Salinity and major factor of poor tree performance in irrigated trees. Pecan South. Pag. 14-18
- Miyamoto S. y W. Mueller 1994. Irrigation with saline water: certain enviromental implications. XV Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo. Acapulco Guerrero México Vol. 1 pag. 256-277.
- Miyamoto S. J. B. Storey and J. Henggeler. 1996. Comprehensive approach assential to profitability in irrigated operations. Pecan South. Soil and Water Management Pag. 12-15.
- Suárez, D., L. 1981. Relation between pHc and sodium adsorption ratio (SAR) and alternate method of estimating SAR of soil or drainage waters. Soil Sci. Amer. J. 45: 469-475.
- Szabolcs I.1994. Prospects of soil salinity for the 21st Century. XV Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Guerrero. México, Vol. 1 pag. 123-141.
- Kovda, V., A. Berg, C. Vanden y R. M. Hagan 1973. Irrigation, drainage and salinity. An International Sorce Book. FAO-UNESCO.

PROGRAMA PARA OBTENER FUNCIONES DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS REGADOS CON AGUAS SALINAS (MODELSAL)

**Miguel Rivera González¹, Juan Guillermo Martínez Rodríguez¹
y Miguel Palomo Rodríguez²**

¹CENID-RASPA, INIFAP, Canal Sacramento km. 6.5 Margen Derecha, Gómez Palacio Durango. ² Campo Experimental de la Laguna (CELALA), INIFAP. rivera.miguel@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de las regiones áridas y semiáridas del mundo es la salinización del suelo y la degradación de la calidad del agua utilizada para riego (Miyamoto y Mueller, 1994). Estimaciones recientes indican que la salinización del suelo en áreas irrigadas a nivel mundial avanza a una tasa de un millón de hectáreas por año, otros datos más alarmantes señalan que 10 millones de hectáreas de tierras irrigadas son abandonadas al año a causa de los efectos adversos del riego, principalmente salinización y sodización secundaria (Szabolcs, 1994).

Una estrategia para obtener la producción potencial de los cultivos regados con aguas salinas es la determinación del manejo de riego óptimo, que se obtiene a partir de una función de producción. Existen dos formas de obtener las funciones de producción de agua de los cultivos: la primera es la experimentación en campo que resulta, costosa, tardada y difícil de conducir adecuadamente en particular cuando diversas combinaciones de cantidad y calidad de agua son estudiadas; la segunda opción es el uso de modelos numéricos computarizados que simulan la respuesta del cultivo a la cantidad y calidad del agua aplicada.

A nivel internacional se han generado dos tipos de modelos para simular funciones de producción, bajo condiciones salinas; los que consideran condiciones promedio de salinidad durante un período de tiempo considerado, llamados modelos conceptuales de estado estable (Solomon, 1985; Letey y Dinar, 1986 y Prendergast, 1993) y los que consideran condiciones dinámicas de salinidad (variación de la salinidad en tiempo y espacio); son ejemplos de estos los generados por Hanks (1984); Brezler y Hoffman (1986) y Brezler (1987).

Un problema que se presenta al tratar de utilizar algunos de estos modelos es la no disponibilidad del modelo sistematizado (software). En base a este problema se creó el presente programa llamado MODELSAL el cual sistematiza dos modelos, el generado por Letey y Dinar, 1986 y el propuesto por Prendergast, 1993.

El presente programa fue desarrollado para que los usuarios (técnicos e Investigadores) puedan obtener las funciones de producción de los cultivos regados con aguas salinas y que

estas a su vez sean utilizadas para analizar y plantear estrategias de manejo del agua de riego para maximizar la producción agrícola.

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El MODELSAL es un programa que comprende la sistematización de dos modelos (Letey y Dinar, 1986 y Prendergast, 1996) mediante los cuales se obtienen las funciones de producción de los cultivos regados con aguas salinas, este modelo realiza las siguientes funciones:

- Estima algunas variables útiles para el cálculo del rendimiento relativo (RR) y fracción de lixiviación (FL).
- Ajusta los valores de RR y FL generados por los modelos a una función cuadrática.
- Presenta en forma gráfica el comportamiento de la función, esto además de las opciones guardar el trabajo en un archivo, evaluar un solo punto etc.
- El programa cuenta con una interfase gráfica para facilitar el manejo del programa y un sistema de ayuda en el cual se describe el significado de las variables y unidades de las ecuaciones así como parámetros de entrada de los modelos tales como la salinidad umbral del cultivo (Su).

MENU PRINCIPAL

El menú principal presenta cinco opciones: modelos, archivo, gráficos, reporte y salir. Para desplazarse en las diferentes opciones, se utiliza la tecla del movimiento del cursor hacia los lados. Para activar una opción se presiona (enter). Si se presiona F1 se presentará un índice general de la ayuda.

SUBMENÚ MODELOS

En el submenú modelos se presentan las tres opciones que comprende el programa. En esta ventana se selecciona el modelo que será evaluado por primera vez, o en caso de que se hayan hecho cambios en las variables de entrada.

Para moverse dentro de las opciones de este submenú se utilizan las flechas del cursor (\uparrow \downarrow), para moverse hacia los botones de aceptar y cancelar se utiliza la tecla TAB.

Para entrar a un modelo se selecciona el modelo deseado (el indicador es un rectángulo punteado rodeando la opción y su casilla de la izquierda llena, y luego se presiona en el botón de aceptar y se presiona (enter).

Para cancelar y cerrar esta ventana, se coloca en el botón de cancelar y se presiona

(enter), o simplemente presionar la tecla escape. Esta acción cerrará la ventana volviendo al menú principal.

El modelo de Prendergast presenta dos opciones Prendergast 1 y Prendergast 2. La primera opción se refiere al modelo sistematizado tal y como lo desarrolló el autor, donde intervienen las variables salinidad del agua de lluvia (CEpp), escurrimiento superficial (Es), precipitación pluvial (PP) y fracción de lixiviación (FL); en la segunda opción se omiten estas variables y en su lugar interviene el agua aplicada (Aa).

Variables y parámetros de entrada de los modelos.

Una vez que se ha seleccionado el modelo se presentará una pantalla dependiendo del tipo de modelo escogido.

La pantalla muestra una plantilla que se debe llenar para evaluar un modelo. Dicha plantilla presenta los datos de entrada del modelo abreviados y sus unidades.

Para mayor información de estos parámetros de entrada se presiona la tecla F1 antes de empezar a capturar los datos, lo que provocará el despliegue de información acerca de los datos requeridos. El nombre del cultivo deberá ser igual o menor de 8 caracteres.

SUBMENÚ ARCHIVO

En esta ventana se realizan las opciones concernientes al manejo de archivos. Para la selección de alguna opción se realiza con las mismas teclas de control que la ventana de los modelos.

Abrir archivo.-

Esta opción carga un archivo con datos y con su modelo ajustado desde el disco y directorio donde se este operando el programa.

Guardar archivo.-

Almacena un trabajo realizado dentro del programa en el disco y directorio de trabajo siempre y cuando se haya hecho un ajuste del mismo.

Archivo nuevo.-

Borra el trabajo actual y empieza una nueva sesión. Tanto para abrir como para guardar archivos en el disco se solicita el nombre del archivo a operar; el nombre debe de excluir la extensión y no debe de exceder de ocho caracteres.

SUBMENÚ GRAFICOS

En esta ventana se realiza tanto el ajuste, evaluación de un punto y el despliegue de la

información generada. La mecánica de la operación de esta ventana es la misma que las anteriores.

Evaluar un punto.-

Para las dos opciones (evaluar un punto y realizar el ajuste) se debe contar con los datos cargados. Al seleccionar esta opción aparecerá una pantalla. Cada modelo tiene sus propios parámetros de entrada; Para el caso del modelo de Letey requiere la entrada de datos tales como la conductividad eléctrica del agua de riego (CEa) y la cantidad de agua aplicada (Aa). El programa realiza una rápida evaluación del modelo para los parámetros introducidos y presenta como resultado la fracción de lixiviación y el rendimiento que calculó el modelo para esas condiciones. Si desea evaluar otro punto se presiona la tecla "o" (una vez que apareció el resultado) para repetir el procedimiento.

Realizar el ajuste.-

Es esta la opción mas importante del programa; se utiliza cuando se desea ajustar los datos de rendimiento relativo (RR) y fracción de lixiviación (FL) generados por el modelo original a una función de tipo cuadrática .

En esta opción se debe especificar el rango de agua aplicada (Aa) y salinidad del agua de riego (CEe). Para el caso del modelo de Letey, el agua aplicada se divide entre la evaporación total durante el ciclo de desarrollo del cultivo (Aa/Ev), y en el modelo de Prendergast el agua aplicada se da en términos absolutos (m) .Una vez que se ha especificado el rango de Aa y Ce se presiona la tecla (enter) y se desplegará una pantalla en esta las barras indican la operación que se esta realizando; posteriormente se presenta una gráfica que muestra la fracción de lixiviación en función de Aa/Ev y CEa.

Se cuenta con la opción de imprimir la gráfica; esto se logra presionando la letra "i". Cuando se manda imprimir una gráfica, esta tendrá un cambio para hacerla compatible con la impresora, y se producirá un bloque momentáneo de la máquina mientras se realiza la impresión.

Para el modelo de Letey se cuenta con el despliegue de dos gráficas: fracción de lixiviación y rendimiento relativo. Para seleccionar fracción de lixiviación se presiona el número "dos" mientras que el despliegue del rendimiento relativo se realiza con la tecla marcada con el número "uno"(se puede realizar esta selección con el teclado numérico siempre y cuando este activo).

SUBMENÚ REPORTE

Esta opción presenta la información del archivo con el que se esta trabajando. Presenta

el nombre del cultivo, los datos de entrada, los coeficientes del modelo ajustado y su correlación. Cuenta con una opción de impresión presionando la tecla con la letra "i".

AYUDAS

El sistema de ayuda estará presente en dos partes del programa: en el menú principal y en la entrada de datos. La hoja de la ayuda tiene la ventana presenta las siguientes opciones:

- Si se presiona la tecla Av. Pág se cambiará a la siguiente hoja de la ayuda
- Si se tecléa Re Pág. Se regresa a la hoja anterior. - Para ver el índice de la ayuda se presiona la tecla "i", y una vez en el índice se puede seleccionar la hoja que se desea ver
- Para imprimir se presiona la tecla "p" y se realiza la salida a la impresora
- Para salir del sistema de ayudas se presiona la tecla escape.

CONCLUSIONES

El uso válido de cualquier modelo se restringe a un conjunto de condiciones que se asumen en su desarrollo. La primera es que ambos modelos asumen una relación lineal entre el rendimiento del cultivo y su evapotranspiración (ET), no obstante esta condición no se cumple para algunos cultivos como el algodón donde la relación entre la producción de fibra y al ET no es lineal (Grimes *et al.*, 1969).

La pendiente de la relación funcional rendimiento salinidad del suelo (Prs) y la salinidad umbral del cultivo (Su) son otros componentes importantes de los modelos; su valor se obtiene a partir de tablas generadas por Mass y Hoffman, 1977 para la mayoría de los cultivos agrícolas; sin embargo gran cantidad de estos coeficientes fueron derivadas de condiciones experimentales donde el establecimiento de los cultivos se efectuó con agua de buena calidad y posteriormente se aplicaron los tratamientos salinos.

En el desarrollo de los modelos se asume que cuando se aplica agua en una cantidad mayor de ETmax. El rendimiento se mantiene constante, es decir no se consideran efectos detrimentales de un exceso de agua.

Si se dispone de datos de evapotranspiración máxima del cultivo (ETmax.) y evaporación total durante el ciclo de desarrollo del cultivo (Ev), no se recomienda utilizar valores de Kc de tablas; es conveniente calcularlos con la siguiente ecuación $Kc = ETmax/0.85 Ev$.

El Ky de los cultivos se puede obtener al relacionar el déficit de evapotranspiración relativa (1- ETa/ETmax.) contra el déficit de rendimiento relativo (1-Ra/Rmax) (Doorenbos y Kassam, 1980) a un modelo de tipo lineal, ajustando la ordenada al origen cero).

Si se dispone de información es recomendable ajustar la ecuación de lixiviación de Rhoades, 1974 a datos de campo para determinar un valor de K adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

- Brezler, E. and G. L. Hoffman. 1986. Irrigation management for soil salinity control: Theories and Tests. *Soil. Sci. Soc.* 50:1552-1560.
- Brezler, E. 1987. Application of a conceptual model to irrigation water requirement and salt tolerance of crops *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 788-793
- Dorembos y J. y A.H. Kassam, 1980. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos FAO: Riego y Drenaje vol nº 33 Roma Italia 212 pag.
- Grimes D.W. ; H. Yamada and W.L. Dickens 1969. Functions for cotton production for irrigation and nitrogen fertilizar variables. I. yield and evapotranspiration . *Agron. Journal.* 61(5): 769-773.
- Hanks, R.J. 1984. Predictions of crop yield and water consumption under saline condicions. In: I. Shainberg and J. Shalheuet, eds. *Soil Salinity and Irrigation Ecological Studies* 51. Springer – Verlag. Heidelberg. pp. 298-318.
- Letey J. y A. Dinar. 1986. Simulated crop-water production functions for several crops, when irrigated with saline water. *Hilgardia* vol. 54: 132 pag.
- Mass, E. V. and G.J. Hoffman 1977. Crop salt tolerance current assessment *J. Irrig. Drain. Div. ASCE* 103 (IR2) pag. 115-134.
- Miyamoto S. y W. Mueller 1994. Irrigation with saline water: certain enviromental implications. XV Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo. Acapulco Guerrero México Vol. 1 pag. 256-277.
- Prendergast, J.B. 1993. A model of crop yield response to irrigation water salinity : theory, testing and application *Irrig. Sci.* 13: 157-164.
- Rhoades , J.D. 1974. Drainage for salinity control In: Schielfgarde J. Van (ed) *Drainage for agriculture . Agronomy Am. Soc. Agron.* 17: 433-461
- Solomon, K. H. 1985. Water salinity –production functions. *Transactions of Asae* Vol. 28(6) : 1975-1980.
- Szabolcs I.1994. Prospects of soil salinity for the 21st Century. XV Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Guerrero. México, Vol. 1 pag. 123-141.

VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA SALINIDAD DEL SUELO EN GOTEO SUBSUPERFICIAL

Miguel Rivera González¹, Juan Estrada Avalos y José Antonio Cueto Wong

¹ CENID-RASPA, INIFAP. Canal Sacramento Km. 6.5 Margen Derecho, Gómez Palacio Dgo. rivera.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Una estrategia para aumentar la eficiencia en el uso del agua de los cultivos es la utilización de métodos de riego más eficientes en el uso del agua como el riego por goteo subsuperficial. Al respecto resultados experimentales recientes indican que comparando este sistema con el riego por gravedad se logran incrementos en rendimiento de materia seca en alfalfa de un 28.3 % (Phene, 1999) y un aumento en la producción de semilla del 35 al 74% (Neufeld, 2001), otros trabajos de investigación realizados en México indican que es factible obtener incrementos de forraje henificado (forraje al 15% de humedad) en comparación con el riego por gravedad del 47 % (Rivera *et al*, 2001) y de materia seca del 16 al 23 % (Godoy *et al* 2003). Sin embargo poco se han estudiado la dinámica espacial y temporal de la salinidad del suelo. En base a la anterior problemática el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la dinámica de la salinidad del suelo en diferentes tratamientos de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en un suelo de textura franca para el estrato de 0-30 cm y franca limosa para los estratos de 30-60 y 60-90 cm. Se evaluaron 5 tratamientos de riego, los cuales consistieron en aplicar cantidades de agua equivalentes al 100, 80 y 60 % de la evapotranspiración de referencia (ET_o) restando a esta la precipitación efectiva (PPE) calculada con la fórmula propuesta por Palacios (1971) citada por Aguilera (1980).

La ET_o se obtuvo al multiplicar la evaporación obtenida del tanque evaporímetro tipo A (E_v) por el coeficiente del tanque (K_t = 0.8), la evaporación diaria fue calculada a partir de los datos de precipitación registrados en la estación agrometeorológica del CENID-RASPA (promedio diario mensual de 20 años de registro). Los riegos se aplicaron dos veces por semana.

Las características del sistema de riego por goteo utilizadas fueron las siguientes: Líneas regantes (cintilla T-tape de 16 mm. de diámetro y 0.375 mm. de espesor de pared) separadas cada 90 cm. con goteros insertados cada 20 cm., con un gasto de 0.5 l/h a una presión de operación de 10 PSI. Las líneas regante se instalaron a una profundidad del suelo de 25 a 30 cm.

La conductividad eléctrica del suelo se monitoreo por estratos de 10 cm. hasta una profundidad de 60 cm. en cada tratamiento de riego, para la condición inicial del suelo y al final del primero y segundo año de evaluación.

Se utilizó el método del extracto de la pasta de suelo saturada para determinar la conductividad eléctrica. En el cuadro 1 presentan las características químicas de la calidad del agua utilizada.

Cuadro 1.- Características químicas del agua de riego

| Cationes solubles | Valor (meL ⁻¹) | Aniones solubles (meL ⁻¹) | Valor (meL ⁻¹) |
|----------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|----------------------------|
| Ca | 9.9 | CO3 | 0 |
| Mg | 1.4 | HCO3 | 1.4 |
| Na | 7.5 | Cl | 1.3 |
| K | 0.4 | SO4 | 13.0 |
| Conductividad eléctrica (dSm ⁻¹) | 1.7 | | |
| PH | 7.5 | | |
| RAS° | 3.5 | | |
| IS | - 0.11 | | |

IS = Índice de saturación de Langelier

En base al valor de la conductividad eléctrica de 1.7 dSm⁻¹, el agua de riego es clasificada con una restricción de uso de ligera a moderada (Ayers y Westcot, 1987) y sin ninguna restricción de uso de acuerdo al valor negativo del índice de saturación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró diferencia significativa para los tratamientos de riego, presentando los valores más altos de salinidad el tratamiento de riego donde se aplico una menor lámina de riego anual (Cuadro 2).

El tratamiento de riego donde se aplico la mayor lámina de riego presentó los niveles de salinidad más bajos, esto se puede explicar debido a un proceso de lixiviación de sales a estratos fuera del área de influencia radical.

En cuanto a la variación de la salinidad con la profundidad del suelo los estratos de suelo de 0-10 cm y 50-60 presentaron los niveles de salinidad mas altos, esto se puede explicar de acuerdo al movimiento radial de los patrones de distribución de la humedad con este sistema de riego por lo cual la mayor concentración de sales se localiza en la periferia de los bulbos de humedecimiento (Hanson *et al* 1997). Esto se ilustra en las figuras 1 y 2.

Cuadro 2.- Variación espacial y temporal de la salinidad del suelo (CE dSm⁻¹) para cada uno de los tratamientos de riego en estudio.

| Tratamiento de riego (% ETo) | Época de muestreo | Profundidad del suelo(cm) | | | | | | Prom. |
|------------------------------|-------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0-10 | 10-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | 50-60 | |
| 100 | Cond. Inicial | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.1 |
| | Año 2000 | 1.7 | 1.1 | 1.2 | 1.8 | 2.9 | 2.6 | 1.9 |
| | Año 2001 | 5.1 | 2.9 | 2.6 | 2.5 | 2.1 | 2.7 | 3.0 |
| 80 | Año 2000 | 2.0 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 2.6 | 3.1 | 1.2 |
| | Año 2001 | 4.9 | 2.6 | 2.6 | 3.7 | 4.2 | 3.7 | 3.6 |
| 60 | Año 2000 | 2.7 | 1.9 | 2.0 | 2.2 | 3.7 | 4.1 | 2.7 |
| | Año 2001 | 5.4 | 2.1 | 3.2 | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 3.6 |

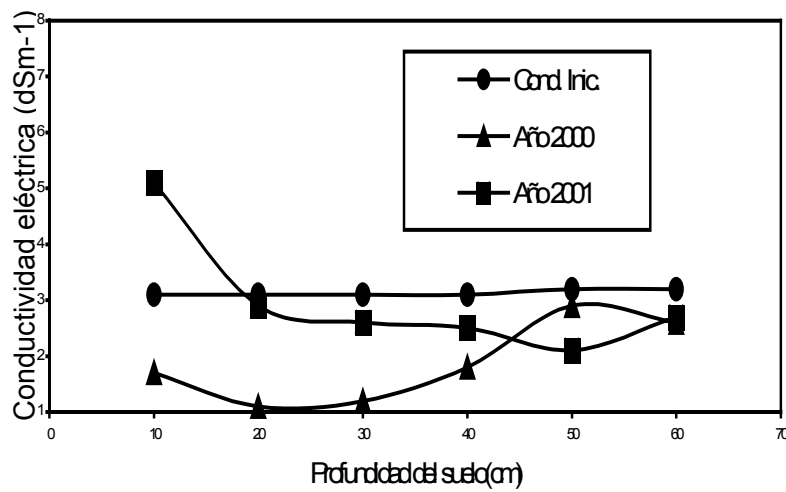


Figura 1.- Variación espacial y temporal de la salinidad del suelo para el tratamiento de riego de ETo = 100%

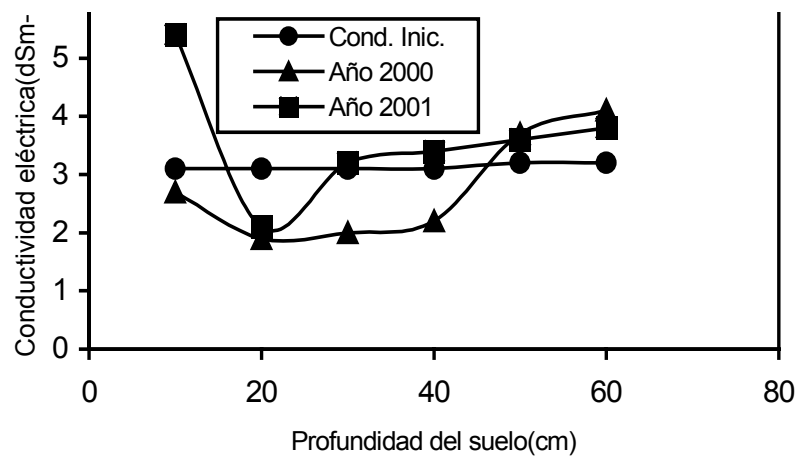


Figura 2.- Variación espacial y temporal de la salinidad del suelo para el tratamiento de riego del ETo = 60%.

CONCLUSIONES

- El tratamiento de riego por goteo subsuperficial donde se aplicó la menor cantidad de agua (60% de ETo) presentó los niveles de salinidad más altos debido a que probablemente en este tratamiento de riego la lixiviación de sales fue mínima.
- Los estratos de 0-10 cm y 50-60 cm. fueron los que presentaron los niveles de salinidad más altos.
- Dado el proceso de distribución de sales radial con este sistema de riego, que propicia la acumulación de sales en el estrato de 0-10 cm., esto implica la implementación de prácticas de manejo de agua (lixiviación de sales), para disminuir los posibles problemas de salinidad durante la etapa de establecimiento de los cultivos anuales regados con este sistema de riego.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera C., M, R. Martínez E. 1980. Relación agua, suelo, planta, atmósfera . 2ª edición . Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Irrigación . Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Ayers, R.S. y D. W. Westcot 1987. La calidad del agua en la agricultura. FAO, Riego y Drenaje. Vol. 29.
- Godoy A., C., G. Pérez A., A. Torres C., J. Hermosillo L. J. Reyes I. 2003. Uso de agua, producción de forraje y relaciones hídricas en alfalfa con riego por goteo subsuperficial. *Agrociencia* 37: 107-115.
- Hanson B.R. Schwankl L. Grattan S. and Prichard T. 1997. Drip irrigation for row crops. Division of Agriculture and natural resources. Publication 3370. University of California Irrigation Program. University of California Davis.
- Neufeld J. 2001. Water conservation with subsurface drip irrigation. Drought Symposium sponsored by Senator Larry Craig Collage of Southern Idaho.
- Phene C. 1999. Producción de alfalfa con riego por goteo. Primer Simposium Internacional de Irrigación y Nutrición Vegetal. León Guanajuato México.
- Rivera G., M, C. Orona I. , S. Cohen I. , R. Macías I. , S. Martínez J. E. Ávalos J. 2001. XI Congreso Nacional de Irrigación (ANEI) Guanajuato, México.

CONSUMO DE AGUA EN LA ALFALFA DURANTE EL ESTABLECIMIENTO CON RIEGO SUBSUPERFICIAL

**Montemayor Trejo José Alfredo., Aguirre Aguiluz Herman Walter.,
Huerta Rincón Anastacia., Olague Ramírez Jesús., Castruita López Jesús**

Instituto Tecnológico Agropecuario N° 10. montemayorja@hotmail.com.mx

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera, las altas demandas de consumo de agua para el uso doméstico, industrial y agrícola ha generado la necesidad de investigar y adoptar nuevas tecnologías que permitan un mejor aprovechamiento de este recurso. En los últimos años, se ha estado trabajando para adoptar una nueva tecnología de riego llamado sistema de riego por goteo subsuperficial (RGS), que se define como la forma de aplicar el agua a los cultivos en forma subsuperficial mediante emisores con gastos uniformes (ASAE, 1999). Las ventajas de este sistema son: incremento en producción y calidad, mejora la conservación del suelo y agua y reduce la degradación ambiental. Otra característica de igual importancia es que la superficie del suelo permanece prácticamente seca, lo que permite reducir la germinación de malas hierbas, enfermedades y la evaporación directa del agua del suelo. Investigaciones en la Universidad de Kansas, indican que es posible ahorrar un 25 % de agua con el RGS (Lamm *et al.*, 1995).

Estudios en California han mostrado incrementos en la producción de alfalfa al usar RGS, investigadores de New México, Texas, Nevada y California están probando tipos de cinta y tubería con goteros, espaciamiento entre laterales y profundidades para la producción de forrajes (Hutmacher *et al.*, 1992). Este nuevo método de aplicar el agua y nutrientes, en zonas localizadas es muy preciso y los tiempos y frecuencias de aplicaciones permiten un óptimo crecimiento para la planta (Camp *et al.*, 2000). Aunque recientes estudios económicos, han mostrado que el RGS es económicamente competitivo al compararlo con sistemas de riego por inundación o sistemas de pivote central (O'Brien *et al.*, 1998). Existen aun problemas por resolver en el diseño, operación y mantenimiento del sistema, así como la inversión inicial para su adopción. En la Comarca Lagunera, los forrajes (alfalfa, maíz y sorgo) representan una mayor demanda de agua, puesto que en promedio se establecen 45,000 ha y sus requerimientos por ciclo mínimos con el sistema de riego tradicional son 80 cm para maíz y 150 cm para la alfalfa.

El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto de la separación de las cintas de riego subsuperficial en la producción de alfalfa, eficiencia del uso del agua del establecimiento

al primer corte y compararlo con el sistema de gravedad.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue realizado durante el año 2004 en la pequeña propiedad el "Cercado" ubicada en la carretera Torreón San Pedro Km. 7.5 en Torreón Coahuila, México. El sistema de riego por goteo subsuperficial fue establecido en un suelo franco arcillo limoso con una humedad aprovechable de 0.22 gr. cm^{-3} en una superficie de dos hectáreas. Los tratamientos fueron tres separaciones de cinta de riego 0.8, 0.9 y 1.0 m a una profundidad promedio de 0.4 m y como testigo el riego por gravedad. Estos espaciamientos, dependen del tipo del cultivo y del suelo, siendo más estrechos para pastos de forrajes (Camp, *et al* 2000). El gasto de la cinta fue de 3 lph por metro lineal, con orificios espaciados a 0.30 m y de un espesor de 10,000 micras. El diseño experimental fue un bloques con arreglo en franjas y unidades experimentales de 1200 m^2 con cuatro repeticiones. La siembra se realizo en seco el 21 de enero con la variedad WL 712 en la dosis de 40 kg ha^{-1} los volúmenes de agua aplicados fueron evaluados con un medidor de gasto instalado en la tubería principal del sistema subsuperficial y con sifones de tres pulgadas previamente calibrados en el sistema de gravedad. La aplicación de laminas y tiempos de de riego en subsuperficial fueron aplicando la ecuación de (Boswell, 1990) $Tr = [(S * Et) / (Q * Ea)$ donde: Tr es el tiempo de riego en (h), S es la separación de cintas en (m), Et es la evapotranspiración del cultivo (m), Q el gasto de la cinta por metro lineal en ($\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$) y Ea es la eficiencia de aplicación. La evapotranspiración del cultivo fue estimada con la evaporación de un tanque tipo "A" multiplicada por un coeficiente de 0.75. Las láminas de agua acumuladas fueron correlacionadas con respecto a los días transcurridos después de siembra, para obtener los modelos de regresión y estimar los consumos promedios diarios en ambos sistemas. La eficiencia del uso del agua fue obtenida mediante el producto de materia seca entre la lámina total aplicada de cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el establecimiento del cultivo, se aplicaron siete riegos en el sistema de riego por gravedad (Figura 1) el primero después de la siembra y los posteriores a los 9, 15, 24, 34, 53 y 79 días después de siembra (dds) con una lámina de riego acumulada de 49 cm. En el sistema subsuperficial para obtener la germinación se aplicaron seis riegos de gravedad con una lámina total de 37 cm y durante los 23 y 91 dds se aplico una lamina de 12 cm con el sistema de riego subsuperficial, esta lamina fue aplicada en promedio cada tercer día con tiempos de riego de dos a cuatro horas.

En los modelos de regresión obtenidos (Figura 1) el consumo promedio diario es de 0.54 cm en gravedad y 0.42 en RGS. Mahbub *et al* 2002 reporta consumos promedio diarios de 0.38 y 0.4 cm con riego subsuperficial en los ciclos de 1999 y 2000 en un trabajo desarrollado en Kansas USA.

En la (figura 1) se observan los intervalos entre riegos más frecuentes y láminas menores numéricamente al compararlo con el sistema de gravedad. Lo anterior permite una mayor disponibilidad de agua para la planta, que se manifiesta en una mayor producción por unidad de volumen de agua aplicado.

Los rendimientos obtenidos en producción de materia seca en el primer corte fueron: 5752^a, 4373^b, 3978^b y 2314^c kg en los tratamientos de 0.8, 0.9, 1.0 y gravedad, letras iguales son el mismo rendimiento estadísticamente (prueba de tukey $\alpha \leq 0.05$), efectos en rendimiento de alfalfa por la separación de la cinta y no por la profundidad son reportados por (Mahbub et al., 2002) encontraron el rendimiento más alto de materia seca de cuatro cortes de 12.75 ton ha⁻¹ en separaciones de cinta de 101.6 cm y 45.7 cm de profundidad.

Estos rendimientos proporcionan diferencias en el uso eficiente del agua (Figura 2) de 1.17, 0.89, 0.81 y 0.47 kg m⁻³ de agua aplicada para 0.8, 0.9, 1.0 m y gravedad.

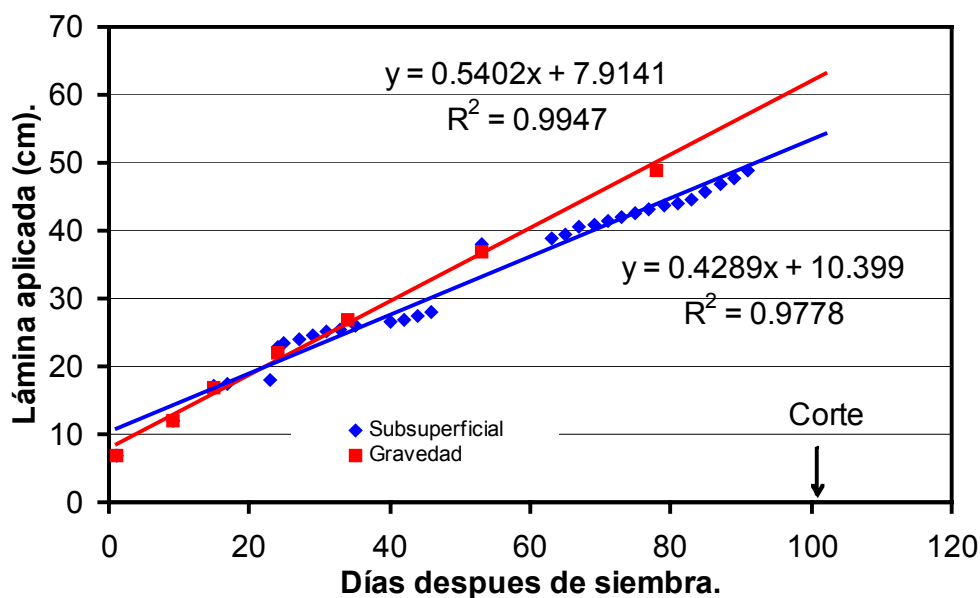


Figura 1. Láminas aplicadas en riego subsuperficial y gravedad en alfalfa durante su establecimiento.

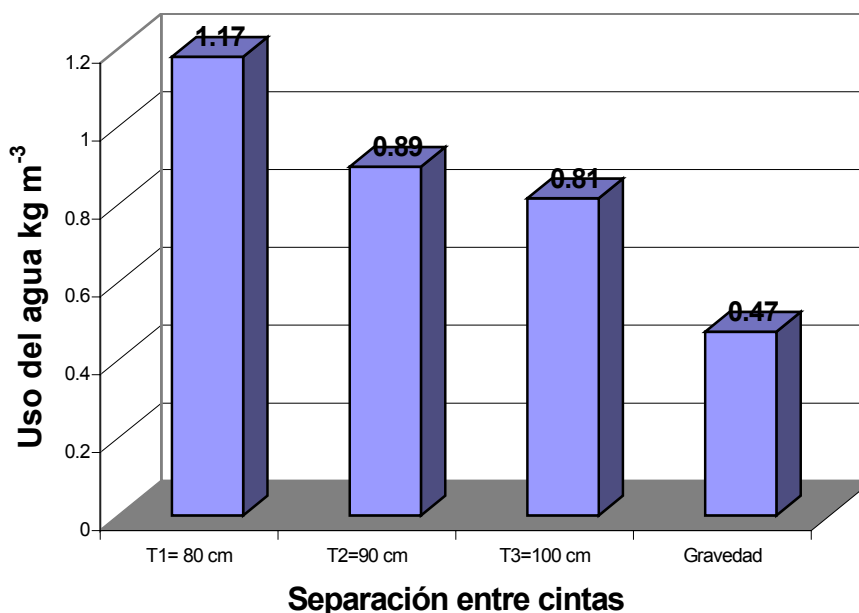


Figura 2. Efecto de la separación de las cintas de riego subsuperficial y gravedad en el uso del agua durante el establecimiento de la alfalfa.

CONCLUSIONES

La lámina aplicada en riego por gravedad y subsuperficial fue de 49 cm., Sin embargo, los rendimientos fueron superados hasta en un 100% con riego subsuperficial en la separación entre cintas de 0.8 m y la eficiencia en el uso del agua fue superada de 0.47 kg m⁻³ a 1.17 kg m⁻³ de agua aplicada.

BIBLIOGRAFIA

- ASAE. Standards soil and water terminology 46th ed. St. Joseph, Mich. USA. American Society Agricultural Engineers ASAE. 1999.
- Boswell J.M. 1990. Micro irrigation design manual. Fourth Edition. Edit. Hardie Industries. El Cajon, CA. Fourth Edition. P: 6-7.
- Camp C R, Lamm F R, Evans R G, and Phene C J. Subsurface drip irrigation – Past, Present, and Future. In Evans R G, Benham B L y Trooien. Editors. Proc 4th Decennial National Irrigation Symposium. Phoenix AZ. 2000: 363-372.
- Hutmacher, R.B., Mead, R.M., Phene, C.J., Clark, D., Shouse, P., Vail, S. S., Swain, R., VanGenuchten, M., Peters, M. S., Hawk, C. A., Donovan, T., and Jobes, J. (1992). Subsurface drip and furrow irrigation of Alfalfa in the Imperial Valley. Procc. 22nd California / Arizona Alfalfa symposium. University of California and University of Arizona Cooperative Extension. Heltville, California.
- Lamm F R, Manges H L, Stone L R, Khan A H, & Rogers D H. Water requirement of subsurface drip-irrigated corn in northwest Kansas. Transactions of the ASAE. 1995. 38 (2): 441-448. ASAE, St. Joseph, Michigan 49085.
- Mahbub ul Alam., T. Trooien., S. Stone and D. Rogers. 2002. Using subsurface drip irrigation for alfalfa. Journal of the American Water Resources. Vol. 38 p. 1715 – 1721.
- O'Brien D, Rogers D, Lamm F, Clark G. An economic comparison of subsurface drip and center pivot sprinkler irrigation system. Applied Engineering in Agriculture. 1998.14 (4): 391-398.

ESTRÉS HÍDRICO DEL MAÍZ INFERIDO A TRAVÉS DE LA TEMPERATURA DEL FOLLAJE

Elizabeth Gallegos Gutiérrez¹, Edmundo Castellanos Pérez¹,
Rafael Figueroa Viramontes¹ y Salvador Berúmen Padilla¹

¹Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango.
ecastellmx@yahoo.com.mx

INTRODUCCION

Para obtener buenos rendimientos a la cosecha es importante que la planta no sufra estrés hídrico ya que cuando se presenta este tipo de estrés, los estomas se cierran disminuyendo la transpiración, lo cual provoca que la fotosíntesis disminuya debido a una reducción en la tasa de asimilación de CO₂. La transpiración es un proceso que mantiene a las plantas en condiciones óptimas de temperatura para llevar a cabo sus funciones fisiológicas, las cuales generalmente alcanzan su máximo mayor después de aplicado el riego y luego van disminuyendo conforme la disponibilidad de agua en el suelo decrece. Al mismo tiempo, por lo que el calor latente perdido por evaporación se convierte en calor sensible. Este calor sensible puede ser usado a través de mediciones de temperaturas foliares para estimar indirectamente la tasa transpirativa de las plantas. Así mismo este proceso puede llevar a un estado de estrés hídrico a la planta, lo cual puede provocar efectos negativos sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo. Con la finalidad de saber si las plantas están en estrés hídrico entre riegos antes que presente un patrón visual, existen métodos para determinarlo como el de Idso *et al.* (1981a), que se basa en la temperatura de las hojas y el déficit de presión de vapor del aire. Atendiendo a lo anterior, se realizó un trabajo de investigación en la Facultad de Agricultura y Zootecnia con el siguiente objetivo: Desarrollar las relaciones que se necesitan para obtener un índice de estrés hídrico para el maíz (*Zea mays*) en la Comarca Lagunera, de acuerdo al método de Idso *et al.* (1981a).

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el campo agrícola de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, en las coordenadas 25° 46' 56" latitud Norte y 103° 21' 02" longitud Oeste. El clima es árido con lluvias principalmente en Verano y lluvia escasa en Invierno con un promedio anual de 200 mm. El promedio de la temperatura del mes mas frío es entre 10° y 20° C y el del mes mas caliente entre 20° C y 30° C (Medellín-Leal, 1982). El muestreo se llevó a cabo en un área de maíz de la variedad San Lorenzo en el ciclo de Verano del 2003.

Para determinar el índice de estrés hídrico del cultivo se siguió la técnica propuesta por Idso *et al.* (1981a). Para la línea inferior de este índice, se obtuvo una línea de regresión entre la diferencia de la temperatura de las hojas de maíz menos la temperatura del aire. El maíz se sembró en seco el 6 de Julio de 2003, irrigándose un día después cuya área fue de cinco ha, aplicándose tres riegos más de auxilio el 25 de Julio, 8 de Agosto y 5 de Septiembre.

Para obtener las relaciones requeridas en este método en el Verano, se establecieron cuatro parcelas de cinco surcos de 80 cm entre surcos por seis metros de largo, en las cuales las mediciones fueron llevadas a cabo un día después de los dos últimos riegos de auxilio, es decir el 9 de Agosto y 6 de Septiembre de 2003, muestreando a las 13:00 y 14:00 horas. En cada parcela se midió la temperatura de las hojas a diez plantas, con un termómetro infrarrojo Raynger ST (Raytek, Co.), y la temperatura del aire, cuyos datos se obtuvieron para determinar la línea inferior del método antes mencionado.

También se midió la humedad relativa del ambiente con un higrómetro (Hydrocheck), además de la altura a seis plantas por parcela.

Para obtener la línea superior se obtuvo la diferencia entre la temperatura del aire y el material sin transpirar, cuyo material fue fitomasa muerta, para la cual se secaron 10 plantas en pie de maíz al azar. A estas plantas se les midió cinco veces la temperatura de las hojas y se obtuvo una media para evitar pseudoreplicación.

Las líneas para detectar el estrés hídrico fueron encontradas para las fechas del 9 de Agosto y 6 de Septiembre de 2003 ya que para el segundo riego correspondiente al 25 de Julio la planta aun estaba muy pequeña. Con la finalidad de probar las líneas de detección del estrés hídrico se muestreo también cada semana después del 9 Agosto, siendo estas fechas el 16, 23, y 29 de Agosto, y después del 6 de Septiembre se muestreo en las fechas del 12 y 27 de Septiembre, así como el 4 de Octubre de 2003, con $n = 80$ para cada fecha.

Para tener más información en la línea superior de la Figura 1 del 9 de Agosto, es decir la de las plantas sin transpirar se tomaron muestras los días 16, 27 y 29 de Agosto ($n = 78$), y para al 6 de Septiembre (Figura 2), solo se graficaron los datos obtenidos de esta fecha ($n = 37$). También la temperatura del ambiente ($n = 1$), la humedad relativa ($n = 1$) fueron medida en cada planta sin transpirar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las líneas para la detección de estrés hídrico para el ciclo de Verano son mostradas en la Figuras 1 y 2. Como se mencionó anteriormente, la línea inferior es la diferencia de la temperatura de las hojas de maíz menos la temperatura del aire en grados centígrados (variable

dependiente) y el déficit de presión de vapor del aire (variable independiente), el cual es la diferencia entre la temperatura del aire y temperatura del material sin transpirar. En este ciclo fue medida la temperatura de las hojas un día después de aplicado el riego los días 9 de Agosto y 6 de Septiembre donde fueron encontradas sus líneas inferiores y superiores respectivamente. En la Figura 1, correspondiente al 9 de Agosto, en la línea inferior el valor de la pendiente de la línea de regresión (β_1) fue de - 1.90, con $R^2 = 0.927$, $n = 345$. En la línea superior para obtener la pendiente más cercana a cero en esta Figura 1, se incluyeron los datos obtenidos de la diferencia de la temperatura del aire y el material sin transpirar a las 13:00 y 14:00 h de los días 16, 23 y 29 de Agosto ($n = 345$).

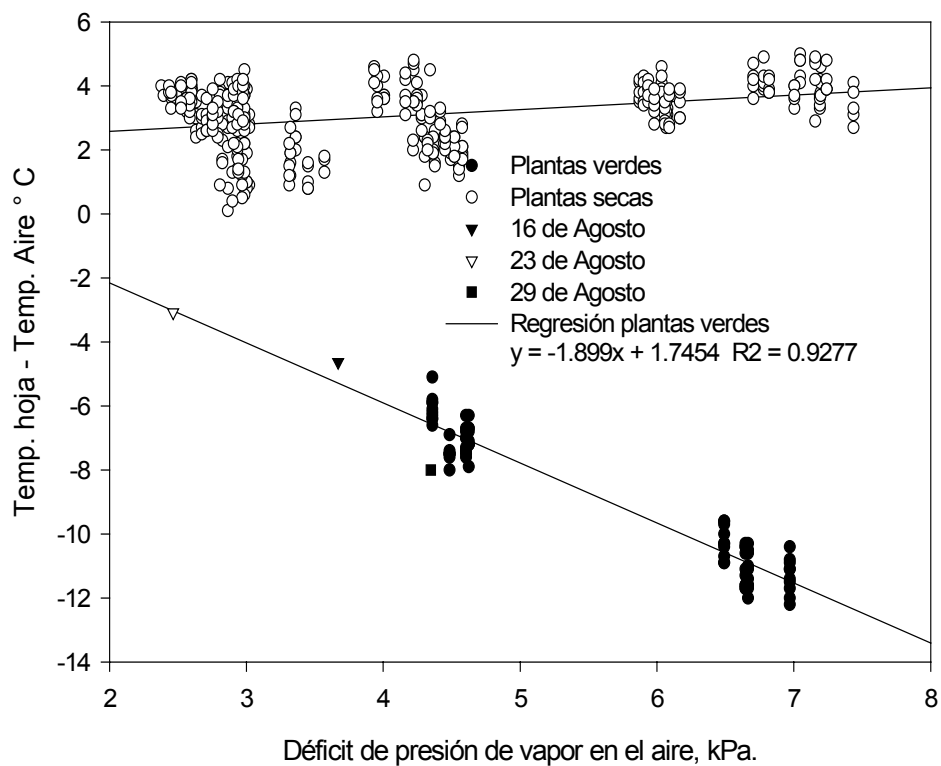


Figura 1. Relaciones entre la temperatura de las hojas menos la temperatura del aire ($T_h - T_a$) y déficit de presión de vapor del aire (DPV) en maíz, en el muestreo del 9 de Agosto. Venecia, Dgo. 2003.

El 6 de Septiembre (Figura 2), para obtener la ecuación de la línea inferior, se analizaron los datos obtenidos de la diferencia de la temperatura de las hojas menos la temperatura del aire a las 13:00 y 14:00 h del muestreo correspondiente al 6 de Septiembre ($n = 37$). Para la línea inferior se obtuvo un coeficiente de determinación $R^2 = 0.693$ y una pendiente de -0.84. Para la línea superior se graficaron los datos de la diferencia de la temperatura del aire y el

material sin transpirar a las 13:00 y 14:00 h de la misma fecha (n = 77).

Una vez obtenidas las líneas del estrés hídrico para el 9 de Agosto y 6 de Septiembre, se tomó la información de muestreos realizados sin que hubiera irrigación previa el día anterior con la finalidad de ubicar sus medias en las Figuras 2 y 3, y de esta manera determinar si estaba bajo estrés hídrico ó no de acuerdo a esta metodología. En la Figura 1, una vez que se obtuvieron sus líneas con la información del 9 de Agosto, se ubicaron las medias de (DPV, Th - Ta) de las fechas 16, 23 y 29 de Agosto.

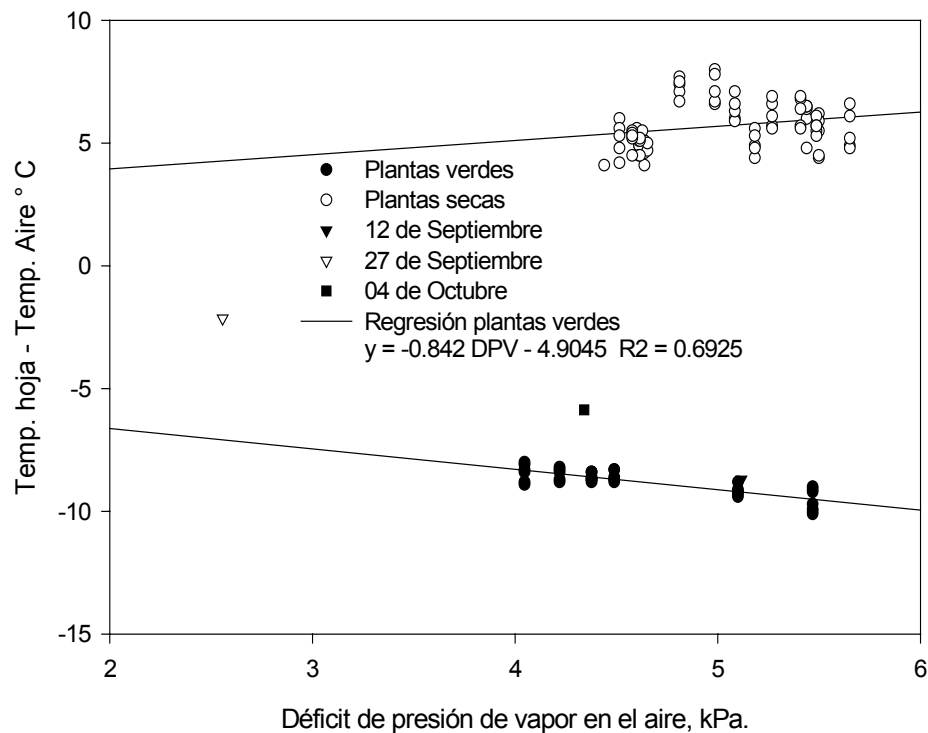


Figura 2. Relaciones entre la temperatura de las hojas menos la temperatura del aire (Th - Ta) y déficit de presión de vapor del aire (DPV) en maíz, el 6 de Septiembre. Venecia, Dgo., 2003

Para determinar el índice de estrés hídrico, se obtuvo la media del déficit de presión de vapor del aire (DPV) de las fechas mencionadas y fue anotado en el eje de las "x", la diferencia de la temperatura foliar y la temperatura del aire (Th - Ta) se anotó en el eje de las "y". Así, desde el punto (DPV, Th - Ta) se buscó la intersección con la línea inferior siendo la línea paralela al eje "y", cuya recta recibe el nombre de *a*. Después se buscó otra recta llamada *b*, la cual también es paralela al eje de las "y" iniciando en la línea superior pasando por el punto (DPV, Th-Ta), y terminando en la línea inferior en el mismo punto donde termina la recta *a* (Sammis 1996, Tubalieh *et al.* 1986).

Como se observa en la Figura 1, sólo en la fecha del 16 de Agosto el punto (DPV, Th-Ta) esta dentro del área comprendida entre la línea inferior y la superior. Por eso solo se calculó el estrés hídrico de esta fecha, obteniéndose un valor de 0.0674. Donde a , se calculó de la manera siguiente (Idso *et al.* 1981a):

Para determinar el índice de estrés en las fechas del 12, 27 de Septiembre y 04 de Octubre, se siguió la técnica mencionada anteriormente, usando la grafica del 6 de Septiembre donde en esta figura (Figura 2) los valores de la proporción fueron a/b 0.0341, 0.3852 para el 12 y 27 de Septiembre respectivamente, y 0.1886 para el 04 de Octubre. Para el riego del 8 de Agosto y muestreo al siguiente día, la humedad fue del 40.5 %, ligeramente inferior a los riegos de auxilio de Primavera, porque disminuyó al 28.8 % el 16 de Agosto, luego a 22.3 % el 23 de Agosto y se presentó una humedad de 26.2 % el 29 de Agosto.

En el muestreo del 6 de Septiembre un día después de aplicado el riego, la humedad fue de 40.06 %. Una semana después, el 12 de Septiembre, disminuye a 30.19 %. El 27 de Septiembre baja la humedad en el suelo a 26.30 %. Al final del estudio la humedad fue de 21.38 %. Es notoria la aglomeración de los datos observados para la obtención de las líneas. Además en la del material sin transpirar aparece una ligera pendiente. Esta aglomeración es debido a las condiciones de la temperatura de la hoja y humedad relativa del ambiente que imperaron en los muestreos. Para cubrir estos espacios se recomienda medir en diferente hora para tratar de llenarlos, o bien en más periodos de estudio.

Una ligera pendiente es observada en las plantas sin transpirar y la información reunida para obtener las dos líneas, todo los datos observados estuvieron por arriba de los 4 kPa en el DPV. Para el 27 de Septiembre las plantas necesitaran agua ya que el índice fue 0.385 y a pesar de que el agua no fue aplicada, para el 4 de Octubre este índice fue de 0.1886, lo que nos indica la variabilidad de los resultados. Sin embargo, ambos índices estuvieron por arriba de 0.15 (Sammis, 1996), por lo que es importante para futuros trabajos analizar como el maíz responde cuando sus índices son encontrados por arriba de este valor.

Los valores encontrados para R^2 de 0.928 para el 9 de Agosto y 0.693 para el 6 de Septiembre, presentan variabilidad parecida a los encontrados por Tubaileh *et al.* (1986) donde reportan valores de R^2 de 0.90 y 0.75 para la línea inferior para la avena (*Avena sativa*) en Las Cruces, N.M., USA. Para la alfalfa, Idso *et al.* (1981b) reportan valores de $R^2 = 0.953$ lo que indica poca variabilidad al relacionar la diferencia de temperaturas entre el follaje y el aire con respecto al déficit de presión de vapor del aire. Asimismo, con muy poca variabilidad, la línea inferior de transpiración potencial encontrada para algodón en Arizona por Idso y Reginato (1982) reportan una R^2 de 0.98 con una ecuación de $y = 2.0 - 2.24X$.

CONCLUSIONES

En las tres mediciones de una, dos y tres semanas después del riego del 8 de Agosto, solo la fecha del 16 de Agosto estuvo por encima de la línea inferior, esto es, la diferencia de las hojas menos la del aire fue menor que la predicha por la ecuación, sin embargo el valor a/b resultó menor a 0.15 por lo que la planta no requirió agua. Para los tres muestreos posteriores al 5 de Septiembre, con una semana, tres y cuatro semanas después de aplicado el riego, todas las diferencias de la temperatura foliar menos la temperatura del aire estuvieron por encima de la predicha de la línea inferior. La relación a/b del 12 de Septiembre estuvo debajo de 0.15, no siendo así la del 27 de Septiembre y el 4 de Octubre, donde la planta ya requirió agua de acuerdo a los índices encontrados. Se encontró variabilidad en los resultados de los muestreos cuando las plantas ya no estuvieron a transpiración potencial.

BIBLIOGRAFÍA

- Idso, S.B., R.D. Jackson, P.J. Pinter, Jr., R.J. Reginato, and J.L. Hatfield. 1981a. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agric. Meteorol.* 24:45-55.
- Idso, S.B., R.J. Reginato, R.D. Jackson and P.J. Pinter, Jr. 1981b. Foliage and air temperatures: evidence for a dynamic "equivalence point". *Agric. Meteorol.* 24:223-226.
- Medellin-Leal, F. 1982. The Chihuahuan Desert. In: Reference Handbook on the Deserts of North America. G. L. Bender (ed). Greenwood Press. London England. Pp 321-372.
- Sammis, T.W. 2004. Crop Water Stress Index. [En Internet]. Diciembre de 1996.
Disponible en: http://weather.mnsu.edu/Teaching_Material/soil_698/psych.html
- Tubalieh, A.S., T.W. Sammis, and D.G. Lugg. 1986. Utilization of thermal infrared thermometry for detection of water stress in spring barley. *Agricultural Water Management* 12:75-86.

**COSTO ECONÓMICO DEL CONTROL DEL GATUÑO (*Mimosa biuncifera*)
A DIFERENTES DENSIDADES Y COBERTURA AÉREA****Edmundo Castellanos Pérez¹, Jesús J. Quiñones Vera¹,
C. Manuel Valencia Castro¹ y Juan J. Martínez Ríos¹**¹Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad
Juárez del Estado de Durangoecastellmx@yahoo.com.mx**INTRODUCCIÓN**

La interrupción del flujo de energía o del ciclo de nutrientes en un ecosistema puede proveer una oportunidad para especies consideradas indeseables para establecerse. Su papel en el flujo de energía como en el ciclo de nutrientes puede ser bastante diferente del de las especies asociadas generalmente con el ecosistema (Joyce et al. 1999). Cuando se hace un manejo inapropiado del pastoreo induce a que una invasión de plantas leñosas se presente en los pastizales (Ruthven III y Krakauer, 2004). En Israel cuando el pastoreo fue excluido por ley de reservas naturales de la región del Mediterráneo, la recuperación de la vegetación leñosa fue rápida y extensiva, con desarrollo de áreas densas de matorrales con el decline de la diversidad de especies, especialmente de herbáceas y decline de forraje para el ganado doméstico y la fauna silvestre. Esto resultó también en peligro latente para la ocurrencia de fuego debido a la acumulación de biomasa leñosa (Perevolotsky 1999). Debido a que el gatuño es un arbusto con espinas en forma de púas, lo cual hace imposible que sea ramoneado, el objetivo es evaluar el costo económico del control de este arbusto a nivel agostadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se está llevando a cabo en un pastizal dominado por navajita azul (*Bouteloua gracilis*) e invadido por gatuño en la Colonia Cieneguilla, Mpio. de Hidalgo, Dgo. Se localiza en el paralelo 25° 39' 30" latitud norte y el meridiano 104° 40' 10" longitud Oeste.

Todo el agostadero, el cual está dividido en ocho potreros, fue tratado con el rodillo aereador en 2002, lo cual quebró la biomasa aérea del arbusto pero éste pronto rebrotó de la base en 2003. En Junio de 2003 se establecieron parcelas de 20 x 40 m para estimar el control del gatuño probándose el control mecánico con el implemento llamado 'cola de pescado' y el control químico con tres dosis del herbicida tordon 101 (Castellanos et al. 2004). Usando los resultados del control de los arbustos en las parcelas se procedió a usar la dosis intermedia del herbicida (1.67 l por cada 100 l de agua) para controlar el gatuño en los potreros. En la figura 1 se muestran los cuatro potreros bajo estudio: El sentido de la pendiente va del potrero uno a l potrero cuatro, con una pendiente del 1 al 8 %. Se inició el control en el potrero tres en 50 ha de

Octubre 15 a Diciembre 15 de 2003 aplicando el herbicida con aspersora manual. Para 2004 del 12 de Abril al 17 de Septiembre se controlaron los arbustos del potrero dos, y del 11 de Mayo al 13 de Agosto de 2005 los arbustos del potrero uno. En éste potrero se cortó previamente la biomasa aérea del gatuño arriba del ras del suelo unos 10 a 15 cm con una 'desvaradora' del 23 de Marzo al 16 de Mayo de 2005. La aplicación del herbicida en este potrero se realizó hasta que los arbustos tuvieron rebrotes nuevos con al menos 20 cm de altura y 20 cm de diámetro mayor de la copa. El 31 de Julio de 2005 se midió densidad y cobertura de los arbustos en los potreros. Para el potrero uno y dos no hubo problema para el conteo y las mediciones ya que las plantas aún estaban en pie y con la cobertura leñosa aún intacta. En el potrero tres las estimaciones de densidad, altura y cobertura aérea se hicieron del área que no ha sido tratada con herbicida. La densidad en los potreros uno y dos fue medida con un círculo de radio de 3 m con $n = 7$ en el potrero uno y $n = 6$ en el potrero dos. Debido a la densidad menor en los potreros tres y cuatro se usó un círculo de radio de 5 m y $n = 6$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El control del gatuño a escala del agostadero, el cual tiene un área total de 1000 ha incluyendo 10 ha sembradas con zacate navajita y 14 ha que se han dejado abandonadas al cultivo, se inició en una parte del potrero tres (se controlaron 50 ha de un total de 125 ha) cuya densidad era de las más bajas, 848.8 ± 311 plantas ha^{-1} , comparado con los potreros uno y dos que tuvieron densidades de 4901 ± 652 y 2298.9 ± 805 plantas de gatuño ha^{-1} , respectivamente, Figura 2. En este potrero se aplicaron 28 cajas de herbicida, el costo por caja fue de \$1500 pesos m/n con 12 litros, y 52 jornales a \$140 pesos m/n el jornal, lo cual nos da un costo total para controlar los arbustos de \$49280 pesos m/n ($\985.6 pesos ha^{-1} , \$1.161 pesos por arbusto). En el potrero dos el costo total del control de las 125 ha fue de \$153100 pesos m/n, con 75 cajas de herbicida empleadas y 290 jornales ($\$1224.8$ pesos ha^{-1} y \$0.533 pesos por arbusto).

El incremento del costo por ha debido al aumento de la densidad de los arbustos, hizo buscar una vía para reducir los costos, ya que el potrero uno es el que presentó más densidad de plantas de los potreros mostrados en este trabajo. Se tomó la iniciativa de 'desvarar' el arbusto para reducir su biomasa aérea para disminuir la cantidad de herbicida aplicado y consecuentemente los jornales usados para la aplicación. Como mencionado anteriormente, después del 'desvare' un tiempo fue esperado hasta que la planta tuviera rebrotes nuevos de una altura mayor a los 20 cm y un diámetro de copa también mayor a los 20 cm, lo cual explica el porqué en el potrero uno las plantas presentaron menor altura (36.5 ± 1.2 cm) y menores

diámetros de copa aérea (58.6 ± 2.4 y 43.8 ± 2.2 cm del diámetro uno y del diámetro dos, respectivamente) que los potreros restantes (figura 2). Se necesitaron 301 horas para ‘desvarar’ el potrero, a \$100 pesos la hora, \$30100 pesos m/n para ‘desvare’, se usaron 19 cajas de herbicida, \$28500, y 258 jornales, \$36120 pesos, para un total de \$94720 pesos m/n ($\947.2 pesos ha^{-1} , \$0.193 pesos por arbusto).

Referente a los potreros dos y tres que se controlaron sólo con el herbicida, el costo mayor por arbusto en el potrero tres, se debe en gran medida a que la persona que aplica el herbicida al arbusto gasta más tiempo caminando para localizar al arbusto a controlar.

El ‘desvare’ mostró ser de gran ayuda para bajar los costos de control de gatuño, ya que fue el potrero uno el que mostró menos costo por ha a pesar de tener la más alta densidad de arbustos, consecuentemente tuvo el costo más bajo la combinación de ‘desvare’ con la aplicación de herbicida por arbusto en el control de la planta en cuestión. Esto es explicado porque menor cantidad de herbicida fue necesitada para ‘empapar’ la biomasa aérea, sin embargo creemos que esta menor cantidad aplicada puede hacer el mismo efecto que la cantidad aplicada a arbustos sin ‘desvarar’, porque tiene una actividad de crecimiento mayor para reponer su tejido fotosintético lo que lo hace estar más vulnerable por usar sus carbohidratos de reserva, y el herbicida es una auxina sintética que a altas concentraciones causa crecimiento no coordinado y eventualmente la muerte de la planta (Whitacre y Ware 2004).

Esta combinación de ‘desvare’ y aplicación de herbicida se sigue usando en otro potrero con 125 ha, no mostrado aquí en la figura 1, en el cual se piensa terminar de aplicar el herbicida a fines de octubre de 2005. Para 2006 en un potrero con similitud de densidad de arbustos del potrero dos (125 ha) se tiene proyectado ‘desvarar’ y luego aplicar herbicida.

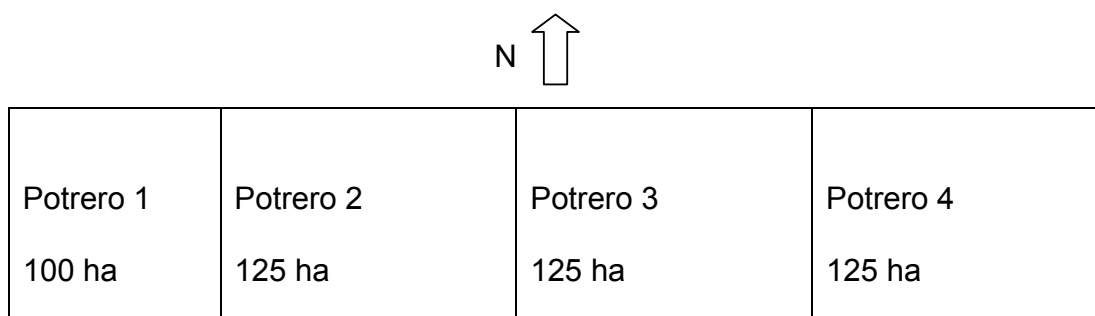


Figura 1. Localización de los potreros muestreados en el predio Cieneguilla, Mpio. de Hidalgo Dgo.

En el potrero cuatro, como es mostrado en la figura 2, no hubo necesidad de controlar el arbusto ya que su densidad es muy baja.

Esta baja densidad de arbustos puede ser una pregunta abierta ya que los bancos de semillas no son distribuidos uniformemente a través del paisaje. La distribución de los agregados de bancos de semillas ocurre a través de escalas diversas, la deposición de las semillas cerca de las plantas padre determina una escala de agregación, y la distribución de semillas a distancias más largas por el viento y el movimiento del agua determina la distribución de los agregados a escala más grande (Saltz et al. 1999). En base a esta aseveración, el viento y el movimiento del agua parece que no tienen mucha influencia en la dispersión de esta semilla para llegar a este potrero. Sin embargo, se debe tener especial cuidado en labores de mantener bajas densidades del gatuño ya que las plantas leñosas tienen alta producción de semillas, la semilla persiste en el suelo por muchos años, tienen habilidad para rebrotar rápido después de la remoción de la biomasa aérea (lo cual en este estudio fue atacado con la aplicación del herbicida), tolerancia a bajos niveles de agua y nutrientes, y baja palatabilidad (Archer et al. 1999).

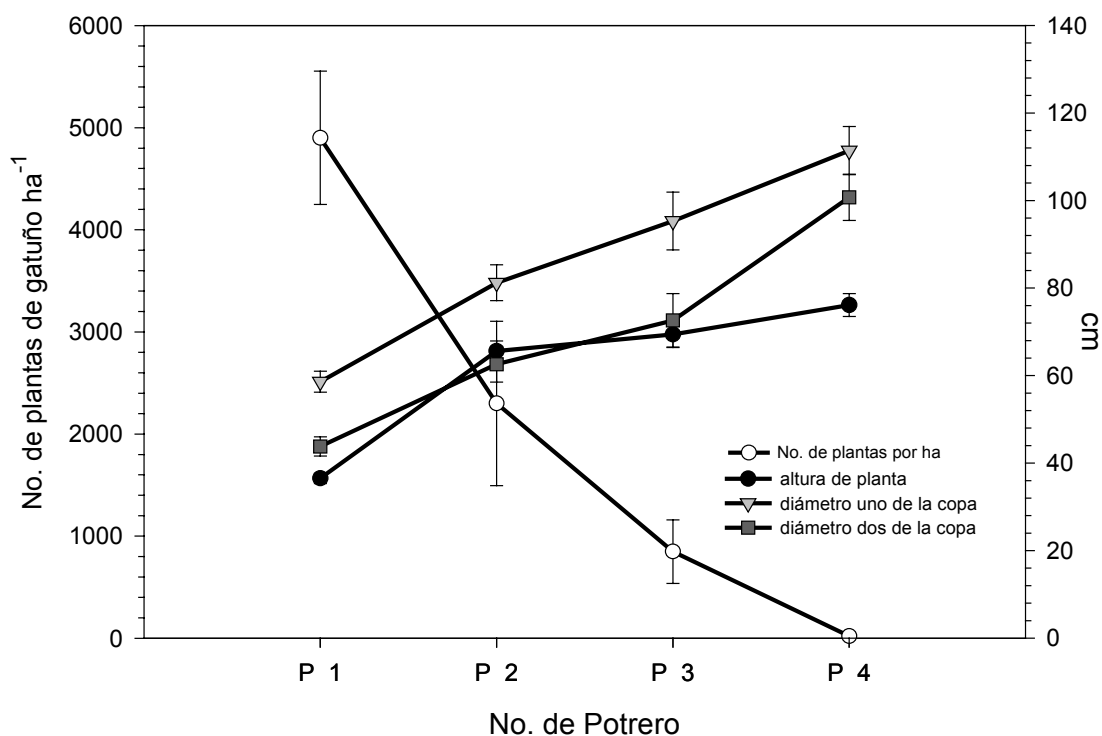


Figura 2. Densidad de plantas por potrero, altura, diámetro uno y diámetro dos de la copa de plantas de gatuño en el predio Cieneguilla en 2005.

BIBLIOGRAFIA

- Archer S, W. Mackay, J. Mott, S.E. Nicholson, M. Pando Moreno, M.L. Rosenzweig, N.G. Seeligman, N.E. West, and J. Williams. 1999. Arid and semiarid land community dynamics in a management context. In: *Arid Lands Management. Toward Ecological Sustainability*. T. W. Hoekstra and M. Shachk, eds. University of Illinois Press. pp. 48-74.
- Castellanos Pérez E., J. J. Quiñones Vera, C.M. Valencia Castro, J. J. Martínez Ríos, I. Guillén Gamez. 2004. Control del gatuño (*Mimosa biuncifera*) en un pastizal mediano abierto en Durango. Memoria de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo. pp. 638-641.
- Joyce, L.A., J.J. Landsberg, M. Stafford Smith, J. Ben-Asher, J.R. Cavazos Doria, K. Lajtha, G.E. Likens, A. Perevolotsky, and U.N. Safriel. 1999. Ecosystem-level consequences and management options. In: *Arid Lands Management. Toward Ecological Sustainability*. T. W. Hoekstra and M. Shachk, eds. University of Illinois Press. pp. 97-116.
- Perevolotsky A. 1999. Natural conservation, reclamation, and livestock grazing in the northern Negev: Contradictory or complementary concepts? In: *Arid Lands Management. Toward Ecological Sustainability*. T. W. Hoekstra and M. Shachk, eds. University of Illinois Press. pp.223-232.
- Ruthven III, D.C., and K.L. Krakauer. 2004. Vegetation response of a mesquite-mixed brush community to aeration. *J. Range Manage.* 57:34-40.
- Saltz, D., M. Shachak, M. Caldwell, S. T.A. Pickett, J. Dawson, H. Tsoar, Y. Yom-Tov, M. Weltz, and R. Farrow. 1999. The study and management of dryland population systems. In: *Arid Lands Management. Toward Ecological Sustainability*. T. W. Hoekstra and M. Shachk, eds. University of Illinois Press. pp. 75-96.
- Whitacre D.M. and G.W. Ware. 2004. An introduction to herbicides, In: E. B. Radcliffe and W. D. Hutchison [eds.], *Radcliffe's IPM World Textbook*, URL: <http://ipmworld.umn.edu>, University of Minnesota, St. Paul, MN.

CINETICA DE LA DEGRADACION RUMINAL *IN SITU* DEL FORRAJE CONSUMIDO POR BOVINOS EN UN PASTIZAL MEDIANO ARBOSUFRUTESCENTE EN CUATRO ESTACIONES DEL AÑO

Reyes Estrada Osvaldo¹, Manuel Murillo Ortiz¹, Arturo S Juárez Reyes¹, Andrea Cerrillo Soto¹, Gumaro Nevarez Carrasco¹ y Esperanza Herrera Torres¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UJED. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5. Tel: 8-10-07-03

INTRODUCCIÓN

En el estado de Durango se destinan 6.5 millones de hectáreas a la actividad ganadera y cuenta con un 1,397,425 cabezas de ganado bovino (INEGI, 2003), de las cuales mas del 50% se encuentran en los valles centrales del estado (SEDEEC, 2004). A pesar de la existencia de las condiciones antes mencionadas, se presenta un descenso en la productividad en la mayor parte de los hatos ganaderos del estado y éste se debe en gran parte a problemas en la nutrición del ganado.

Una alternativa para contrarrestar la crisis nutricional particularmente del ganado bovino en libre pastoreo es la suplementación alimenticia (Gutierrez, 1991). Las investigaciones mas recientes sobre la suplementación del ganado bovino en libre pastoreo, indican que para diseñar programas estratégicos de suplementación alimenticia es necesario conocer la degradabilidad ruminal del forraje consumido por el ganado (Villalobos, 2000).

En base a lo anteriormente mencionado, el objetivo de este trabajo de investigación fue determinar la degradación ruminal del forraje consumido por bovinos en libre pastoreo durante las cuatro estaciones del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en el municipio de Durango, en un agostadero con vegetación clasificada como pastizal mediano arbosufrutescente en lomeríos del malpaís (COTECOCA, 1979). La región se encuentra a una altitud de 1800 msnm y presenta una temperatura y una precipitación pluvial media anual de 17.5°C y 450 mm, respectivamente (INEGI, 2003).

Procedimiento de muestreo

Para la obtención de las muestras del forraje consumido por el ganado, se utilizaron 4 novillos fistulados de esófago de aproximadamente 320 kg de PV (Holecheck *et al.*, 1982). Los muestreos se realizaron por la mañana (7:30 am), durante cuatro días consecutivos y con una

duración de 45 minutos, en dos ocasiones por estación del año (Karn, 2000).

Determinación de la degradabilidad *in situ* de la dieta

Para la determinación de la degradabilidad *in situ* se utilizaron dos vaquillas fistuladas del rumen de aproximadamente 350 kg de PV, mantenidas en confinamiento y alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso. Para ser extraídas del rumen al mismo tiempo y lavarse en las mismas condiciones experimentales, las bolsas se incubaron en orden inverso a intervalos de 0, 3, 6, 9, 15, 24, 36, 48, 72 y 96 horas (Orskov y McDonald 1979). Una vez extraídas las bolsas del rumen se lavaron con agua común hasta la obtención de agua clara (Murillo, 1998).

Enseguida se secaron a 55°C durante 48 h en una estufa de aire forzado y se pesaron para determinar el residuo seco. A los residuos obtenidos después de cada periodo de incubación se les determino materia seca (AOAC, 1994).

Análisis estadístico

Las curvas de degradabilidad ruminal del forraje consumido se ajustaron al modelo no lineal propuesto por Orskov y McDonald (1979): $Y = a + b(1 - e^{-ct})$. Donde: **Y** es la degradación en función del tiempo (t); **a** es la fracción soluble; **b** es la fracción potencialmente degradable; **c** es la tasa constante de degradación. Por medio de **a+b** se estimó la degradabilidad potencial (DP). También, se estimó la degradabilidad efectiva (**DE**) con el siguiente modelo: $DE = a + b * c / (c + k)$; donde **a**, **b** y **c** son los parámetros definidos anteriormente y **K** es la tasa de pasaje ruminal. Se utilizaron **K** de 5.0, 4.0, 3.0 y 2.0 %/h para las estaciones de verano, primavera, otoño e invierno, respectivamente (Carro *et al.*, 1994). Los valores individuales de **a**, **b**, **c**, **DP** y **DE** fueron sometidos a un análisis de la varianza para un diseño de bloques completos al azar (Hicks y Turner, 1999). Para correr el modelo exponencial de Orskov y McDonald (1979), se utilizó el procedimiento NLIN del SAS (1998) y para el análisis de la varianza el procedimiento GLM del SAS (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros de degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca de la dieta consumida

En el cuadro 1 se muestran los parámetros obtenidos de la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca de la dieta consumida por el ganado en las cuatro estaciones del año evaluadas. No se observaron diferencias en la fracción soluble (**a**) entre las cuatro estaciones evaluadas ($P > 0.05$). El valor mas alto de “**a**” correspondió a la primavera (23.0 %) y el mas bajo al invierno (19.2 %). No se observaron diferencias en la fracción potencialmente degradable (**b**) entre la primavera, el otoño y el invierno ($P > 0.05$), pero fueron diferentes al verano ($P < 0.05$). El valor mas alto de “**b**” se observó en el verano (68.0 %) y el mas bajo en la primavera (59.3

%). Estas diferencias pueden explicarse a partir de la composición química de la dieta consumida, puesto que en el verano, la dieta consumida por el ganado fue de mejor calidad nutritiva que la dieta seleccionada por el ganado en la primavera, el otoño y el invierno (Olson, *et al.*, 1994). Por lo que respecta a la tasa constante de degradación (**c**), se observaron diferencias entre estaciones ($P < 0.05$). El valor mas alto correspondió al verano (5.7 %/h) y el mas bajo (1.6 %/h) al invierno.

Cuadro 1. Parámetros de degradabilidad *in situ* de la materia seca de la dieta de bovinos en un pastizal mediano arbosufrutescente

| | Estaciones | | | | eem |
|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| | Primavera | Verano | Otoño | Invierno | |
| a (%) | 23.0 ^a | 20.9 ^a | 19.4 ^a | 19.2 ^a | .010 |
| b (%) | 59.3 ^a | 68.0 ^b | 57.9 ^a | 59.9 ^a | .043 |
| c (%/h) | 4.3 ^a | 5.7 ^b | 2.5 ^c | 1.6 ^d | .019 |
| DP (%) | 82.3 ^a | 88.9 ^b | 77.4 ^c | 79.2 ^c | .045 |
| DE (%) | 41.1 ^a | 47.1 ^b | 35.1 ^c | 26.3 ^d | .023 |

^{abcd}Medias con la misma literal son iguales ($P > 0.05$)

eem= Error estándar de la diferencia entre medias

Se observaron diferencias en la degradabilidad potencial (**DP**) en la primavera y el verano ($P > 0.05$); pero fueron diferentes a la **DP** del otoño y el invierno ($P < 0.05$). La **DP** del otoño y el invierno fueron iguales ($P > 0.05$). El valor de **DP** mas alto correspondió al verano (88.9 %) y el mas bajo al otoño (77.4 %). En un estudio realizado por Villalobos *et al.*, (1986) no se encontraron diferencias en la DP de la dieta consumida por el ganado en un pastizal Halofito entre estaciones del año. En relación con la degradabilidad efectiva (**DE**), se observaron diferencias entre las cuatro estaciones del año evaluadas ($P < 0.05$). El valor mas alto correspondió al verano (47.1 %) y el mas bajo al invierno (26.3 %). Álvarez (2003), al evaluar durante dos años consecutivos la degradabilidad de la materia seca de la dieta consumida por ganado caprino en libre pastoreo, encontró diferencias en los parámetros **a**, **b** y **c** así como en **DP** y **DE** entre la época seca y de lluvia.

CONCLUSIONES

Los recientes sistemas de alimentación de rumiantes que se están proponiendo en diferentes partes del mundo, requieren para su aplicación del conocimiento de las características de degradación de los forrajes tanto cultivados como nativos. En nuestro país, los trabajos de investigación tendientes a evaluar las características de degradación ruminal del

forraje consumido por rumiantes en libre pastoreo son escasos y como consecuencia, la aplicación de estos sistemas es limitada. No obstante, los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten concluir, por un lado, que la cinética de la degradación ruminal *in situ* el forraje consumido por el ganado en libre pastoreo es un buen estimador de la calidad nutritiva del forraje consumido por el ganado a través de año y por otro se constituyen en una posibilidad para aplicarlos en los actuales sistemas de alimentación de rumiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez G. R. A. 2003. Degradabilidad *in situ* de la materia seca del forraje consumido por caprinos en un matorral mediano subespinoso durante dos años consecutivos. Tesis de Maestría. DEP-FMVZ-UJED.
- AOAC, 1994. Official Methods of Analysis (15th Ed.) Association of Official Analytical Chemist. Washington.
- Carro M. D., López S., Gonzáles J. S. and Ovejero F. J. 1994. Comparison of laboratory methods for predicting digestibility of hay in sheep. *Small Rum. Res.* 14:9
- COTECOCA. 1979. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero. Editorial Calypso. SARH. Durango, México.
- Gutiérrez J. L. 1991. Nutrición de Rumiantes en Pastoreo. Colección de Textos Universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.
- Hicks C. R. and Turner. 1999. Fundamental Concepts in the Design of Experiments. Oxford University Press. p 223
- Holecheck, J. L., M. Vavra and R. D. Pieper. 1982. Methods for determining the nutritive quality of range ruminants diets: A review. *J. Anima. Sci.* 54: 363-378.
- INEGI. 2003. Anuario Estadístico Durango. México
- Karn, J. F. 2000. Supplementation of yearling steers grazing northern great plains
- Murillo O. M. 1998. Importancia de la degradación ruminal de la proteína y de la materia orgánica en la nutrición de los rumiantes en libre pastoreo. Apuntes. FMVZ-UJED.
- Olson K.C., Caton J.S., Kirby D.R. and Norton P.L. 1994. Influence of yeast culture supplementation and advancing season on steers grazing mixed-grass prairie in the northern great plains: I. Dietary composition, Intake, and In situ nutrient disappearance. *J. Anim. Sci.* 72:2149-2157
- Orskov E. R. and McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weigh according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Cambr.* 92:499
- SAS 1998. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst, Inc Cary, NC.
- SEDEEC. 2004. Durango Competitivo 2020. Secretaria de Desarrollo Económico. Gobierno del Estado de Durango 1998-2004.
- Villalobos, V. G., Gutiérrez A. J. L. y Toca, R. J. A. 1986. Variación anual de la composición química de la dieta de vaquillas en un pastizal Halófito. Memorias II Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. Saltillo (Coah). p 226
- Villalobos G. C., González V. E. y 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. *Técnica Pecu. Méx.* 38(2)119-134

RESPUESTA DE LA VACUNA Rev.-1 DE *Brucella melitensis* EN REBAÑOS CAPRINOS DE TLAHUALILO, DGO. MÉXICO

Ricardo Montañez Machado^{***1}, Edmundo Castellanos Pérez¹,
Celso-Manuel Valencia Castro¹, Jesús-José Quiñónez Vera¹
rslekpre@yahoo.com.mx

¹Facultad de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango
A.P. 1-142 Gómez Palacio. Dgo

INTRODUCCIÓN

La brucelosis se puede prevenir mediante vacunación; en México, Caprinos y ovinos se inmunizan con *Brucella melitensis* cepa Rev-1. La vacuna brinda una efectiva inmunidad a lo largo de la vida productiva. Existen dos presentaciones que dependen de la cantidad de microorganismos contenidos en cada una de las dosis.

Para las cabritas de 3-4 meses de edad cada dosis contiene $1-2 \times 10^9$ Unidades Formadoras de Células (UFC). En hembras adultas, aún gestantes, se utiliza la llamada dosis "reducida" que contiene 1×10^5 UFC), La cuál no causa aborto en hembras gestantes. (Alton.1972).

El municipio de tlahualilo se localiza enclavado en el semidesierto del norte de México y cuenta con 57 núcleos agrarios (Ejido). INEGI. 2005. en donde se desarrolla la caprino cultura que en su mayoría de los rebaños funcionan con un sistema de producción extensiva, donde las explotaciones se caracterizan por ser rústicas y con serios problemas sanitarios, de los cuales uno de los más comunes es la brucelosis. Uno de los principales objetivos en el control de la enfermedad se basa en dos pilares básicos: el diagnóstico de los animales infectados y la prevención de los animales expuestos a través de la vacunación.

Objetivo determinar la eficiencia de la vacuna contra brucelosis en dosis reducida Para la inmunización en el ganado caprino (Cabras adultas).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Estudio.

El presente trabajo se llevó a cabo en dos hatos caprinos ubicados en el Municipio de Tlahualilo, Dgo. México propiedad de productores de las siguientes comunidades:

- 1) Banco nacional. $25^{\circ} 52' 25''$ Latitud norte $103^{\circ} 21' 22''$ de longitud oeste
- 2) Independencia $25^{\circ} 51' 20''$ Latitud norte $103^{\circ} 25' 09''$ de longitud oeste

METODOLOGÍA

Se efectuó un inventario general de los dos hatos, tomando en cuenta características como. Raza, o Cruzamientos, Edad, número de partos, Hembras Vacías, Hembras gestantes, Numero de Cabritos hembras, numero de sementales.

Posteriormente a todos los animales se les practico la prueba para detectar la brucelosis. En base a estos resultados se eliminaron nueve cabras en el ejido Banco nacional y once en la localidad de Independencia, que resultaron positivas.

De las cabras adultas y jóvenes que resultaron negativas en ambos hatos, se sortearon en forma aleatoria para formar los tratamientos.

La identificación de los animales se llevó a cabo por medio de aretes y tatuajes en ambas orejas, de acuerdo al tratamiento a que se le asigno al azar, en ambos hatos. Los grupos fueron los siguientes:

- **13 cabras adultas vacunadas** con *Brucella melitensis* Rev-1 en dosis reducida 1×10^5 Unidades formadoras de células. (UFC) Aplicación 2 ml. En forma subcutánea.
- **13 cabras** que formaron el grupo testigo.

Los Animales se sangraron a los 30, 60, 100, y 150 días post vacunación, Las muestras de cada Período y de cada hato fueron analizadas, por medio de las pruebas de Aglutinación en tarjeta y seroaglutinacion en tubo con Rosa de Bengala .

Con Antígeno de Concentración al 3 %. (Alton y Jones.1975.) el análisis de los datos se efectuó con el sistema de análisis estadístico SAS. (Análisis de un cuadro 2x2 Chi square.)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS EXPRESADOS EN PORCENTAJE DE CABRAS POSITIVAS Y NEGATIVAS A LA PRUEBA SEROLOGICA. EN CABRAS ADULTAS NO GESTANTE Y DEL GRUPO TESTIGO.

CABRAS ADULTAS

CUADRO 1.- Se identifican títulos positivos en los muestreos de 30, 60,150 días en una proporción baja en el hato de B. Nacional. En Independencia se identifica títulos positivos en el primer muestreo para permanecer negativos durante los siguientes muestreos.

CUADRO 2.- En el grupo testigo de ambos hatos de Banco.Nacional e Independencia, se detectan títulos positivos en los muestreos de 100 – 150 días con muy bajo porcentaje.

Cuadro 1. Cabras Adultas no gestantes con la cepa Br. Melitensis Rev-1(1×10^5 UFC) dosis reducida

| Hato | Días | 30 | 60 | 100 | 150 |
|---------------|------|-------|-------|-----|-------|
| B.Nacional | P | 7.69 | 15.38 | - | 23.08 |
| | N | 92.31 | 84.62 | 100 | 76.92 |
| Independencia | P | 15.38 | - | - | - |
| | N | 84.62 | 100 | 100 | 100 |

Cuadro 2. Grupo testigo. Cabras no gestantes sin aplicación de ninguna cepa

| Hato | Días | 30 | 60 | 100 | 150 |
|---------------|------|-------|-------|-------|-------|
| B.Nacional | P | 7.69 | 23.08 | 30.77 | 15.38 |
| | N | 92.31 | 76.92 | 69.23 | 84.62 |
| Independencia | P | 53.85 | - | 30.77 | 30.77 |
| | N | 46.15 | 100 | 69.23 | 69.23 |

CONCLUSIONES

Los resultados de las pruebas serológicas confirman los hallazgos de Varela- Díaz et al (1973). Y los de Jones et al (1973). Con respecto a los animales vacunados con la dosis reducida en cuanto al mantenimiento de títulos bajos desde el inicio y por un largo tiempo Las cabras testigo (cuadro 2) presentaron también sorpresivamente elevación de los títulos serológicos que coincidieron en su presencia con la fecha de vacunación de los demás animales, por ello se piensa que existió una respuesta natural debido a la eliminación de la cepa vacunal por la orina y contacto directo de los animales vacunados (Alton et al.1972).

BIBLIOGRAFIA

- Alton, G. G: 1970 Vaccination of goats with reduced doses of Rev-1 Brucella melitensis vaccine. Res Vet.Sci. 11:54-59.
- Alton.,G.G.,M.Jones L.,Garcia Carrillo C.,Trenchi D.M.V.A: 1972. Brucella melitensis Rev-1 and Brucella abortus Vaccines in Goats: Immunity. Am.J.Vet. Res.33 (9):1747.
- Alton,G:G.,Jones.,L:M:1975. Las técnicas de Laboratorio en la Brucelosis, Organización Mundial de la Salud, Serie Monográfica No. 55, FAO.
- INEGI. 2005. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Núcleos Agrarios
- Jones.,L:M.,Garcia Carrillo.,C. and Alton G.G: 1973 Brucella melitensis Rev-1and Brucella abortus 45/20 vaccines in goats :serologic tests. Am.J. Vet. Res.34:199-202.
- Varela –Díaz., V.M.,Jones, L.M,and Pérez-Esandi,M.V:1973 Brucella melitensis Rev-1 and Brucella abortus 45/20 vaccines in goats:pattern of immunoglobulin production after vaccination and challenge. Am. J. Vet.Res. 203-207.

PRODUCCION DE ALFALFA (*Medicago sativa*) Y CUANTIFICACION DE FOSFORO EN TEJIDO VEGETAL CON RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL

Olague Ramírez Jesús¹, Montemayor Trejo José A.¹, Aldaco Nuncio Rogelio A.¹, Onofre Sánchez Hugo A.¹, Fortis Hernández Manuel¹, Cabrera Reyes Juan¹

¹ Profesor Investigador Subdirección de Investigación y Graduados Agropecuarios-Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10. Carretera Torreón-San Pedro Km. 7.5 Torreón, Coah.
Correo electrónico jolaguer24@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la Alfalfa en la comarca Lagunera es considerado como la reina de los forrajes, por su valor nutritivo para la alimentación del ganado lechero y la superficie total destinada a él, en el año 2003 se sembraron 38,704 ha, lo que representa un 24.4% con respecto al total sembrada tanto de cultivos anuales como perennes (SAGARPA, 2004). Stricevic y Caki (1997) correlacionan directamente la producción de alfalfa con la disponibilidad de agua en el suelo. El sistema de riego por goteo (SRG) permite conservar el agua en el suelo evitando pérdidas por evaporación lo que permite incrementar significativamente la producción (Camp *et al.*, 1998); comparado con el riego por inundación puede incrementar su rendimiento de un 20-50 % (Mead *et al.*, 1993); debido al estrés por agua en el suelo al que se expone el cultivo con el riego por inundación, se cual provoca una disminución en el crecimiento y producción de materia seca de alfalfa (Grimes *et al.*, 1992). El fósforo (P) es el nutriente más importante debido a que regularmente todos los suelos presentan niveles naturales muy bajos de P disponible, lo cual limita el crecimiento de las plantas, especialmente de las leguminosas (Bordoli, 2003), refiere también que dentro de los aspectos fisiológicos que explicarían diferencias en absorción de P se considera la tasa de absorción a nivel celular, acidificación de la rizósfera, absorción relativa de iones, excreción de fosfatasa a la rizósfera, etc. Debido a que el fósforo reacciona con otros nutrientes y se hace insoluble y por lo tanto no disponible para la planta, el manejo de este nutriente en fertigación es especialmente importante a pH mayor a 6.5 el fósforo se puede precipitar con el calcio (Ca^{2+}) y el magnesio (Mg^{2+}). El pH ideal para la máxima solubilidad del fósforo es de un poco menos de 6.5, aunque siendo realistas, los suelos con un pH entre 6.0 y 7.0 son bien aceptados (Tisdale *et al.*, 1985) lo anterior aunado a que el movimiento del P se realiza principalmente por difusión, y en mucho menor medida por flujo masal, entre los factores principales que influyen en el ritmo de difusión se encuentran la humedad: la difusión se realiza en medio acuoso, por lo que se transforma en un factor crítico, y la temperatura: la difusión del P aumenta con el incremento de la temperatura; en la Comarca Lagunera los suelos tienen un contenido de P de medio a bajo y tiende a ser fijado en formas

no asimilables para la planta, debido al exceso de Carbonatos de Calcio presentes en estos suelos, (Cueto y Quiroga, 1989), además en trabajos realizados en la misma zona se a encontrado por cada tonelada de forraje seco se extrae 2.9 kg de fósforo (SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA, 2000). El propósito del presente trabajo consistió en evaluar la producción de biomasa y la concentración de fósforo en la planta con riego por goteo comparado con el riego por gravedad.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo de investigación se realizo en la Pequeña Propiedad "El Cercado", ubicada en el municipio de Torreón, Coah. km 7.5 de la carretera Torreón-San Pedro, en el ciclo agrícola Invierno-2003, en una superficie de 2-00-00 ha. La parcela experimental se ubico en 2-00-00 ha, en una de ellas se establecieron tres tratamientos en estudio, siendo la separación de cintas a 0.80, 0.90 y 1.0 m y en el resto el testigo con riego por gravedad. De acuerdo a los análisis de suelo sus características físico-químicas son: Textura migajón arcilloso, pH 7.8, CE de 2.7 dS m⁻¹ y Da de 1.22 g por cm³ y una concentración de fósforo disponible de 6.2 ppm. La siembra se realizo en seco en melgas de 138 m de largo por 24 m de ancho, utilizando 45 Kg. ha⁻¹ de semilla peletizada del híbrido WL 712, se realizó una aplicación de herbicida postemergente después de la siembra con Pívo (Sal amonia de Imazethapyr) en dosis de 1 l ha⁻¹ en 200 litros de agua, se proporcionaron 9 riegos ligeros en el testigo con riego por gravedad con una lamina total de 49 cm de la siembra al primer corte, y posteriormente se proporciono un riego después de cada corte, la lamina total anual fue de 1.39 m; en el sistema de riego por goteo subsuperficial se proporciono de la siembra al primer corte seis riegos ligeros por gravedad y a partir del día 23 después de la siembra se aplico riegos cada tercer día con el sistema por goteo acumulando una lamina total de 49 cm, después del primer corte los riegos se proporcionaron cada tercer día con una lamina total anual de 1.33 m. Los riegos por gravedad fueron medidos con sifones previamente calibrados, y en el sistema de riego por goteo mediante medidor volumétrico; durante el año fue necesario realizar frecuentes trabajos de mantenimiento correctivo a la cintilla de riego, debido a que presento problemas de fuga de agua atribuibles a la calidad de la misma. El quinto corte se perdió por problemas de control de plagas principalmente la Chicharrita, siendo controlado con dos aplicaciones de Tamarón un litro ha⁻¹ y Bayfolan 2 litros ha⁻¹ en 200 litros de agua. Se realizaron 7 cortes en el año a los 97, 130, 154, 198, 252, 291, y 327 días después de la siembra (dds) en la etapa vegetativa de inicio de floración. El diseño experimental fue un bloques con arreglo en franjas con cuatro repeticiones, la superficie de cada unidad experimental fue de 720 m². Las variables medidas

fueron la concentración de fósforo en la planta en cada corte, y la producción de biomasa en base verde y seca, para lo cual se tomaron muestras representativas por cada unidad experimental antes de cada corte; se utilizó el paquete estadístico de la UANL (Olivares, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos, la Figura No. 1 muestra la tendencia de comportamiento en rendimiento de forraje verde, donde los tratamientos de 0.80, 0.90 y 1.0 m se observan con un comportamiento similar y con resultados mayores al testigo, excepto de los cortes a los 291 y 327 dds, los máximos valores se presentaron a los 130 dds, la grafica presenta una caída a los 216 dds debido a problemas de infestación de plaga por Chicharrita, lo que provocó nulo desarrollo del cultivo; las tendencias en forraje seco se presentan similares en la figura No. 2 .

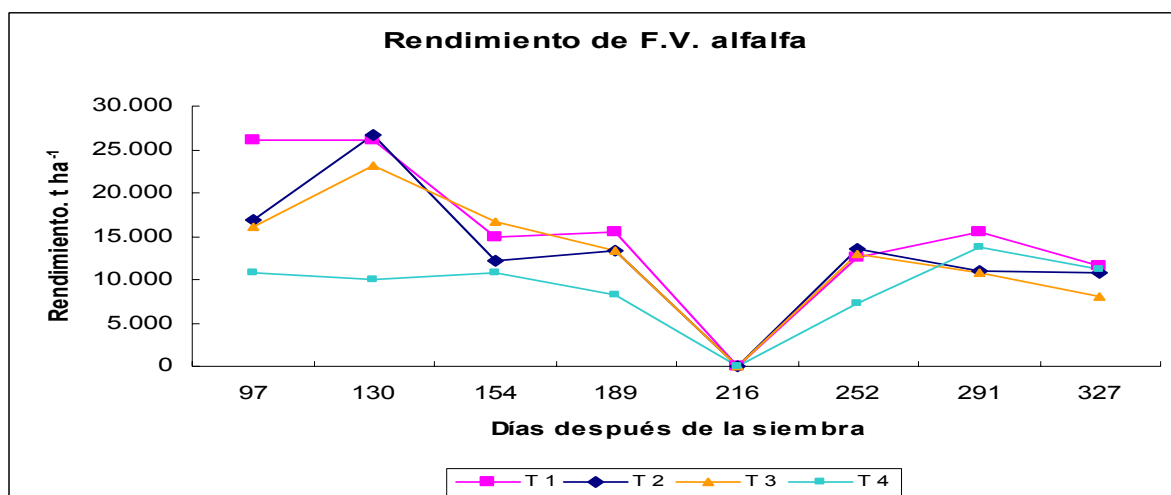


Figura No. 1. Tendencia de rendimiento de forraje verde en siete cortes (dds) de alfalfa con riego por cintilla subsuperficial y riego por gravedad

El cultivo de la alfalfa en la Comarca lagunera según datos reportados por SAGARPA (2004) tuvo un rendimiento promedio anual de forraje verde de 79.92 t ha⁻¹ que equivale aproximadamente a 20.0 t ha⁻¹ de materia seca, comparado con los resultados obtenidos en el presente trabajo (Cuadro No. 1), el testigo con riego por gravedad obtuvo valores inferiores en 1.786 t y los tratamientos de 0.80, 0.90 y 1.0 m se vieron incrementados en un 26.8, 19.8 y 10.9 por ciento respectivamente. El primer corte presenta diferencias estadísticas ($\alpha = 0.05$) entre los tratamientos y el testigo con el valor mayor en el tratamiento de 0.80 m.

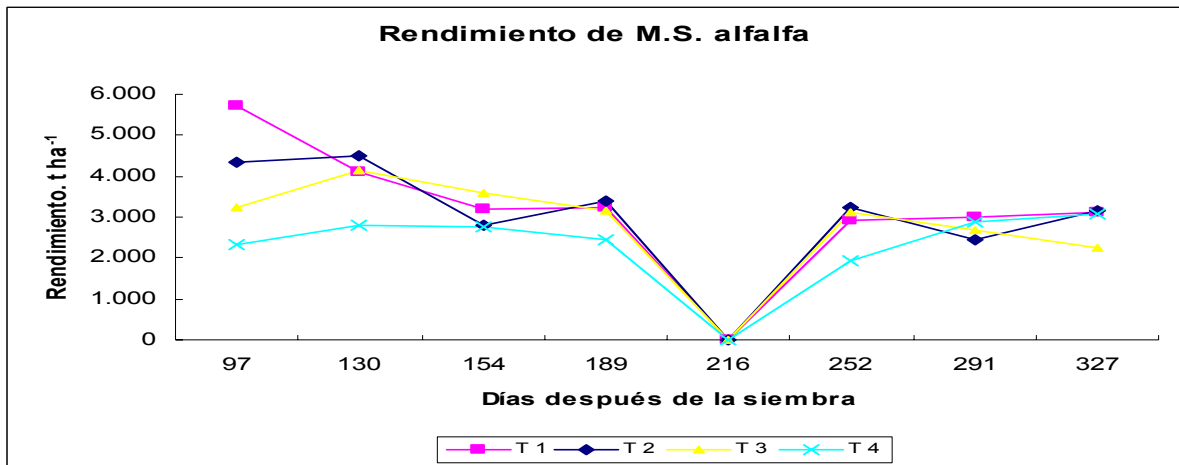


Figura No. 2. Tendencia de rendimiento de materia seca en siete cortes (dds) de alfalfa con riego por cintilla subsuperficial y riego por gravedad

Los cortes segundo, cuarto y quinto presentaron resultados estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$) entre los tratamientos con cintilla y diferentes al testigo; en los cortes tercero, sexto y séptimo no se observa la misma tendencia lo cual se atribuye a los problemas que se presentaron debido las fugas en el sistema de riego por cintilla, lo cual provoco desuniformidad en la distribución del agua de riego. Sin embargo los rendimientos totales obtenidos presentan incrementos en los tratamientos de 0.80, 0.90 y 1.0 m respecto al testigo en un 39.22, 31.5 y 21.8 por ciento respectivamente, concordando con Mead *et al.* (1993), y habla de la relación directa que existe entre la producción de alfalfa y la disponibilidad de agua en el suelo (Stricevic y Caki, 1997); los rendimientos en el testigo con riego por gravedad se atribuyen a lo reportado por Grimes *et al.* (1992) en el sentido de que el cultivo se expone al estrés por agua en el suelo con el riego por inundación, lo que provoca una disminución en el crecimiento y disminución de materia seca.

Cuadro No. 1. Comparación de medias por tratamientos de rendimiento de forraje seco ($t\ ha^{-1}$) en el cultivo de alfalfa con riego subsuperficial y gravedad.

| Tratamiento | 1º corte (97 dds) | 2º corte (130 dds) | 3º corte (154 dds) | 4º corte (189 dds) | 5º corte (252 dds) | 6º corte (291 dds) | 7º corte (327 dds) | Total anual |
|-------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| 0.80 m | 5.734 a | 4.112 a | 3.199 ab | 3.235 a | 2.932 a | 3.016 a | 3.130 a | 25.358 |
| 0.90 m | 4.355 b | 4.612 a | 2.803 b | 3.386 a | 3.223 a | 2.437 b | 3.142 a | 23.958 |
| 1.0 m | 3.244 c | 4.139 a | 3.595 a | 3.161 a | 3.104 a | 2.681 ab | 2.263 b | 22.187 |
| Gravedad | 2.313 d | 2.787 b | 2.749 b | 2.441 b | 1.943 b | 2.892 a | 3.089 a | 18.214 |

Tukey $\alpha = 0.05$

La cuantificación de fósforo en la planta se presenta en el Cuadro No. 2, mostrando que los resultados obtenidos en los tratamientos del sistema de riego por goteo subsuperficial no presenta diferencias estadísticas ($\alpha = 0.05$) entre si y con el riego por gravedad en los cortes No. 1, 3, 5 y 7; el corte No. 2 obtuvo sus mejores resultados en el tratamiento de 1.0 m sin diferencia significativa con los tratamientos de 0.8 y 0.9 m; el corte No. 4 presenta su mejor valor en el mismo tratamiento con diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) con el riego por gravedad y los tratamientos de 0.80 y 0.90 m; el corte No. 6 presenta la mayor concentración de P en el tratamiento de 0.80 m con diferencias significativa con el resto de los tratamientos y el testigo, y los tratamientos 0.90 y 1.0 m son estadísticamente iguales al testigo. Cuantificando los valores promedio anuales de extracción de fósforo por las plantas el tratamiento de 1.0 obtuvo el valor más alto con 1770 ppm, seguido por el de gravedad con 1520 ppm, el tratamiento de 0.80 m con 1390 ppm y el de 0.90 m con 1380 ppm. Estos resultados son inferiores al promedio regional reportado por SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-CELALA (2000) con valor de 2900 ppm, es atribuido a los bajos niveles de fósforo disponible que presentan generalmente todos los suelos (Bordoli, 2003; Cueto y Quiroga, 1989) y se refleja en el valor de 6.2 ppm de fósforo encontrado en el análisis de suelo suelo al inicio del experimento además de los valores de pH y CE que influyen negativamente en la disponibilidad de este elemento para la planta (Tisdale *et al.*, 1985; Cueto y Quiroga, 1989).

Valores arriba del promedio regional se encontraron en los cortes No. 3 y 4 que correspondieron a los meses de junio y julio lo que explica de acuerdo a Tisdale *et al.* (1985) en el sentido que entre los principales factores que influyen en el aumento del ritmo de difusión del P se encuentra los incrementos en la temperatura, el quinto corte se realizó hasta finales del mes de septiembre (252 dds) por problemas de plaga en el mes de agosto, donde las temperaturas del verano son menores a los meses en mención.

Cuadro No. 2. Comparación de medias por tratamientos de concentración de P en planta (ppm) en siete cortes de forraje, en el cultivo de alfalfa con riego subsuperficial y gravedad.

| Tratamiento | 1° corte (97 dds) | 2° corte (130 dds) | 3° corte (154 dds) | 4° corte (189 dds) | 5° corte (252 dds) | 6° corte (291 dds) | 7° corte (327 dds) |
|-------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 0.80 m | 939 a | 1342 ab | 3594 a | 1375 c | 1213 a | 766 a | 523 a |
| 0.90 m | 1098 a | 1513 ab | 3431 a | 1187 c | 1213 a | 705 b | 540 a |
| 1.0 m | 1101 a | 1665 a | 3505 a | 3850 a | 1150 a | 694 b | 490 a |
| Gravedad | 1100 a | 1184 b | 3435 a | 2900 b | 863 b | 704 b | 481.a |

Tukey $\alpha = 0.05$

CONCLUSIONES

Los máximos rendimientos de biomasa en materia seca $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ se obtuvieron con el tratamiento de 0.80 m sin presentar diferencia significativa con los tratamientos de 0.90 y 1.0 m. respecto a la concentración de fósforo en la planta los valores fueron bajos, por lo que mediante adiciones de P y/o prácticas que permitan una mayor disponibilidad del elemento combinado con el sistema de riego por goteo se mejoraran los resultados actuales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos sinceramente la colaboración del Sr. Salvador Álvarez Díaz productor cooperante de la Pequeña Propiedad "EL CERCADO" municipio de Torreón, Coah., por las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo; así mismo al Ing. Jesús Castruita López responsable técnico de dicho predio.

BIBLIOGRAFIA

- Bordoli, J.M. www.Sofoval.com/archivos%20vinculados/ALFALFAfert.doc (verificado 23 de febrero del 2004)
- Camp, C.R. 1998. Subsurface drip irrigation: A review. *Trans. of the Am. Soc. Agric. Eng.* 41:1353-1367.
- Cueto, W.J.A. y H.M. Quiroga G. 1989. Extracción nutrimental por alfalfares en la Comarca Lagunera. Memoria del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Colegio de Posgraduados, Montecillo Edo. De México. p. 86.
- Grimes, D.W., P.L. Wiley, and W.R. Sheesley. 1992. Alfalfa yield and plant water relation with variable irrigation. *Crop Science* 32: 1381-1387.
- Mead, R.M., R.B. Hutmacher, and C.J. Phene. 1993. Subsurface drip irrigation-theory practices and application. Fresno, Calif. State University. Pub. No. 92. pp. 145-146.
- Olivares, S.E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Version 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L.
- SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA. 2000. Producción y utilización de la Alfalfa en la Zona Norte de México. Libro Técnico No. 2. México. p. 17.
- SAGARPA. 2004. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Cd. Lerdo, Dgo.
- Stricevic, R. and E. Caki. 1997. Relationships between available soil water and indicators of plant water status of sweet sorghum to be applied in irrigation scheduling. *Irrigation Science* 18: 17-21.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1985. "Soil fertility and Fertilizers." Fourth Edition. Mac Millan Publishing Company, New York, N. Y.

INFLUENCIA DE DOS SISTEMAS LABRANZA MÍNIMA Y TRADICIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE ZACATE BUFFELCV. COMÚN (*Cenchrus ciliaris* L.) EMPLEANDO CURVAS A NIVEL CON RELACION 1:1, EN EL SUR OESTE DE COAHUILA. MÉXICO

Eduardo C. Olhagaray R* Gerardo Esparza Chávez, Federico Vega Sotelo

CIRNOC-INIFAP-CELAL A TEC.SEMARNAP, DGO. INVEST.UAAAN-UL
Olhagaray.eduardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

La región del suroeste de Coahuila. México, la ganadería es principal actividad económica más importante, contando con, 21,746 ha de agostadero, donde pastorean alrededor de cabezas de ganado. El agostadero se encuentra altamente deteriorado, marcado sobre pastoreo, alta carga animal, y bajas precipitaciones, lo que ocasiona escasees de alimento. Este déficit de forraje ocasiona que se tengan animales con problemas de bajo peso, y de fertilidad en la aparición, problemas nutricionales.

ANTECEDENTES

En la zona Sur Oeste de Coahuila es de baja precipitación pluvial uno de los efectos más importante es la retención de la precipitación pluvial y en donde el manejo del suelo puede contribuir a asegurar más la producción de forraje en el agostadero (SAGAR, 1997)

Los ganaderos generalmente siembran las parcelas deterioradas cuando empiezan a perder la capacidad de producción de forraje el sitio. Las prácticas de rehabilitación generalmente incluyen control selectivo de especies indeseables con la cuchilla, lo que resulta costoso. (Ibarra 2004).

La degradación de los suelos es cada vez más importante siendo sus causas, la destrucción de los matorrales desérticos y aunado con prácticas agrícolas con desmonte, trayendo como consecuencia deficiente sobre pastoreo y uno de sus efectos la disminución de la productividad de los suelos (INIFAP 1998.)

Una limitante para la recuperación de áreas erosionadas, degradadas es el alto costo de los métodos empleados, así como también la poca o nula efectividad de la planta utilizada que tiene baja capacidad de adaptación (Gurza, M 1998)

La labranza del suelo se refiere a las diversas manipulaciones mecánicas que se realizan con el fin de mantenerlo en condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos y su efecto (Sánchez, M. 1989).

En la evaluación de gramíneas introducidas la mejor relación área siembra-área

escurrimiento lo fue 1:1, con la gramínea introducida Buffel CV. común (Olhagaray et al 1998)

El empleo de los implemento agrícolas subsuelo, barbecho, rastreo mejora las condiciones físicas de suelo (Olhagaray et al 2003).

En el trabajo de evaluación de procedencia Ventana, Coah, presenta producciones de 4.5 Ton/ms/ha (Olhagaray et al 2004).

Un suelo normal tiene tres fases: solida, liquida y gaseosa. En condiciones ideales el 50 % de los componentes corresponden a la fase solida, del 15 al 35 % a la fase liquida y del 15 al 35 % a la gaseosa, los valores de porcentaje de las dos ultimas componentes se deben a la cantidad de agua presente. (Gavande 1979).

OBJETIVO

Encontrar la relación optima del zacate Buffel a diferentes niveles de en Margaritas del Norte, Coah. México.

HIPÓTESIS

- Es factible evaluar la respuesta del zacate buffel a diferentes niveles de labranza en la producción de forraje en Margaritas del Norte Coah. México

MATERIALES Y METODOS

El predio se localiza en el Municipio de San Pedro de las Colonias, sitio Margaritas del Norte. p.p. El Refugio. E área de estudio, esta comprendida a una altitud norte de 25° 50' y longitud Oeste 103° 51' a una altitud de 1139 msnm. El clima predominante según la clasificación de koepen y modificado por García (1973), es seco desértico, con una precipitación pluvial que se observa distribuida en los meses de julio, agosto, septiembre, la temperatura media anual es de 18°C y una Máxima de 45°C, las heladas inician en noviembre y terminan en febrero. El área de estudio ha sido sobrepastoreada por diversas especies de ganado domestico por un período largo de tiempo. Entre las especies que han utilizado la pradera, destacan, burros, equinos, caballos, ovinos y caprinos, dando lugar a un deterioro debido al mal manejo. El área se escogió al azar en un sitio representativo de la región con las características homogéneas del medio y la vegetación. Se tomo una superficie de 10-00-00 hectáreas. Los suelos en el lote experimental de una textura migajón arcilloso arenoso con un pH de 7.5. Situado sobre un tipo vegetativo (COTECOCA-SAG 1969), Matorral Desértico Inerme Parvifolio. . La metodología empleada fue: trazo de curvas a nivel empleando la relación 1:1, Se calcula la pendiente media el terreno el cual se efectuó con tránsito y estatal. El terreno presentó una

pendiente de 5 %. Eliminado un cincuenta por ciento de la vegetación existente. Trazo de curvas a nivel siguió un barbecho y un rastreo, únicamente en la cama de siembra y el sector escurrimiento permaneció sin desmonte.

La relación área de siembra-área de escurrimiento, se determinó midiendo el ancho de la curva y dividiéndose según el número de tratamientos. La Separación entre parcelas lo fue de 20 m para probar los 2 métodos.

La densidad de siembra fue de 4 Kg./ha. Empleando la variedad de Buffel cv. Común, la semilla no recibió tratamiento alguno, La siembra en los diferentes tratamientos se realizó en tierra venida y la siembra se efectuó a mano y al voleo, cubriéndola después con una rastra de ramas ligeras la siembra se lleva a cabo en el 20 de julio de 1995, y concluye en noviembre del 1998, se empleó

Se empleó un diseño experimental de bloque al azar con arreglo de parcelas divididas en 2 tratamientos. Y se empleó la Prueba de Duncan para la comparación de medias de tratamientos, utilizando la prueba de Tukey

El trabajo se inició en verano del 1995 contó con cinco tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, los tratamientos son expresados en sistemas de labranza de conservación de suelo:

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos empleados Margaritas del Norte Coah. México 1995

| Primer método | Labranza mínima | Barbecho |
|----------------------|-------------------------|-----------------------------------------|
| Segundo método | Labranza mínima | Dos pasos de barbecho |
| Tercer método | Labranza tradicional | Un paso de barbecho y rastreo de Discos |
| Cuarto método | Labranza tradicional | Un Subsuelo, barbecho, un rastreo, |
| Quinto método | Cero Prácticas Labranza | Sin implementos |

El testigo no se le hizo ninguna modificación original. Las variables tomadas fueron: % de establecimiento, densidad (pl/m²), altura de cobertura %, producción de forraje (t/ha), densidad de arbustivas frecuencia de arbustivas, Propiedades físico y Químicas del Suelo etc.

La producción de forraje se cuantificó mediante el corte al azar, utilizando 20 cuadrantes de 1m² por parcela y cortando el zacate a 5 cm sobre el nivel del suelo.

Las muestras de forraje se secaron en una estufa a 70°C por 72 horas y la producción de forrajes se expresa en base a materia seca (MS)

El suelo presenta una profundidad variable, textura franco arenosa, estructura granular, drenaje interno mediano, de color café, pH varía 6.9 ,.

Cuadro 2 Características físico-químicas del sitio experimental Margaritas del Norte Coah. México 1995

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Profundidad | 0-30 cms |
| Ph de saturación | 6.9 |
| C.E. Molimos | 0.50 suelo no salino |
| Materia orgánica % | 1.8 mediano |
| Nitrógeno aprovechable kg/ha | 42.7 mediano |
| Potasio intercambiable Kg./ha | 229.2 mediano |
| Fósforo aprovechable Kg./ha | 18.9 medianamente pobre |
| Carbonatos totales Textura | 30.6 mediano |
| % de saturación | 32.4 |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico mostró que todas las características de la planta, manifestaron los efectos que provienen de la interacción de determinada labranza, favoreciendo el escurrimiento superficial y la infiltración.

La aplicación combinada de labranza T.4 el subsoleo incremento significativamente ($P < 0.05$), la densidad de plantas del zacate buffel fluctuó de 2.1 a 4.5 pl/m². fue el que registro mejores resultados obtuvo mejores propiedades físicas del suelo, provoca cambios en la estructura del suelo .

Para alimentar la germinación de las semillas indican que la actividad fisiológica de la semilla es afectada por determinada labor de labranza mínima. Las plantas con mayor vigor se obtuvieron en el tratamiento. En densidad de plantas muestran diferencia significativa entre años ($P < 0.05$), la cobertura basal presento diferencia significativa ($P < 0.05$) la cobertura basal de buffel lo fue 7.2 a 8.0 % T.4.

Estas diferencias de comportamiento de la planta originadas por determinado método empelado, fructifico en la germinación de la semilla de zacate se observa diferencia significativa ($P < 0.05$) en el numero de plantas por m², siendo diferente en todos los tratamientos, presentan grandes cambios en la estructura del suelo.

El escurrimiento fue muy constante al emplear esta relación 1:1, en la labranza tradicional los picos de escurrimiento son pronunciados y distribuidos. En cambio, en la labranza mínima el escurrimiento superficial el suelo queda poco permeable, y se pierde el agua en escurrimiento a lo largo de la cama de siembra, el terreno con el tiempo se compacta.

Esto significa que los escurrimientos en esta relación son muy altos, y de corta duración, se pierde agua causando perturbación en rotura de bordos, obligando a instalar presas filtrantes en estos tratamientos.

En estas situaciones hay inundaciones y con muy poco agua de escurrimiento no se aprovecha al máximo. Además la aplicación de este tratamiento como cama de siembra casi no actúa en forma adecuada, habrá poca agua proveniente de la zona de escurrimiento. En caso de necesitar agua otro tratamiento ubicado en la parte alta, es probable que se requieran mejorar la arquitectura para el período seco.

La escorrentía superficial transportará el material del suelo desprotegido hacia las partes bajas. La pérdida del agua aumenta el peligro de destruir la infraestructura, etc.

Evidentemente, la producción de forraje y la calidad del mismo está directamente relacionada con el manejo de determinado sistema de labranza evaluado en tres años, en donde la altura de la planta fue consistentemente superior ($P < 0.05$) en los años de evaluación. Las alturas se incrementaron de 20 cm a 95 cm.

En caso que estas superficies revegetadas con pastizal, se puede afirmar que el manejo adecuado del pastizal en una microcuenca es una solución. La producción de agua y la calidad de la misma aumentan significativamente la producción del pastizal T.4.

La aplicación del sistema de labranza mínima tiene consecuencias para el suelo, se compacta y pierde buena parte de su capacidad para absorber el agua de escurrimiento.

Cuadro 3. Altura inicial de las plantas, Cobertura, Producción kg/ms/ha Margaritas del Norte Coah. México 1995.

| Tratamiento | ALTURA / CM | | COBERTURA / % | | PRODUCCIÓN / KGS. /MS/HA. | |
|-------------|-------------|------|---------------|------|---------------------------|-------|
| | | | | | | |
| T.1 (B) | 60 | 70 | 50 | 75 | .150 | .350 |
| T.2 (BB) | 70 | 85 | 55 | 65 | .200 | .390 |
| T.3 (BR) | 80 | 1.00 | 100 | 100 | .350 | .750 |
| T.4 (SBR) | 1.00 | 1.20 | 100 | 1.20 | 1.150 | 1.960 |
| T.5 (T) | 30 | 35 | 20 | 25 | .90 | .95 |

La altura de la planta y porcentaje de cobertura vegetal dieron valores más elevados en la labranza tradicional. Esto resulta de la aplicación de las roturaciones de suelo, grado de escurrimiento superficial, infiltración y una mayor captación y conservación de la humedad.

La producción de forraje se incrementó durante todos los años ($P < 0.05$) alcanzando producciones en los años más húmedos de 4.5 t ha, la producción de forraje en los años 1996, 1997, 1998 fluctuó de 3.0 a 3.9 t ha con el empleo de la labranza tradicional. La parcela

testigo siguió una tendencia similar entre años, aunque la media anual lo fue .150. La comparación del suelo fue siempre superior ($P < 0.05$) respecta al testigo, y esta tendencia se mantuvo en los años de evaluación, la compactación del suelo se dio en los tratamientos de labranza mínima.

Cuadro No 4. Altura Final de las plantas, Cobertura, Producción kg/ms/ha Margaritas del Norte Coah. México 1998.

| TRAT | ALTURA / CM. | | COBERTURA / % | | PRODUCCIÓN KG/MS/HA | |
|-----------|--------------|-------|---------------|-------|------------------------|-------|
| | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL |
| T.1 (B) | 60 | 90 | 50 | 75 | .150 | .350 |
| T.2 (BB) | 70 | 95 | 55 | 65 | .200 | .410 |
| T.3 (BR) | 80 | 1.20 | 100 | 1.10 | .350 | 1.450 |
| T.4 (SBR) | 1.00 | 1.30 | 100 | 1.20 | 1.150 | 3.960 |
| T.5 (T) | 30 | 35 | 20 | 35 | .90 | .80 |

CONCLUSIONES

De acuerdo con las observaciones y mediciones en las propiedades del suelo se concluye:

1. La Labranza mínima T.1, T.2 - Aumenta la compactación del terreno con el tiempo.
2. El T.3, T.4 disminuye ($P < 0.05$) la compactación del terreno en un 45 % aumenta la producción de forraje.
3. La labranza tradicional T.3, T.4 incrementa ($P < 0.05$) entre un 85 % la densidad de plantas, la cobertura basal 80% y la altura 95%, es más evidente en el transcurso de los años.
4. Labranza tradicional provoca un mayor aumento en la producción de manera acumulativa durante tres años, en comparación con el testigo.
5. El empleo del T.4 crea un estado físico para el desarrollo del zacate.
6. El testigo su empleo es crítico por la falta de interacción, se debió a que fue el tratamiento que menos roturado de suelo se le dio, consecuentemente no hubo respuesta.

BIBLIOGRAFIA

- Gurza.L. 1998 Sistema de Evaluación de tierras para la determinación del uso.-Potencial Agropecuario y Forestal. Revista Geográfica Agrícola 1:21-46
- Gavande , S. A 1979 Física de Suelos, principios y aplicaciones. Ed. Limusa. México 351 p
- NIFAP 1998 Informe Anual de labores del Proyecto Lento Drenaje. Quintana Roo, Chetumal. México
- Ibarra F.F 2004 Tèc Pec. México 2004:42(1)-16
- Olhagaray R.E.. Del Rio O.F., Serrato S.R. Hernandez. H-L- 1998 Evaluación de Gramíneas Introducidas Probando Relación Área Siembra-Área Escurrimiento J. Isabel Robles, Dgo., X111 CONGRESO NACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES UAG.
- Olhagaray R.E. Medrano M.A, Medina A.F. 2002 Siembra de zacate Buffel *Cenchrus ciliaris* (LinK) Probando relaciones Área Siembra-Área Escurrimiento J.Isabel Robles, Dgo X1V SEMANA INTERNACIONAL DE AGONOMIA FAZ-UJED.
- Olhagaray R.E. 2003 Efecto del método de labranza y su relación con el Desarrollo y Producción del zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* (Link) cv. Molopo Margaritas del Norte en el suroeste de Coahuila. México. XXXIX REUNION NACIONAL DE INVESTIGACION PECUARIA- INIFAP UNAM
- Olhagaray R.E. Esparza, Ch. G., Vega S.F. 2004 Siembra de cuatro procedencia sde zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* (LinK en Curvas a Nivel empleando la relación 1:1 , en el Ejido el cantabro en el suroeste de Coahuila Mexico.Taller Internacional V1 en la Habana Cuba.
- Olhagaray R.E. Esparza, Ch. G., Vega S.F. 2005 Siembra de cuatro procedencia sde zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris* (LinK en Curvas a Nivel empleando la relación 1:1 , en el Ejido el cantabro en el suroeste de Coahuila Mexico .SEGUNDO CONGRESO INTERNACIONAL DE PASTIZALES INIFAP-CONACYT Zacatecas, Zacatecas.
- Sánchez. M 1989 Evaluación de 4 Métodos de labranza en el cultivo de arroz. Cárdenas Tabasco. P.12
- SAGAR 1997 Evaluación de Métodos de labranza en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la zona centro del Estado de Veracruz. Facultad de Ciencias
- Ibarra F.F 2004 Tèc Pec. México 2004:42(1)-16

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN CABRAS ANGLO NUVIAS CRIOLLAS EN EL GGAVATT-INIFAP JUAN E. GARCIA, DGO.

Eduardo C. Olhagaray Rivera. Jaime R. Paredes Rubio

CIRNOC-INIFAP-CELALA

INTRODUCCION

Es reconocido que a la ganadería caprina en la región árida como un recurso genuino como eje del proceso productivo de alimentos básicos para consumo humano en la población rural, de materiales insustituibles para la industria y elementos de apoyo para la economía nacional, regional

ANTECEDENTES

La cabra es un animal poliéstrico estacional, sin embargo, en las latitudes cercanas al ecuador el cambio de estación es prácticamente imperceptible, disminuyendo la estacionalidad reproductiva. Los caprinos en México presentan diferentes grados de estacionalidad en función del foto periodo dependiendo de la zona geográfica (Ortiz, 1988).

Se menciona que la duración del pastoreo es muy variable, dependiendo de la región y de la estación del año, por lo general se le dedica de cuatro a nueve horas. (Arbiza 1986). Existen otros factores que influyen sobre la distancia que recorre el ganado, como la especie, raza, condición ambientales, tamaño y forma de los corrales: (Altamari y Fierro, 1986).

El clima y principalmente la temperatura es el factor mas destacado por su influencia sobre el comportamiento caprino .(Giner et al, 1988)

PARAMETROS PRODUCTIVOS.-

Mediante el establecimiento de un registro productivo constante en una explotación caprina se conocen y registrar el número de cabras encastadas, el número de cabras paridas, cuantas crías nacieron contabilizar el número de pariciones simples (una sola cría) porciones dobles (dos crías) y partos triples (tres crías).(Ortiz 1988).

Porcentaje de parición.- Al dividir el numero de cabras paridas entre el numero de cabras empadradas y multiplicarlos por 100.

Porcentaje de partos simples.- Al dividir el número de partos simples por el total de las crías nacidas por 100.

Partos dobles.- Al dividir el número de partos dobles por el total de las crías nacidas por 100.

Partos triples.- Al dividir el número de partos triples por el total de las crías nacidas por 100.

Mortalidad.- Se produce debido al bajo peso al nacimiento, de las crías, no consumo de calostros, bajo nivel de calostro, aplastamiento de crías.

Mortalidad.- Implica perdida.- Se calcula dividiendo el número de animales muertos por el total de crías nacidas.

Mortalidad peri natal.- Aquella que ocurre dentro de las 48 horas de nacidas las cría,

Natalidad post natal.- Aquella ocurrida después de las 48 horas de nacidos.

Porcentaje de aparición.- Al dividir el número de cabras paridas por las encastadas y multiplicarlo por 100.

Porcentaje de partos simples.- Al dividir el número de partos simples por el total de crías nacidas por 100.

Porcentaje de de partos dobles.- Al dividir el número de partos dobles por el total de crías nacidas por 100.

Porcentaje de partos triple.- Al dividir el número de partos triples por el total de crías nacidas multiplicado por 100.

Índices de Prolificidad.- Se calcula como la división de las crías nacidas por cabras paridas.

Índice Reproductivo.- Se calcula como la división de las cabras paridas por las cabras empadradas.

La Raza Anglo Nubia es originaria del Desierto de Nubia, en el Alto Egipto y que se caracteriza por su gran adaptación a los ambientes áridos. Morfológicamente, son animales con un perfil marcadamente convexo, de proporciones sublongilíneas y eh métricas. Son con orejas anchas, largas y fuertes. La capa es muy característica, ya que es policroma. Las glandulas mamarias o la ubre es muy voluminosa y recogida con pezones pequeños y dirigidos hacia adelante. El índice de prolificidad es de 1,8 a 1,9. La alzada en la cruz es de 75 a 90 cm en machos con un peso vivo de 50 a 60 Kg. y en las hembras de 60 a 70 cm. con un peso de 35 a 45 kg.

La producción anual de leche es de 400 a 450 Kg. con un porcentaje de grasa de 4,25 %. Esta raza dio origen a la Anglon tubiana al cruzar en 1895 ejemplares de India y Egipto con animales ingleses.

Desde Inglaterra la Anglo nubiana se extendió a USA desde donde se ha extendido por gran parte de Sudamérica (Trillas,1991, Arbiza.A. 1986, Díaz G.Balderas, M. y de la Torre R. 1992) .

OBJETIVO

Estudiar el comportamiento productivo de la raza Anglo Nubia bajo condiciones de manejo extensivo ubicadas en el GGAVAT-INIFAP J.E.GARCIA,DGO

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizo en el GGAVATT-INIFAP "Juan E. García", Esta formado por 14 caprinocultores con características y propósitos de producción similares (leche y cabrito). Ubicado en el Ejido ampliación Salamanca, del Municipio de Lerdo, Dgo Geográficamente se ubica en los meridianos 101^a 41[^] y 104^a 61 `W. De G. En las coordenadas 26 ° 53' de latitud Norte y 24°59' longitud Oeste, con una altitud de 1250 msnm, con una temperatura media anual de 21^aC y una precipitación pluvial de 250mm de corta duración distribuidos en los meses de junio a septiembre principalmente. Toda esta zona presenta clima BHOSW (árido), (García, 1956). Se analizó el comportamiento de un rebaño de 160 caprinos Anglo Nubia, explotados en un sistema de pastoreo extensivo, Se ubico eligiendo una de explotación de las 14 que están en el Grupo. El corral del Sr. Julio Salas Valenzuela, Propietario. Sr. JULIO SALAS VALENZUELA.

Tamaño del Hato: 160 cabras adultas nubias criollas

Peso de las cabras adultas 45 Kg.

Servicio. Monta natural con un macho nubio: 20 hembras.

Primer empadre.- Febrero

Comienzo de la parcion .-Junio-Julio y Octubre-Nov.

En La laguna ocurren dos pariciones. VERANO-OTOÑO

Segundo empadre.- Sep-

Peso al nacimiento. . 2.50- 2.70 kg. En promedio

Alimentación del cabrito:.- Lactancia natural

Para el sacrificio 180 días de edad con un peso vivo de 12.0 a 18.0 Kg. respectivamente.

Empadra dos veces al año

El intervalo entre partos es de 236 días, el periodo de gestación es de 148.9. Por consiguiente la producción de leche, fertilidad y prolificidad de las hembras es baja y la mortalidad de cabritos alta en verano.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos para el Segundo año de Estudio. En el mismo se puede apreciar, que aumento la población de cabras en el grupo. La producción de leche tiende aumentar anualmente, teniendo un parámetro promedio diario de leche 0.690.

La carga animal es de 40 cabras por hectárea con sus crías.

Cuadro 1. Aspectos Generales del GGAVATT-INIFAP "Juan García", Municipio Lerdo, Dgo. Olhagaray 2004.

| Localización | Norte del Estado de Durango |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| Fecha de constitución | 16 de Julio del 2003 |
| Número de productores | 13 |
| Hombres | 11 |
| Mujeres | 2 |
| Edad promedio | 50 años |
| Sistema producto | Caprino(doble propósito) |
| Terreno | 2.5 Hectáreas/ caprinocultor |
| Coeficiente de agostadero | 40 ha/U.A |
| Tenencia de la tierra | Ejido |
| Asistencia Técnica | Pobre |
| Infraestructura | Rústicas, Mal estado. |
| Prácticas zoonosanitarias | Aplicación de bacterinas en un 50% |
| Suplementación alimenticia | Principalmente en la época de sequía. |
| Número de animales promedio por productor | 200 |

Las precipitaciones se concentran en un 90 % en el periodo estival entre Julio a Octubre.

Como resultado de la explotación irracional practicada en algunas áreas se observa que presentan severos problemas de desgaste de la cubierta vegetal. La actividad que define esencialmente a la zona es la ganadería tradicional, extensiva y con un deterioro del recurso forestal, que en épocas pasadas tuvo un valor importante, con el tiempo quedo reducido en especies como: gobernadora (Larrea Tridentita), Hojasen (Flourecia cernua), Ocotillo (Fouqieria splendens), Mezquite (Prosopis spp).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se presentan los resultados obtenidos a través del relevamiento de índices productivos efectuados durante el período de estudio comprendió otoño 2002 a otoño 2003. El Sr. Julio Salas Valenzuela Los cuenta con animales caprinos de raza criolla , su explotación presenta la característica de producción de(leche y carne) bajo un sistema de pastoreo extensivo, venden la lache a Lácteos CHILCHOTA S.A , el pastoreo del hato caprinos se desarrolla en terrenos ejidales, el pastoreo lo realizan en el agostadero del mismo ejido, recibe suplemento alimenticio al regreso del pastoreo, la otra parte del hato no recibe suplemento, las instalaciones con que cuentan son de un solo corral y se ubican en el traspatio. Los padecimientos más frecuentes en los rebaños son del tipo respiratorio así como de parásitos gastrointestinales. Cuando el caprino muere su cadáver se abandona. El Sr. Julio Salas Valenzuela selecciona de su mismo

hato las hembras de reemplazo, basándose en la apariencia de las crías y la prolificidad y producción de leche de las madres; o bien simplemente dejan todas las hembras que nacen para reproductoras. El semental se adquiere fuera del rebaño canjeándolos o comprándolos. La amplia distribución de los caprinos en esta localidad se explica en parte por su habilidad para sobrevivir y prosperar en ambientes particularmente difíciles, donde la vegetación es escasa. Sus cualidades de rusticidad les permiten resistir, a las condiciones de sequía prolongada. En esta localidad se mostraron presencia de partos. En los meses de junio-julio, se registran las concentraciones de pariciones 25 %, en tanto las que ocurren en el mes noviembre-Febrero, presentan 75 %, nacen en los meses de de menor concentración de nutrientes. De las crías nacidas en el hato evaluado, 55,9 % fueron hembras, 44.1% fueron machos, y no se observaron hermafroditas. En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos para la variable productivos en caprinos, aquí se puede observar que ambos años tuvieron valores diferentes en esta variable.

Cuadro 2. Parámetros productivos y mortalidad de los hatos del GGAVATT-INIFAP Juan E.GARCIA, DGO Olhagaray 2004.

| | |
|--------------------------------------------|-----------------|
| Numero Total de cabeza del Grupo | 2800 |
| Partos por año | 2 |
| Porcentaje de parición | 80-90 |
| Prolificidad (promedio de crías por parto) | 1.5- 2 |
| Periodo de gestación | 150 días |
| Cabras gestantes | 450 |
| Cabras en producción | 84.6 % |
| Peso de las crías al nacer | 2.5-3.5 Kg. |
| Peso al destete 35 días | 7-8 Kg. |
| Vida productiva media de la cabra | 6 años |
| Peso al empadre de las primaldas | 28-35 Kg. |
| Mortalidad de las crías | 10 % |
| Mortalidad de las cabras adultas | 3.5% |
| Mortalidad de sementales | 4 % |
| Abortos | 5 % |
| Relación hembra macho | 20:1 |
| Litros /leche / día= Grupo | 1899.2 |
| Litros Prom./cabra/día | 0.903 |
| Muertes adultas | 2.7 % |
| Cabritos vendidos | 700 a \$250 c/u |
| Compra de ganado | 5 % |

El ganado caprino tiene relevancia en cuanto es uno de los pocos recursos que permite obtener ingresos a la familia campesina desarrollando una tecnología en forma tradicional, en campo abierto y con libre pastoreo. El 85.5 % de partos marca la situación de fertilidad efectiva,

observándose un índice de prolificidad promedio ponderada de 1.99 crías por parto. En este renglón el Sr. Julio Valenzuela deja en el corral a las cabras que están próximas al parto ya que se evita que el cabrito se quede abandonado en el monte. Se acostumbra que permanezca el cabrito con su madre los primeros 4 o 5 días. Hasta los 20 días las cabras pasan las noches con ellos, a partir del 20 día las madres ya no pernoctan con las crías estas los amantan cuando salen a pastoreo, produciéndose el destete total a los 45 días, cuando los cabritos ya están acostumbrados a comer y beber.

El potencial fisiológico de una mayor fertilidad debe ser considerado como una posible meta a tener en estos sistemas evaluados. El 25 % de los partos se ubican en los meses de junio a julio, con un pico de ocurrencia que concentran, en tanto otoño-invierno representa un 75 %. El producto comercial de la cría es alrededor de 30 a 45 días, de uno 8-9 kilogramos

Cuadro 3. Parámetro productivos en el GGAVATT-INIFAP JUAN E. GACRCIA, DGO 2004.

| | 2002 | 2002 | 2003 | 2003 |
|------------------------|------------|--------|------------|-------|
| PARAMETROS | TOTAL 160 | % | TOTAL 160 | % |
| Cabras Empadradas | 80 | 50 | 80 | 50 |
| Cabras paridas | 57 | 71.25 | 63 | 78.7 |
| Crías nacidas | 68 | 119.29 | 69 | 90.78 |
| Partos simples | 49 | 72.05 | 58 | 84.05 |
| Partos dobles | 10 | 14.70 | 6 | 8.6 |
| Partos triples | 9 | 13.23 | 3 | 4.34 |
| Mortalidad | 4 | 5.88 | 4 | 5.79 |
| Perinatal | 1 | | 1 | |
| Postnatal | 3 | | 3 | |
| Índice de prolificidad | 68/57 1.19 | .94 | 69/63 1.09 | .90 |
| Índice reproductivo | 57/80 | 71.25 | 76/80 | 78.75 |

El análisis de la información mostró que la época del año mas adecuada en pariciones ocurre en otoño, y este disminuye significativamente en el grupo en verano la hembra para durante el periodo de menor disponibilidad y calidad de forraje. Ocurrencia de los partos simples 60.7 %, dobles 27.3%, triples 12%.

Cuadro 4. Indices reproductivos en cabras criollas Anglo Nubias GGAVATT-INIFAP 2004

| PARCION % | FERTILIDAD % |
|-----------|--------------|
| OTOÑO | 85.5 |
| VERANO | 14.5 |

ALIMENTACION DE LAS MADRES. Al termino del pastoreo se le proporciona Alfalfa en el pesebre, alimento en pastoreo arbustivas 6 horas diarias. Para mejorar los sistemas de

producción caprina en el medio rural, especialmente en las explotaciones correspondientes a pequeños productores de escasos recursos, es necesario incidir en la mejora de la base animal. Para ello es preciso disponer de información en relación a los parámetros técnico-productivos. El control constituye la principal herramienta para obtener esta información, ya que tiene por objetivo medir la producción de cada animal en el curso del año en forma sucesiva en vista del cálculo de rendimientos productivos.

CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados anteriormente expuestos se deduce lo siguiente. 1.- La diferencia entre épocas de parición fue amplia correspondiendo el mayor porcentaje a otoño. 2.- En cambio la ocurrencia de partos es mínima. 3.- El número de parto influye significativamente en los meses de Octubre-Noviembre, favorece el desarrollo de las crías. 4.- En este caso se contemplan la lechería caprina como una actividad más dentro de un sistema muy diversificado.

BIBLIOGRAFÍA

- Arbiza.A. S. 1986 Producción de caprinos Ed. A.G.T. Edit S.A. Progreso 202 México. Primera ed.
- Altamari, G. y L.C. Fierro G. 1986 Comportamiento y gasto energético de ovinos en pastoreo en el Altiplano de Perú. In. Fierro G.,L.C. y R.Farfán (Eds) Investigación sobre pastos y forrajes de Texas, University Vo. 111. U.S. Agency for International Development.
- Avalos E.A.C. Gutiérrez O. E. 1991 Evaluación de diferentes Fuentes de proteínas para cabras en crecimiento V11 Reunión Nacional sobre caprinocultura U.A. SN.L. Monterrey. N.L México p- 6-10
- Church,D.C. Pond, W.G. (1987) Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales Editorial Limosa. 1ª Edición p.438
- Ortiz L.J., Ruiz ZF., López TR y Salinas GH. 1988. Caracterización de cuatro explotaciones caprinas en el sureste de Coahuila. UAAN. Memorias del Congreso interamericano de producción caprina UAAAN... Torreón, Saltillo... pp D19 - D 24.
- Díaz G.M., Balderas, M.M. y de la Torre R.M.O (1992) Efecto de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre Hembras caprinas durante la Época de crecimiento V111 Reunión de Caprinocultura en Oaxaca, México p 63-67
- Trillas 1991 Manual para educación agropecuaria CABRAS área de Producción animal. P-37
- García, E. 1956. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. UNAM. Instituto de Geografía p 11
- Giner,R.A., M.G. Chávez R.L., Chávez y L.F. Negrete R. 1988 Hábitos de comportamiento y gasto energético de bovinos en pastoreo en un pastizal mediano abierto del altiplano central. Tec. Pec. Mèx. Vol. 26, No.2
- Olhagaray,R, E. 2004 Comercialización de Sub. Productos caprinos GGAVATT-INIFAP J.E.García, Dgo XIX Reunión Nacional de Caprinocultura. Acapulco. México
- SAGARPA 2004 Estadísticas del sector agropecuario Región Lagunera.

LA PRODUCCION DE FORRAJES EN LA ZONA DE RESERVA DE AGUA POTABLE DE LA COMARCA LAGUNERA

Ignacio Orona C.¹, J. Antonio Cueto W¹., J. J. Espinoza A.²,
Guillermo González C.¹, y Miguel Rivera G.¹

¹Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
CENID RASPA. Gómez Palacio, Durango.

²Investigador del Campo Experimental Laguna del INIFAP. Matamoros, Coahuila. E-mail:
orona.ignacio@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

El presente estudio es producto del trabajo de campo realizado en el acuífero Villa Juárez en el estado de Durango en el marco del proyecto "Calibración de modelos de simulación de flujo de agua y nitrógeno para predecir riesgos de contaminación por nitratos en acuíferos someros", el cual tiene por objetivo calibrar modelos de simulación de flujo de agua y nitrógeno a diferentes escalas para predecir el riesgo de contaminación por nitratos provenientes de actividades agropecuarias en el acuífero de Ciudad Juárez, Durango.

Dentro de la realización del proyecto fue necesaria la caracterización de los cultivos agrícolas ahí sembrados así como la cantidad y tipo de fertilizantes que están siendo aplicados a fin de estimar, mediante modelos de simulación el grado de contaminación que está ocurriendo al acuífero en cuestión, mismo que constituye la principal reserva de agua potable para la Región Lagunera. El objetivo de este trabajo es mostrar cómo ocurre el uso de agroquímicos en la producción de forrajes (alfalfa, maíz forrajero y avena forrajera) y con base a ello emitir recomendaciones para un mejor uso en lo que constituye la principal reserva de agua potable de la Comarca lagunera.

MATERIALES Y METODOS

Para lograr el objetivo planteado se diseñó y aplicó una encuesta a productores agrícolas que permitió captar las características principales de los cultivos de la zona. El cuestionario captó información de una superficie de 3 889.5 ha que representa el 26 % de la tierra agrícola sembrada en el año 2001 en el Municipio de Cd. Lerdo, Durango, área donde se encuentra asentado el acuífero Villa Juárez. El número de encuestas aplicado fue de 26 de las cuales 21 se dirigieron a pequeñas propiedades, una a un grupo solidario, tres a ejidos y una a un anexo ejidal. Su levantamiento se hizo a finales del año 2004. Captada la información, se procesó en el software Excel, donde se estimaron los valores de las variables presentadas.

El contexto del estudio se desarrolló con información secundaria, proveniente de las

instituciones gubernamentales oficiales que para ello existen, como la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; la Comisión Nacional del Agua y los Censos de Población para el Estado de Durango principalmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acuífero Villa Juárez

Este acuífero es del tipo libre, constituido por material granular, cuenta con un área aproximada de 214 Km²; es explotado por 254 aprovechamientos subterráneos por medio de los cuales anualmente se extraen 57.12 Mm³; la recarga se estima en 100.34 Mm³ por lo que se considera tiene una condición subexplotada. Su principal fuente de recarga es el agua que año con año circula a través del río Nazas, con destino, a las áreas del Distrito de Riego N° 17, con un volumen promedio de 1,200 Mm³. La profundidad promedio del nivel estático para el año 1998 fue de 25.61 m (CNA, 1999).

El uso de aguas subterráneas en este acuífero es como sigue: 66.4 % se destina a la agricultura, 15.4 al servicio doméstico y abrevaderos, 3.1 % uso público y 15 % a la producción industrial.

La superficie agrícola reportada por las instituciones oficiales para el Municipio de Lerdo Durango, ubicado en la zona agrícola del Acuífero Villa Juárez, indican que para el año 2001 (SAGARPA, 2001) ocupaba 14 594 ha distribuido el 51 % para el ciclo primavera-verano; 38.6 % con cultivos perennes y el 10 % restante para cultivos de invierno; sin embargo, cabe destacar que mas del 90 % de la superficie cultivada se encuentra ocupada por cultivos forrajeros que son consumidos mayoritariamente en establos localizados sobre el mismo acuífero.

Cultivos agrícolas sobre el Acuífero Villa Juárez, Durango

De acuerdo al trabajo de campo, los cultivos más importantes en la zona son: alfalfa, maíz forrajero, hortalizas y flores. De éstos, el más común en los sistemas de producción lo constituye la alfalfa, seguida por el maíz forrajero, la avena, el triticale y el sorgo forrajero, presentes en el 73, 80, 42, y 16 % de las unidades productivas encuestadas.

De los 19 sistemas de producción agrícola localizados en la zona, el 31 % combina tres cultivos; el 21 % combina cuatro, y los que combinan cinco, dos y un cultivos representan cada uno el 15.8 %. A continuación se hace un análisis de los cultivos forrajeros más importantes.

Alfalfa

Este cultivo está presente en el siete de cada diez unidades de producción estudiadas; registra rendimientos que oscilan entre los 90 y 100 t ha⁻¹ en verde obtenidos generalmente en diez cortes anuales, pues durante los meses fríos no crece.

Las variedades más comunes son la Cuf y El Camino, secundadas por Sundor y Júpiter. Los sistemas de riego utilizados son el de gravedad por el 62.5 % de los productores; el multicompuertas por un 18.75 %; el de gravedad combinado con pivote central, por un 12.5 %, y el de aspersión por un 6.25 % de los productores.

El número de riegos anual bajo el sistema de gravedad, es de 12; bajo aspersión (incluido el de pivote central) lo realizan cada 21 días, aunque este tiempo varía de acuerdo al administrador de la unidad de producción; sin embargo, de acuerdo a Rivera, *et al* (2004), los rendimientos mas altos en alfalfa se obtienen aplicando una lámina de riego equivalente al 80 % de la evapotranspiración de referencia, que para el caso de la región lagunera ascendería aproximadamente a un valor de 180-190 cm año⁻¹.

En la producción de alfalfa, además del agua se utilizan fertilizantes químicos en el suelo y en el follaje de la planta; sin embargo, para definir la cantidad, momento y frecuencia de su aplicación, sólo el 15.7 % de los dedicados a este cultivo determina con base a recomendaciones técnicas basadas en un análisis del estado nutrimental del suelo el monto y tipo de nutrimentos a aplicarse, lo que pudiese representar dos cosas: dejar de obtener mayores rendimientos por falta de nutrientes o estar aplicándolos en exceso; esto último en detrimento tanto de la economía del productor, como del medio físico en que se desarrolla el cultivo; pues es posible que se esté contaminando con ello el suelo y el acuífero local, que en este caso representa la reserva de agua de la Comarca Lagunera.

De acuerdo al estudio de campo, ocho de cada diez productores de alfalfa aplican fertilizantes granulados al cultivo y cuatro de cada diez los aplica además en forma foliar.

El MAP lo aplica el 70 % de los productores que usan fertilizantes de este tipo, a razón de 355 kg ha⁻¹; la mezcla física, utilizada en 13 % de los predios, se hace a razón de 450 kg ha⁻¹; y la urea, utilizada en el 6.5 % de los predios, se hace a razón de 200 kg ha⁻¹.

La interrogante que queda ante esta situación es ¿Qué impacto están teniendo estos volúmenes de fertilizantes químicos tanto en la economía del productor como en el medio ambiente (suelo y acuífero donde se está aplicando)?.

Al indagar qué criterios utilizan para fertilizar, el 80 % de los que respondieron a la pregunta afirmaron que lo hacen por tradición y experiencia; solo el 20 % restante lo hace con el apoyo de asesoría técnica.

Otro componente tecnológico utilizado en alfalfa lo representan los pesticidas, utilizados en mayor o menor cantidad por el 55 % de los productores. Los productos utilizados se representan en el Cuadro 1, mismos que son para controlar plagas como pulgón, chinches, trips y gusano soldado.

Cuadro 1. Productos químicos utilizados en los predios que siembran alfalfa.

| Pesticida | Frecuencia | % |
|--------------|------------|-------|
| Metamidofos | 7 | 43.75 |
| Pivot | 3 | 18.75 |
| Parathión | 2 | 12.5 |
| Tamarón | 2 | 12.5 |
| Cipermetrina | 1 | 6.25 |
| Endosulfán | 1 | 6.25 |

El número de aplicaciones promedio ascendió a diez, a razón de un litro por evento. La pregunta aquí sería qué efectos están teniendo estos productos en el medio físico de la zona y en la salud de su población.

Maíz forrajero

Otro de los cultivos observados en la zona es el maíz sembrado para uso forrajero. Se siembra en ocho de cada diez predios del lugar, cubriendo el 38 % de la superficie agrícola estudiada. Generalmente está asociado a predios que tienen alfalfa y/o avena forrajera, pero nunca como cultivo único.

Se siembra en dos períodos que cubren de febrero a mayo y de mayo a agosto. El rendimiento promedio para el primer período es de 57.3 t ha⁻¹ y de 38.4 t ha⁻¹ para el segundo. La diferencia en rendimientos se debe a la variación climática en los períodos (temperatura). Las variedades comerciales utilizadas son diversas, entre las que destacan AS900, Berensen, Asgrow y Jaguar 95. La cantidad de semilla utilizada en la siembra oscila entre los 22 y los 40 kg ha⁻¹; sin embargo el promedio registrado fue de 31 kg.

Los sistemas de riego utilizados en el cultivo son el de gravedad, multicompuertas y pivote central; sin embargo, bajo el primero se siembra más del 90 % de la superficie, seguido por el de multicompuertas y pivote central. Bajo gravedad se aplican en promedio cuatro riegos de una lámina promedio de 15 cm, lo cual arroja una lámina total de 60 cm.

El 76 % de los productores de maíz forrajero utilizan fertilizantes granulados en el cultivo siendo los productos más comunes el MAP y la urea utilizados por el 50 % de los productores; la mezcla física es utilizada por el 20 % de éstos.

Las aplicaciones de MAP, urea y mezcla física se hacen a razón de 165.6, 197.5 y 283 kg ha⁻¹. El 77 % de los productores aplica estos productos sin asesoría técnica; es decir, no saben exactamente si están aplicando lo necesario para el cultivo o si están afectando al ambiente con agroquímicos que eventualmente contaminan el acuífero regional.

El control de plagas con productos químicos es una práctica común en el 61 % de los productores de maíz forrajero; aplican productos como el clorpiridofos, folimat y lorsban, entre

otros, a razón de un litro por hectárea por ciclo productivo para combatir gusano cogollero, araña roja y gusano trozador.

Avena forrajera

Este cultivo, al igual que el maíz, se siembra para uso forrajero. Lo siembran cuatro de cada diez unidades de producción y se identifica con sistemas de producción que combinan alfalfa y maíz para forraje. La superficie destinada al mismo fue de 169 ha que representan el 4.4 % de la superficie agrícola de la región; es decir, 10 % de lo que representa el cultivo de alfalfa y 11 % de lo del maíz forrajero. Debido a que el rendimiento por unidad de superficie reportado por los entrevistados fue muy variable, se optó por reportar el registrado por la SAGAR, que para el año 2001 fue de 44 t ha⁻¹.

El 90 % de la superficie está bajo riego por gravedad y el 10 % restante involucra pivote central y multicompuertas. Bajo riego por gravedad se asignan cuatro riegos por ciclo con una lámina por evento de 15 cm, lo que significan 60 cm durante su período. El cultivo en la región se siembra en la época invernal, ya que cubre de noviembre a enero.

Cabe señalar que a diferencia de los cultivos analizados, este es fertilizado por el 100 % de los que lo siembran. De los predios que utilizan el sulfato de amonio (36 % del total), lo hacen a razón de 275 kg ha⁻¹; de los que utilizan urea (45 %), utilizan 215 kg ha⁻¹; de los que usan MAP y mezcla física (18 % del total), lo hacen a razón de 125 y 190 kg ha⁻¹, hecho que denota amplio uso de éstos productos. El total de productores de avena carece de análisis de suelo que le permitan definir los montos y tipos de fertilizantes aplicados. La aplicación de pesticidas es prácticamente nula en el cultivo, pues las plagas disminuyen por las bajas temperaturas que prevalecen. Eventualmente aparece el pulgón, para el que utilizan endosulfán, a razón de 1 litro ha⁻¹.

CONCLUSIONES

Con base a los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

- El 90 % de la superficie agrícola en el acuífero Villa Juárez se integra por cultivos forrajeros consumidos en establos localizados sobre el mismo acuífero por un total de 87 740 bovinos.

- Aún cuando el 80 % de los productores usa fertilizantes en su producción, sólo 16 % lo hace considerando recomendaciones técnicas basadas en estudios de suelo. El resto los utiliza por tradición y/o “experiencia propia o del administrador”.

- A efecto de minimizar el impacto económico y ambiental que pudiese tener el uso de agroquímicos en la agricultura de ésta zona, sería recomendable normar, vigilar y controlar su

utilización, pues aquí subyace la fuente de agua potable de una población superior al millón de habitantes. Una estrategia de ello sería la participación de la Comisión Nacional del Agua, productores regionales y los centros de investigación gubernamentales localizados en la Comarca.

BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Nacional del Agua. 1999. Lineamientos Estratégicos para el Desarrollo Hidráulico de la Región Administrativa VII "Cuencas Centrales del Norte. ITEPSA. Torreón, Coahuila.
- Rivera, G. M., J. Estrada A., I. Orona C., I. Sánchez C. 2004. Producción de alfalfa con riego por goteo subsuperficial o subterráneo. Una opción para regiones con escasa disponibilidad de agua. Folleto Científico No. 13. INIFAP-CENID RASPA. Gómez Palacio, Durango. 34 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2001. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria y Forestal. Lerdo, Durango.

LA DOSIS DE NITRÓGENO Y EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA DE NUEVAS VARIEDADES DE ALGODÓN

Arturo Palomo Gil¹, Jorge Arnaldo Orozco Vidal², Armando Espinoza Banda¹, Emiliano Gutiérrez del Río¹ Roger Antonio Rodríguez Camacho² y Oralía Antuna Grijalva¹

¹ Profesor Investigador, ² Estudiante de Posgrado en Ciencias Agrarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Periférico y Carretera a Santa Fe, Apdo. Postal 940, Torreón, Coah. C.P. 27000. Correo electrónico; apalomog@mixmail.com.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento y rendimiento del algodón, al igual que la mayoría de las especies cultivadas, muestra alta dependencia al nitrógeno (N) y al agua durante su ciclo biológico. El N es el nutrimento más crítico en un programa de fertilización en virtud de que es esencial para un desarrollo óptimo del cultivo, pero hay que evitar excesos que puedan ocasionar serios problemas de manejo del cultivo, y pérdidas en la producción. McConell *et al.* (1989) y Boquet *et al.* (1995) enfatizan que la sobrefertilización produce plantas con gran crecimiento vegetativo sin que esto se refleje en el rendimiento, además de que se incrementan las probabilidades de que se pierda el N del sistema suelo – planta. La dosis óptima de N está determinada por muchas variables ambientales como el clima, tipo de suelo, cultivar, fertilidad residual, humedad disponible, plagas, etc., (Gaylor *et al.*, 1983; McConnell *et al.*, 1989).

Entre 1960 y 1970, en la Comarca Lagunera se realizaron numerosos estudios para determinar la dosis óptima de fertilización nitrogenada para este cultivo. Las recomendaciones emanadas de estas investigaciones aún prevalecen a pesar de que han cambiado los sistemas de producción y de que las nuevas variedades de algodón son más precoces y de menor estructura vegetativa que las utilizadas en dicha época.

Batth y Appukutan (1971) y Batth *et al.* (1974) señalaron que las variedades de gran masa foliar requieren una mayor cantidad de N que las variedades precoces y de poca estructura vegetativa. Hodges (1991), confirmó los resultados anteriores y enfatizó que esto es una consecuencia de la arquitectura cónica y menor masa foliar de las nuevas variedades. El objetivo del presente trabajo fue conocer la respuesta a la dosis de N de nuevas variedades de algodón convencionales y una transgénica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el 2004 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna localizado en Torreón, Coah., México (25° 32' LN, 103° 14' LW y 1120 msnm). El suelo del área experimental es de textura

franco limosa, medianamente alcalino (pH de 7.85), con un 2.02 % de contenido de materia orgánica y 0.13 % de nitrógeno total. Se evaluaron tres variedades de algodón convencionales; CIAN Precoz, Fiber Max 832 (hoja okra) y la línea experimental "A. Narro 1", y una variedad transgénica "NuCot 35B, en cuatro dosis de N; 0, 80, 120 y 160 kg ha⁻¹, se aplicó una dosis uniforme de 40 kg de P₂O₅ ha⁻¹. Se utilizó un arreglo de parcelas divididas con parcela grande (Dosis de N) en bloques al azar con tres repeticiones. La siembra se realizó el 16 de abril de 2004 dando una distancia de 0.75 m entre surcos y de 0.17 m entre plantas para contar con una densidad poblacional de 80,000 plantas ha⁻¹. Al cultivo se le aplicaron cuatro riegos; uno de presembrado y tres de postsembrado, a los 63, 80 y 101 días después de la siembra. Se presentó una alta infestación de maleza, especialmente "correhuela" (*Convolvulus arvensis* L.) y zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), la cual se controló manualmente y con productos químicos específicos. El único problema con plagas lo representó la conchuela, para su control se realizaron cuatro aplicaciones de insecticida. La parcela experimental consistió de seis surcos de 5 m de largo y la útil de dos surcos de 3 m de largo.

Se evaluó el rendimiento de algodón hueso en kg ha⁻¹; altura de planta y en calidad de fibra se determinó la longitud en mm y pulgadas; la resistencia en g/tex; y la finura en índices de micronaire. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con el programa SAS (SAS Institute, 1990). En la comparación de medias se utilizó la DMS al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento:

El análisis de varianza para rendimiento de algodón hueso no manifestó diferencias estadísticas entre dosis de N, ni para la interacción dosis de N x variedades pero si se detectaron diferencias en el potencial productivo de las variedades evaluadas. La causa más probable de la falta de respuesta a la cantidad de N aplicado se debe a que el suelo donde se estableció el trabajo tiene un alto contenido de materia orgánica (2.02 %) y una buena reserva de N total (0.13 %), lo que, de acuerdo con Castellanos *et al.*, (2000), indica suficiencia de N residual para el cultivo de algodón por lo que no se espera respuesta a la adición de este nutrimento. En este trabajo el rendimiento medio obtenido fue de 6195 kg de algodón hueso ha⁻¹ lo que clasifica al sitio experimental como de alto potencial productivo. Sin embargo, Palomo *et al.* (2003) tampoco han obtenido respuesta a la aplicación hasta de 200 kg de N en suelos de bajo potencial productivo donde el rendimiento promedio obtenido fue de 2230 kg de algodón hueso ha⁻¹. La ausencia de interacción dosis de N x variedades implica que estos dos factores actúan independientemente en la manifestación del rendimiento (Cuadro1).

A diferencia del ciclo 2003 en que no se manifestaron diferencias en le potencial productivo de las variedades evaluadas, en este año si las hubo, aspecto en que las mejores variedades fueron Fiber Max 832, de hoja okra, y la transgenica NuCot 35B (Cuadro 1). El rendimiento medio de estas dos variedades fue 21 % superior al obtenido por CIAN Precoz y la Línea experimental "Narro 1".

En vista de que en los dos años de evaluación se han obtenido resultados diferentes con respecto al comportamiento de las variedades, es necesario continuar con esta investigación para definir la respuesta a la aplicación de fertilizante nitrogenado y si existe o no interacción entre variedades, dosis de N y ambiente (años).

El ciclo de NuCot 35B es siete días más largo que el de las otra tres variedades. La dosis de N tampoco afectó la altura de la planta, pero si hubo diferencias entre variedades. NuCot 35B creció 20 cm mas que CIAN Precoz, la variedad mas chaparra, y de 13 a 14 cm más que las otras variedades (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento de algodón hueso de cuatro variedades de algodón en cuatro dosis de nitrógeno. Ciclo 2004.

| Variedad | Dosis de N (kg ha ⁻¹) | | | | Media | Altura (cm) |
|---------------|-----------------------------------|------|------|------|--------|-------------|
| | 0 | 80 | 120 | 160 | | |
| CIAN Precoz | 5315 | 5574 | 5556 | 5574 | 5505 b | 86 c |
| Fiber Max 832 | 7019 | 7000 | 6907 | 6537 | 6866 a | 92 bc |
| NuCot 35 B | 6593 | 6259 | 7352 | 6648 | 6713 a | 106 a |
| "A. Narro 1" | 5222 | 5556 | 6241 | 5778 | 5700 b | 93 b |
| Media | 6037 | 6097 | 6514 | 6134 | | 94 |

En la columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.05)

Calidad de fibra

Las propiedades físicas de la fibra se deben más a factores genéticos que ambientales sin embargo, en su expresión se manifiesta efecto de las temperaturas y precipitaciones pluviales, prevalecientes durante el crecimiento del cultivo.

En el presente trabajo la cantidad de N aplicado no afectó la longitud, ni la finura o resistencia de la fibra.

Los resultados obtenidos para resistencia de la fibra son contrastantes a los obtenidos por Palomo *et al.* (1996) y Palomo *et al.* (2002) quienes encontraron que la resistencia al rompimiento aumentaba a medida que se incrementaba la dosis de N (Cuadro 2).

En calidad de fibra, se detectaron diferencias estadísticas en la longitud y resistencia de fibra de las variedades mas no en su grosor (finura).

Cuadro 2. Dosis de nitrógeno y la calidad de fibra del algodón. Ciclo 2004.

| Dosis de N (kg ha ⁻¹) | Longitud | | Resistencia (g/tex) | Finura (micronaire) |
|--------------------------------------|----------|--------|------------------------|------------------------|
| | pulgadas | mm | | |
| 0 | 1 5/32 | 29.0 a | 29.2 a | 4.3 a |
| 80 | 1 1/8 | 28.7 a | 30.0 a | 4.1 a |
| 120 | 1 1/8 | 28.7 a | 29.4 a | 4.2 a |
| 160 | 1 1/8 | 28.7 a | 29.7 a | 4.2 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.05)

Al respecto, y al igual que en el 2003, la variedad Fiber Max 832, y la línea "A. Narro 1" presentaron la mejor longitud y resistencia de fibra. A pesar de que los valores de longitud (medida en mm) y resistencia de fibra de CIAN Precoz fueron inferiores a los mostrados por las otras variedades, su calidad es superior a los estándares mínimos establecidos por la industria textil. Los valores de finura de fibra aceptados por la industria textil sin que se afecte el precio de venta de la fibra, es de 3.5 a 4.9 micronaires, dentro de este rango el grosor de fibra deseable por la industria textil es de 3.8 a 4.2 micronaires. En el Cuadro 3 se observa que la finura de la fibra de las cuatro variedades se sitúa en ese rango. Resultados de investigación indican que la finura de la fibra es afectada por las condiciones ambientales prevalecientes durante el ciclo del cultivo (año) así por ejemplo, en 1993 y en 1994 el grosor de fibra promedio fue de 3.8 y 4.1 micronaires, respectivamente (Palomo *et al.*, 1996) en tanto que en el presente estudio fue de 4.2 micronaires.

Cuadro 3. Calidad de fibra de cuatro variedades de algodón. Ciclo 2004.

| Variedad | Longitud | | Resistencia (g/tex) | Finura (micronaire) |
|---------------|----------|--------|------------------------|------------------------|
| | Pulgadas | mm | | |
| CIAN Precoz | 1 1/8 | 28.5 b | 28.1 b | 4.2 a |
| Fiber Max 832 | 1 5/32 | 29.5 a | 30.3 a | 4.1 a |
| NuCot 35B | 1 1/8 | 28.5 b | 29.7 a | 4.2 a |
| A. Narro 1 | 1 5/32 | 29.2 a | 30.2 a | 4.3 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.05)

CONCLUSIONES

La cantidad de N aplicado no afectó el rendimiento de algodón hueso, la altura de la planta ni la calidad de la fibra.

Los genotipos evaluados difirieron en su potencial productivo y en calidad de fibra. Los

genotipos más productivos fueron Fiber Max 832 y NuCot 35B, esta variedad también fue la mas alta. Fiber Max 832 y la Línea experimental "A. Narro 1" presentaron la mejor calidad de fibra. Las diferencias que presentan las variedades en calidad de fibra no son económicamente importantes ya que todos los valores son superiores a los requerimientos mínimos de la industria textil.

BIBLIOGRAFÍA

- Bhatt J G, E Appukuttan (1971) Nutrient uptake in cotton in relation to plant architecture. *Plant and Soil* 35:381-388.
- Bhatt J G, T Ramanujan, E Appukuttan (1974) Growth and nutrient uptake in a short branch strain of cotton in relation to its parents. *Cotton Growing Review* 51:130-137.
- Boquet D J, A Breitenbeck, A B Coco (1995) Residual nitrogen effects on cotton following long time application of different N rates. *In: Proc. Beltwide Cotton Conferences*. D A Richter, J Armour (eds). Jan. 4-7, San Antonio Texas. pp: 1362-1364.
- Castellanos, J. Z, Uvalle-Bueno, J. X., Aguilar-Santelices, A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Colección INCAPA. México, D. F.
- Hodges S (1991) Nutrient uptake by cotton: A review. *In: Proc. Beltwide Cotton Conferences*. DJ Herber and DA Richter (eds.). San Antonio Texas. 8-13. Jan. National Cotton Council of America, Memphis, Tennessee. pp: 938-940.
- Gaylor M J, G A Buchanan, F R Guilliland, R L Davis (1983) Interaction among a herbicide program, nitrogen fertilization, tarnished plant bugs, and planting dates for yield and maturity of cotton. *Agronomy Journal* 75:903-907.
- Mc Connell J S, B S Frizzell, R L Maples, M L Wilkerson, G A Mitchell (1989) Relationships of irrigation methods and nitrogen fertilization rates in cotton production. *Arkansas Agricultural Experimental Station Rep.* 310.
- Palomo G A, J F Chávez, S Godoy A (1996) Respuesta de la variedad de algodón "Laguna 89" a la fertilización nitrogenada. *Revista Fitotecnia Mexicana* 19:185-192.
- Palomo G A, A Gaytan M, M G Chavarría R (2002) Respuesta de una variedad precoz de algodón al número de riegos y dosis de nitrógeno. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25:43-47.
- Palomo G A, A Gaytán M, A Espinoza B, H G Martínez A, D Jasso C (2003) Dosis de nitrógeno en el rendimiento y calidad de la semilla de algodón. *Revista Fitotecnia Mexicana* 26(2): 95-99.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE VARIEDADES DE ALGODÓN DE HOJA NORMAL Y TIPO OKRA

Arturo Palomo Gil¹, Jorge Arnaldo Orozco Vidal², Emiliano Gutiérrez del Río¹,
Armando Espinoza Banda¹ y Roger Antonio Rodríguez Camacho²

¹ Profesor Investigador, ² Estudiantes de Posgrado en Ciencias Agrarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Periférico y Carretera a Santa Fe, Apdo. Postal 940, Torreón, Coah. C.P. 27000. Correo electrónico; apalomog@mixmail.com.

INTRODUCCIÓN

Existen pocos estudios para determinar la dinámica de acumulación y asignación de biomasa en plantas de algodón, y éstos se han realizado con genotipos desarrollados para sistemas de siembra de surcos amplios (Mohamad *et al.*, 1982). Bajo esta condición, las diferencias entre variedades se atribuyen a una baja producción de biomasa total y a una ineficiente asignación de materia seca hacia los órganos reproductivos (Unruh y Silverthooth, 1996). Hearn (1969) señaló que las diferencias en rendimiento entre cultivares de algodón se deben más a la capacidad asimilatoria de sus órganos reproductivos que a su capacidad fotosintética. Las variedades modernas son más eficientes para producir fibra debido a que tienen bien sincronizados estos dos procesos, es decir, el desarrollo reproductivo aumenta cuando hay un máximo peso y área foliar (Wells y Meredith, 1984a, 1984b). Algunas características de las plantas que influyen en esta sincronía de procesos son precocidad, poca altura, ramas cortas, estructura foliar eficiente en la captura de luz (Niles, 1974), y una alta tasa de crecimiento del cultivo y tasa relativa de crecimiento hacia la formación de fibra (Kerby *et al.*, 1990).

El rendimiento del cultivo de algodón es influenciado por el desarrollo y distribución de materia seca a cada uno de los órganos de la planta, así como por su eficiencia fotosintética, por tanto, índices de crecimiento como tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de asimilación neta (TAN), relación de área foliar (RAF), etc., son de gran utilidad para conocer como el ambiente o el manejo del cultivo, afectan la eficiencia fotosintética de las plantas o de variedades cultivadas bajo las mismas condiciones ambientales. El objetivo del presente trabajo fue determinar si la magnitud del aparato fotosintético, y eficiencia fotosintética de variedades de algodón modernas, convencionales y transgénicas.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el 2003 en el campo experimental de la UAAAN – UL. Las variedades evaluadas fueron CIAN Precoz (poca altura, hoja pequeña); Fiber Max (de

hoja okra) y NuCot 35B (transgénica, tardía con resistencia a gusano rosado (*Pectinophora gossypiella*) y gusano bellotero (*Heliothis zea*). Se utilizó un diseño de bloques al azar con seis repeticiones. La siembra se realizó el 18 de Abril a una distancia de 0.76 m entre surcos y de 20 cm entre plantas, (población de 65,000 plantas ha⁻¹). Se fertilizó en la siembra con la fórmula 120-40-0. Se aplicó un riego de presembrado y tres de auxilio. La única plaga problema fue la conchuela (*Chlorochroa ligata*) la cual se controló con cuatro aplicaciones de insecticida. La parcela experimental consistió de seis surcos de 6 m de longitud.

Para determinar la dinámica de producción de materia seca se realizaron cuatro muestreos destructivos, a los 69, 82, 105 y 124 días después de la siembra (dds). En cada muestreo se cortaron dos plantas con competencia completa por parcela. A cada planta se le separaron los órganos vegetativos (tallos, ramas y hojas) de los reproductivos. Antes de secar las hojas se les determinó su área foliar. Los tallos y ramas, las hojas, y los frutos se colocaron en bolsas por separado y se colocaron en una estufa de secado a una temperatura de 62°C durante 72 horas, después de lo cual se obtuvo su peso seco. La suma del peso seco de todos los órganos representó el peso seco total por planta. Con los valores de materia seca se calcularon los siguientes índices de crecimiento, de acuerdo con Radford (1976) y Hunt (1978):

1. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC), mide el incremento de biomasa por unidad de tiempo.

$$TCC = P_2 - P_1 / A (t_2 - t_1) \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$$

Donde :

A = Área donde el peso seco fue registrado

P₁ = Peso seco de Muestra 1

P₂ = Peso seco de Muestra 2

t₁ = Fecha de Muestreo 1 expresado en dds

t₂ = Fecha de Muestreo 2 expresado en dds

2. Tasa de asimilación neta (TAN), es un estimador de la eficiencia fotosintética de la planta.

$$TAN = (PS_2 - PS_1 / AF_2 - AF_1) \times (\log_e AF_2 - \log_e AF_1) / t_2 - t_1, \text{ g ms m}^2 \text{ día}^{-1}$$

Donde :

Log_e = Logaritmo natural

PS = Peso seco de las muestras en t₁ y t₂.

AF = Área foliar en el periodo t₁ y t₂.

3. Relación de Área Foliar (RAF), estima la magnitud del aparato fotosintético de la planta, y es la relación entre el área foliar y el peso seco total de la planta.

$$\text{RAF} = \text{AF}/\text{PS}, \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ de PS.}$$

Donde:

PS = Peso Seco Total

AF = Área foliar de la planta.

4. Área Foliar Específica (AFE), mide el grosor de la hoja y representa la superficie foliar por gramo de hoja.

$$\text{AFE} = \text{AF}/\text{PSAF}, \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}.$$

PSAF= Peso seco del área foliar

5. Relación de Peso Foliar (RPF), determina la distribución de asimilados hacia las hojas, y es un indicador de la frondosidad de la planta.

$$\text{RPF} = \text{PSAF}/ \text{PS de la planta}, \text{ g g}^{-1}$$

6. Índice de Área Foliar (IAF), es el área foliar por unidad de superficie de suelo.

$$\text{IAF} = \text{AFT}/\text{S}, \text{ m}^2/\text{ m}^2$$

Donde:

AFT = Área Foliar Total

S = Área de Suelo ocupada

Para todas las variables se realizaron análisis de varianza por muestreo y la comparación de medias se realizó con la prueba DMS al 0.05 de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza para todos los índices de crecimiento no mostraron diferencias significativas entre variedades en ninguna fase de desarrollo del cultivo sin embargo, es necesario comentar que desde el primer muestreo hasta los 105 dds la variedad Fiber Max, de hoja okra, mostró una mayor TCC y TAN que las otras variedades y que entre los 82 – 105 dds las tres variedades presentaron los valores más altos de TCC, indicando que en este periodo se concentró su máximo proceso metabólico (Cuadro 1).

Los tres genotipos alcanzaron su máximo IAF a los 105 dds y después declinó, debido a la senescencia de las hojas. El IAF de Fiber Max fue superior al de NuCot 35 B y el IAF de esta variedad superó ligeramente al de CIAN Precoz. En el muestreo de los 124 dds CIAN Precoz y Fber Max tuvieron una mayor declinación de su IAF que NuCot 35B, lo que es explicable dado que es una variedad de ciclo mas largo (Cuadro 1). En los componentes del tamaño relativo del aparato fotosintético (RAF, AFE y RPF) no se detectaron diferencias estadísticas entre variedades. Los valores más altos de RAF de las tres variedades se presentaron en las primeras fases de crecimiento de las plantas, y después declinaron conforme avanzó la edad

del cultivo. Esto se debe a que en las primeras fases de crecimiento las plantas invierten la mayor parte de los fotoasimilados en el establecimiento de su aparato fotosintético, cantidad que va disminuyendo gradualmente a medida que la planta acumula una mayor cantidad de carbohidratos en otros órganos de la planta, especialmente en los reproductivos. Los valores de RPF de las tres variedades fueron similares a través del desarrollo del cultivo y esto demuestra que la planta, independientemente de la variedad, regula y distribuye equitativamente, en sus órganos, los fotoasimilados que produce (Cuadro 2).

Cuadro 1. Índices de crecimiento de tres variedades de algodón. Torreón, Coahuila. México. Ciclo 2003.

| Índices | Periodo (dds) | Variedades | | |
|-----------------------------------------------|------------------|-------------|---------------|-----------|
| | | CIAN Precoz | Fiber Max 832 | NuCot 35B |
| TCC (g m ⁻² día ⁻¹) | 69 – 82 | 17.9 | 19.2 | 15.3 |
| | 82 – 105 | 21.2 | 27.3 | 23.3 |
| | 69 – 105 | 20.0 | 24.4 | 20.4 |
| | 69 – 124 | 14.4 | 16.3 | 14.3 |
| TAN (g m ⁻² día ⁻¹) | 69 – 82 | 14.04 | 14.93 | 12.27 |
| | 82 – 105 | 10.22 | 11.05 | 10.55 |
| | 69 – 105 | 12.15 | 13.10 | 11.17 |
| | 69 – 124 | 10.13 | 10.93 | 9.24 |
| IAF | 69 | 0.93 | 0.94 | 1.13 |
| | 82 | 1.69 | 1.75 | 1.61 |
| | 105 | 2.84 | 3.21 | 2.92 |
| | 124 | 2.07 | 2.29 | 2.44 |

dds = Días después de la siembra

Cuadro 2. Relación de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), y relación de peso foliar (RPF) de tres variedades de algodón. Torreón, Coahuila. México. Ciclo 2003.

| Índices | Periodo (dds) | Variedades | | |
|-------------------------------------------|------------------|-------------|---------------|-----------|
| | | CIAN Precoz | Fiber Max 832 | NuCot 35B |
| RAF (cm ² g ⁻¹) | 69 | 79.22 | 73.77 | 73.88 |
| | 82 | 48.37 | 46.68 | 45.50 |
| | 105 | 34.57 | 31.84 | 32.99 |
| | 124 | 22.64 | 22.03 | 27.57 |
| AFE (cm ² g ⁻¹) | 69 | 172.71 | 165.61 | 178.22 |
| | 82 | 129.18 | 143.11 | 126.66 |
| | 105 | 155.87 | 151.86 | 157.78 |
| | 124 | 137.72 | 133.34 | 156.05 |
| RPF (g g ⁻¹) | 69 | 0.46 | 0.45 | 0.41 |
| | 82 | 0.37 | 0.33 | 0.36 |
| | 105 | 0.22 | 0.21 | 0.21 |
| | 124 | 0.16 | 0.16 | 0.17 |

ds = Días después de la siembra

CONCLUSIONES

No hubo diferencias estadísticas en la TCC, TAN, IAF ni en los indicadores de la magnitud del aparato fotosintético de las variedades estudiadas sin embargo, en todo el período de crecimiento la variedad Fiber Max mostró los valores de TCC y TAN más altos, indicio de una eficiencia fotosintética superior a la de las otras variedades. Las tres variedades alcanzaron su máximo IAF a los 105 dds. De acuerdo con los valores de RPF, independientemente de la variedad, las plantas asignan la misma cantidad de fotoasimilados a su estructura foliar.

BIBLIOGRAFÍA

- Hearn A. B. 1969. The growth and performance of cotton in a dessert environment. II. Dry matter production. *J. Agric. Sci. Camb.* 73:75-86
- Hunt R. 1978. Plant growth analysis. The Institute of Biology's. *Studies in Biology* No. 96. Published by Edward Arnold. 67p.
- Kerby T. A., K. G. Cassman and M. Keerly. 1990. Genotypes and plant density for narrow rows cotton systems. I. Height, nodes, earliness, and location of yield. *Crop Science.* 30:644-649.
- Mohamad K. G., Kassman, and J.M. Pehelman. 1982. Cotton cultivars response to plant population in a short - season narrow-row cultural system *Agronomy Journal.* 74:619-625.
- Niles G. A. 1973. Influence of plant type on yield. *In Proc. Beltwide Cotton Production Research Conferences* pp. 107-110.
- Radford P. J. 1967. Growth analysis formulae, their use and abuse. *Crop Science.* 7:171-173.
- Unruh B. L., and J. C. Silverthooth. 1996. Comparison between an Upland and a Pima cultivars. II. Nutrient uptake and partitioning. *Agronomy Journal.* 88:589-595.
- Wells R., and W. R. Meredith Jr. 1984a. Comparative growth of obsolete and modern cotton cultivars. I. Vegetative dry matter partitioning. *Crop Sci.* 24:858-862.
- Wells R., and W. R. Meredith Jr. 1984b. Comparative growth of obsolete and modern cotton cultivars. II. Reproductive dry matter partitioning. *Crop Sci.* 24:863-868.

ENSALITRAMIENTO DE SUELOS POR FRECUENCIAS DE RIEGO AL UTILIZAR AGUA ALTAMENTE SALINA EN ALGODONERO

Miguel Palomo Rodríguez ¹, Uriel Figueroa Viramontes ¹

¹ Campo Experimental La Laguna. INIFAP. Blvd. José Santos Valdez No. 1200,
Matamoros Coahuila. palomo.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas se registra un aumento progresivo de la salinización de los suelos, que puede ser el resultado de por lo menos tres procesos: agua freática salina próxima a la superficie (menos de 2.5 metros), calidad química del agua de riego y frecuencias de aplicación. A este respecto García (1990, 1990a, 1992) y Figueroa., *et al* (2002), han realizado estudios que confirman los riesgos de contar con agua freática somera. Cuando no es manejado adecuadamente el riego de los cultivos, puede convertirse en un importante factor de salinización del suelo. Muchas de las decisiones que se toman en las parcelas de cultivo, obedecen a la escasez del agua de riego y al alto costo del bombeo profundo, de manera que es importante conocer los procesos que participan en fomentar un aumento de los valores de salinidad en el perfil radicular, Palomo (1990, 1990a).

Regularmente la alta proporción de usuarios del Distrito de Riego 009 riegan sus parcelas de cultivo con agua residual-mezclada, sin embargo la disponibilidad de agua, no es suficiente para distribuirla entre los usuarios asentados a lo largo del Río Bravo, lo que genera el uso de aguas altamente salinas que se tienen disponibles en el bombeo profundo. La superficie cultivada que está seriamente amenazada por un acelerado proceso de salinización, se ubica en la tercera unidad que es la parte final del Distrito, debido al permanente uso de agua residual-mezclada ($3.75 \pm 2.9 \text{ dS m}^{-1}$), o cuando es de bombeo alcanza valores de 4.8 hasta 12.5 dS m^{-1} , Palomo *et al.*, (2000).

Las frecuencias de riego y láminas utilizadas por los productores del Distrito de Riego 09 es variada. La lámina de riego utilizada en promedio es de 14.8 cm, en tanto las frecuencias de aplicación varían desde 4 hasta 6 riegos en primera y segunda unidad, en tanto para la tercera unidad se aplica solamente entre dos y tres riegos de auxilio. Por esta razón, la tercera unidad del Distrito de Riego tiene altas probabilidades de acelerar su proceso de salinización, dadas las expectativas de calidad de agua disponible, frecuencias de aplicación y láminas de agua utilizada. Lo anterior se traduce en una pérdida de la productividad de dichos terrenos.

Por lo anterior el objetivo del estudio fue establecer el proceso de salinización del suelo (salinidad-sodicidad), ocasionado por el uso de agua altamente salina en cuatro frecuencias de

riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

En terrenos del INIFAP-Valle de Juárez se estableció un lote de algodnero en escala semi-comercial que fue regado con agua que presentó una salinidad de 10.48 dS m^{-1} de conductividad eléctrica (CE) y 13.16 para Relación de Adsorción de Sodio (RAS). El factor de estudio involucrado en la investigación fue la aplicación de 2, 3, 4 y 5 riegos de auxilio aplicados en diferentes valores de demanda evaporativa (E_o) de un tanque clase "A" con agua muy altamente salino-sódica. Las láminas aplicadas fueron las que utilizan en promedio los productores de la tercera unidad del Distrito de Riego 09 que es de 14.8 cm.

Cada tratamiento de estudio estuvo conformado por 10 surcos de 140 metros de longitud. Previo a la siembra y en post-cosecha del algodón, fue muestreado el suelo a las profundidades 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-90 y 90-120 cm de profundidad. Los muestreos de suelo se realizaron en cuatro sitios de la parcela (repeticiones). Al extracto de saturación del suelo se le determinó pH, salinidad (CE) e iones solubles (Aguilar *et al.*, 1987). El Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) se obtuvo con la metodología expuesta por Richards (1962) donde considera las relaciones entre sodio, calcio y magnesio solubles para establecer valores de Relación de Adsorción de Sodio (RAS). Así también se determinó en suelos, granulometría (arena, limo y arcilla), (Aguilar *et al.*, 1987). La condición de permeabilidad es muy buena para el sitio de estudio de acuerdo al estudio agrológico, SRH (1970). La textura precedente fue franco con predominancia a franco arcillo-limoso. La profundidad del agua freática fue ubicada a 2.40 m y durante el desarrollo de la investigación presentó variaciones ± 0.37 m. Se estableció el proceso de salinización del suelo, además fue evaluada la respuesta agronómica del algodnero (no incluida en el presente reporte), así como calidad de fibra (longitud, resistencia y finura).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza muestran que existen diferencias altamente significativas en los valores de salinidad CE (dS m^{-1}) del suelo muestreado en post-cosecha para las fuentes de variación: a) tratamientos (frecuencias de aplicación del riego) y b) profundidad de muestreo, para un coeficiente de variación del 20.96 %. Para el proceso de sodificación (PSI), se registran en el análisis de varianza, diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos (riegos aplicados) con un coeficiente de variación del 23.24 %.

La prueba de comparación de medias por Tukey indicada en el Cuadro 1, agrupa a los

tratamientos que son significativamente diferentes, para CE y PSI en diferentes profundidades de muestreo y análisis realizado en post-cosecha. De igual manera se presenta la prueba de comparación de medias por Tukey, para valores de salinidad y sodicidad a la aplicación de riegos, Cuadro 2.

Cuadro 1. Valores promedio de salinidad y sodicidad del suelo, donde se indica las profundidades que son iguales estadísticamente mediante una prueba de comparación de medias por Tukey.

| Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹) | | Porcentaje de Sodio Intercambiable | |
|-----------------------------------------------|----------|------------------------------------|--------|
| Profundidad | Media | Profundidad | Media |
| 0-5 | 5.78 c | 0-5 | 6.53 a |
| 5-15 | 6.06 bc | 5-15 | 6.75 a |
| 15-30 | 6.83 abc | 15-30 | 6.73 a |
| 30-60 | 7.65 a | 30-60 | 6.95 a |
| 60-90 | 7.39 ab | 60-90 | 6.54 a |
| 90-120 | 7.03 abc | 90-120 | 7.87 a |

Cuadro 2. Valores promedio de salinidad y sodicidad del suelo, para los tratamientos de riegos aplicados, que son iguales estadísticamente mediante una prueba de comparación de medias por Tukey.

| Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹) | | Porcentaje de Sodio Intercambiable | |
|-----------------------------------------------|----------|------------------------------------|-----------|
| No. Riegos | Media | No. Riegos | Media |
| 2 | 4.3458 b | 2 | 7.0167 ab |
| 3 | 7.5542 a | 3 | 6.3208 b |
| 4 | 7.1146 a | 4 | 6.0833 b |
| 5 | 8.1708 a | 5 | 8.1708 a |

Destaca la menor concentración de valores CE en el estrato superficial del suelo 0-5 cm de profundidad y progresivamente aumenta hasta la profundidad de 120 cm.

En los valores de PSI se presenta una estabilidad de 6.53 hasta 6.95 y aumenta la concentración hasta 7.87 para la mayor profundidad de 120 cm.

En relación al número de riegos de auxilio se manifiesta un incremento progresivo de 2 riegos de auxilio hasta 5 riegos aplicados, que denotan una salinización debido al volumen de agua aplicada y frecuencias de aplicación.

Para el caso de PSI, se registra una estabilidad en la concentración de este parámetro con valores 6.08 hasta 7.01 y solamente en la mayor profundidad de muestreo aumenta hasta 8.17 unidades de PSI cuando se asocian al número de riegos aplicados.

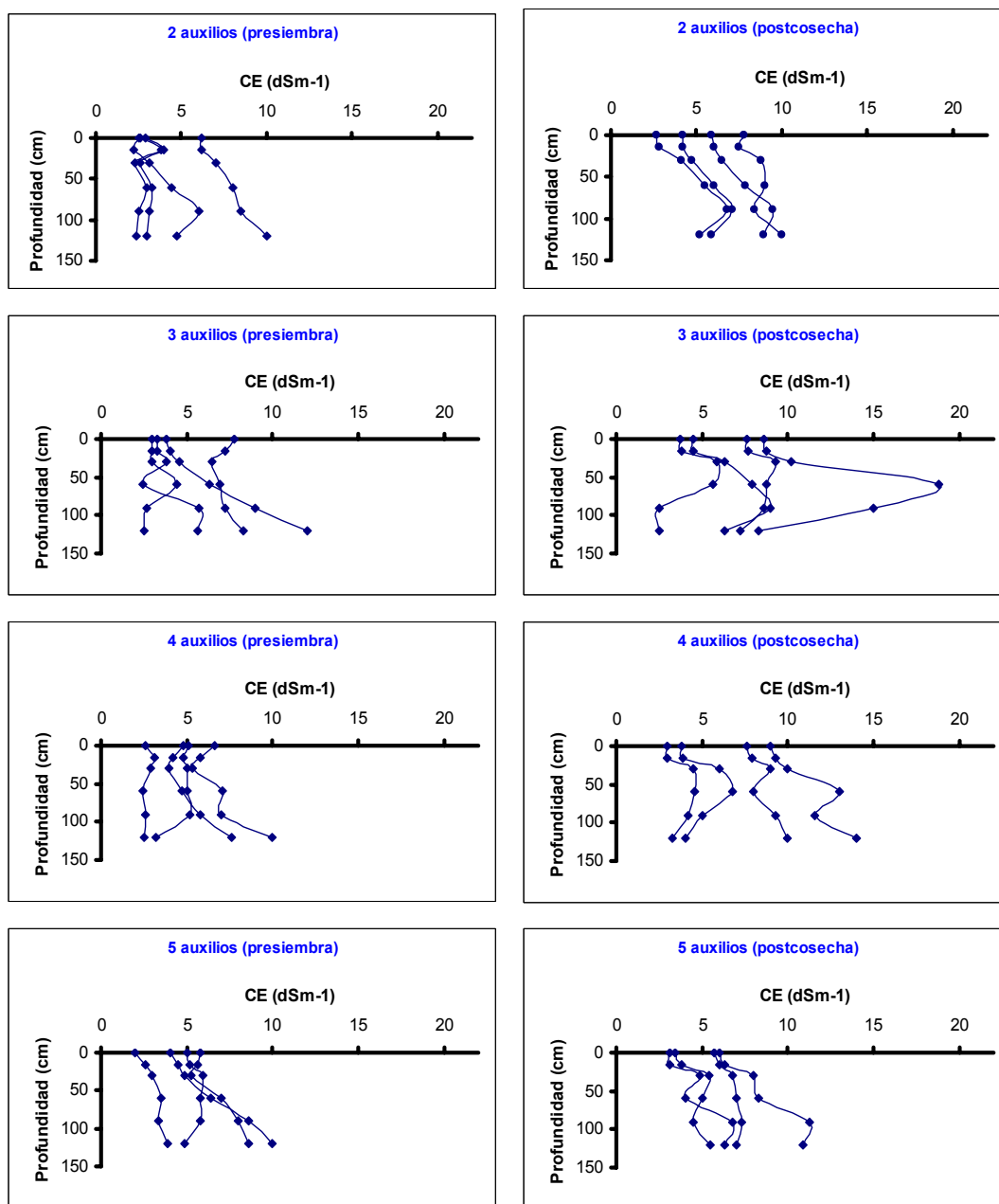


Figura 1. Comportamiento de valores de conductividad eléctrica (CE dSm⁻¹) en el perfil del suelo en presiembra y post-cosecha, indicados en cuatro sitios de muestreo (repeticiones).

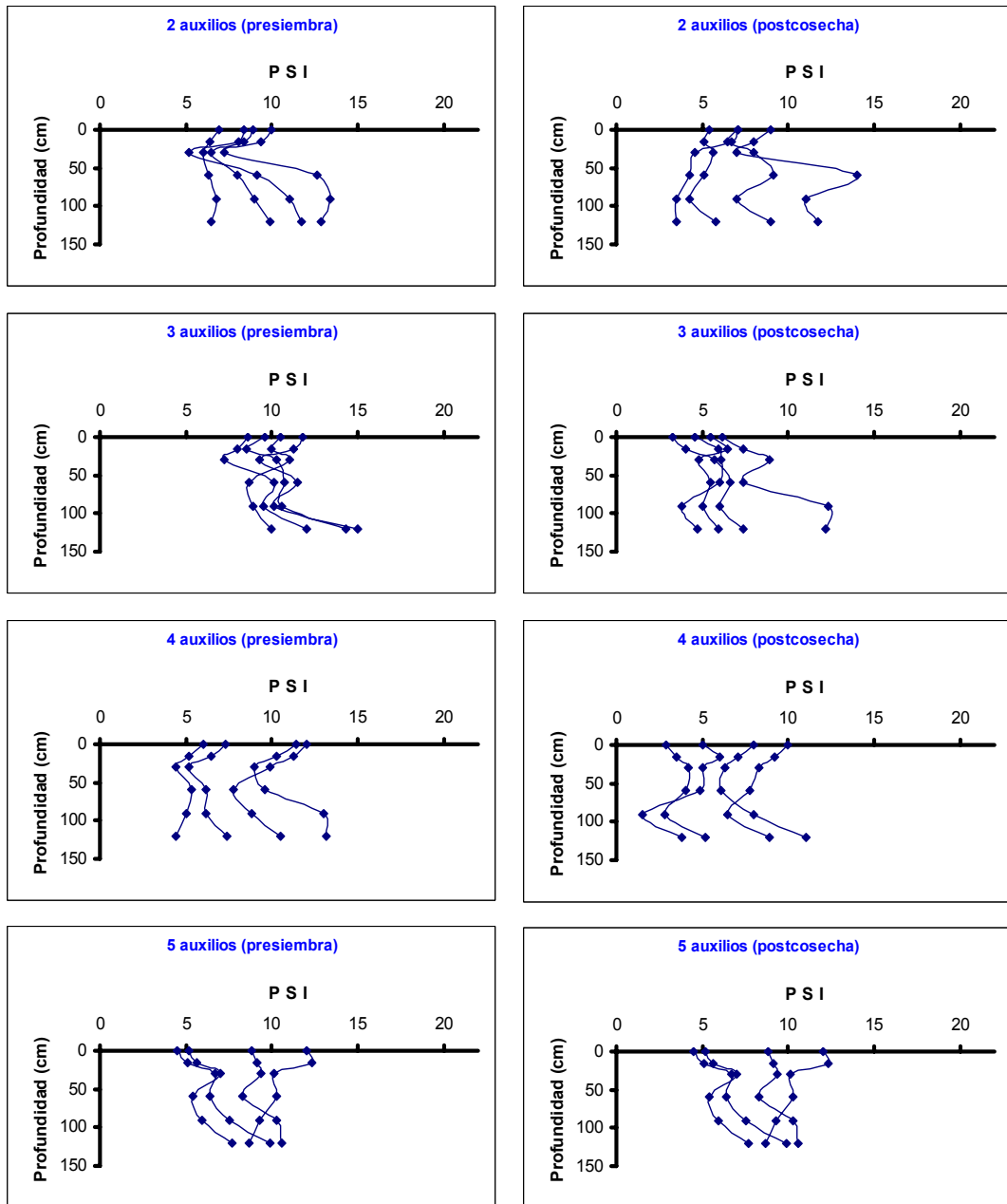


Figura 2 Comportamiento de valores de Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) en el perfil del suelo, para presiembra y post-cosecha, indicados en cuatro sitios de muestreo (repeticiones).

Las láminas de riego aplicadas (14.8 ± 1.3 cm) exceden a la lámina de evapotranspiración demandada por el cultivo, de manera que existe una fracción de lixiviado para mantener las sales mas allá del sistema de raíces.

CONCLUSIONES

Las láminas de riego exceden a la lámina de evapotranspiración demandada por el cultivo, de manera que existe un excedente de agua, que se aproxima y/o excede en ocasiones a la fracción de lixiviado.

En términos agronómicos el proceso de salinización y sodificación no fue extraordinariamente severo en condiciones de excelente permeabilidad y agua freática 2.40 m \pm 0.37 m de profundidad.

En suelos de la tercera unidad del Distrito de Riego, el proceso de salinización puede ser extraordinariamente más acelerado, debido a la baja permeabilidad que registran los suelos afectados por sodicidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S. A., Etchevers, B. J. y Castellanos, R. J. 1987. Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo. Publicación Especial No. 1. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. México. 217 p.
- Figueroa V.U., Palomo R.M., Nava A.F. y Chihuahua G.L. 1992. Salinidad del suelo y su relación con el manto freático en predios agrícolas del Valle de Juárez, Chih. Memorias XXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Acapulco-México. p. 421
- García S.M. 1992. Estudio de nivel freático en el Valle de Juárez. Memorias XXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Acapulco-México. p. 420
- García S.M. 1990. Caracterización de suelos y aguas por salinidad en el Valle de Juárez. En: Investigación agropecuaria en el Campo Experimental Valle de Juárez. INIFAP. Publicación Especial No. 8
- García S.M. 1990b. Estudios de nivel freático en el Valle de Juárez. Memorias XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Torreón-México. p. 212
- Palomo R. M., Grajeda M. C., y Núñez S. F. 2000. Contaminación en la agricultura del Valle de Juárez, por uso de aguas residuales. Informe de Investigación INIFAP-CONACyT. 187 p.
- Palomo R. M. 1990. Alteraciones de salinidad en el suelo ocasionadas por la aplicación de aguas salinas en trigo. Memorias XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Torreón-México. p. 213
- Palomo, R. M. 1990. Dinámica de las propiedades químicas del suelo por el uso de aguas salinas. en: Investigación Agropecuaria en el Campo Experimental Valle de Juárez. Publicación Especial No. 8 INIFAP. Págs.
- Richards, L.A. 1962. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. 1ª. Edición en español. **Editorial Limusa, México.**
- SRH. 1970. Estudio de factibilidad técnica, económica, social y financiera de la rehabilitación del Distrito de Riego Valle de Juárez, Chih. Estudio desarrollado por CIEPS Consultores. Tomos I y II. Ciudad Juárez, México.

TOLERANCIA A SALINIDAD DE GENOTIPOS DE CANOLA (*Brássica napus y rapa*) EN ETAPAS TEMPRANAS DE DESARROLLO

Miguel Palomo Rodríguez¹, Uriel Figueroa Viramontes¹

¹ Campo Experimental La Laguna, INIFAP. Blvd. José Santos Valdés 1200.
Matamoros, Coah. palomo.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas y semiáridas destacan dos factores que son limitantes para la producción de cultivos y que corresponden a una escasez de agua y niveles de salinidad en los suelos y agua de riego, sobre todo el agua que provienen del bombeo profundo; dichas zonas poseen las condiciones adecuadas para favorecer en el mediano y largo plazo, un proceso de salinización de los suelos, ya que la elevada evaporación favorece un afloramiento de sales en la superficie de los suelos, debido entre otras causas al manto freático somero que varía desde 1 a 3 metros de profundidad, así como a la disponibilidad de agua de riego que presenta elevadas concentraciones salinas lo que favorece el proceso de salinización. Entre las alternativas que se tienen para lograr una explotación redituable de estos suelos, se tiene el uso de especies tolerantes a salinidad.

En el Valle de Juárez, Chih. se tienen condiciones de alta concentración salina en más del 60 % de los suelos y el 90 % del agua de bombeo se clasifica como salina y muy altamente salina, así como baja y media en sodicidad; los valores promedio de salinidad en el agua de riego que corresponde a bombeo es de 3.38 dS m⁻¹ y valores de 5.2 para RAS (Relación de adsorción de sodio), aunque destaca la presencia de pozos de bombeo para el riego de cultivos que poseen valores de 8 hasta 12.4 dS m⁻¹, Palomo (2005).

En la zona se ha trabajado el programa de diversificación de cultivos, orientado a ofrecer a los productores alternativas de producción que sean atractivas en su rentabilidad. Entre las opciones tecnológicas que se han investigado destacan pistacho, cártamo y cebada, mismas que poseen una marcada tolerancia a salinidad.

La evaluación de la tolerancia a salinidad en etapas tempranas de desarrollo, como germinación y plántula, es una metodología útil en trabajos de selección de variedades y mejoramiento genético para tolerancia a salinidad, ya que permite evaluar un mayor número de materiales en menor tiempo y espacio. Los estudios sobre tolerancia a salinidad de los cultivos durante germinación y primeras etapas de desarrollo son limitados, como lo señala Figueroa., *et al* (2004), donde en gran medida los estudios realizados en Valle de Juárez, se utiliza material perlita o arena de medanos como sustrato y los tratamientos de estudio están conformados por

variadas concentraciones salinas del agua de riego.

Uno de los síntomas típicos de las plantas que crecen en condiciones de salinidad es la disminución del crecimiento y consecuentemente del rendimiento; de acuerdo con Mass y Hoffman (1977), la respuesta de la mayoría de los cultivos a las sales puede ajustarse a una ecuación de línea recta del tipo:

$$R = 100 - B (CE - A)$$

Donde:

- R = Rendimiento o crecimiento relativo
- B = Pendiente de la línea recta: indica el porcentaje de disminución del rendimiento por cada unidad que se incrementa la conductividad eléctrica (CE) del suelo, por encima del valor límite de tolerancia (A).
- A = Valor de tolerancia, abajo del cual no se ve afectado el rendimiento.
- CE = Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (dS m⁻¹)

En base a lo anterior el objetivo del estudio fue evaluar la tolerancia a salinidad de 12 genotipos de canola en etapas tempranas de desarrollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en condiciones de invernadero en instalaciones del Campo Experimental Valle de Juárez (INIFAP), ubicado en el kilómetro 63 de la Carretera Juárez-Porvenir en la frontera norte del estado de Chihuahua. Su ubicación geográfica corresponde a los meridianos 106 00' de longitud W y el paralelo 31 22' de latitud N, en la cuenca del Río Bravo. Un total de 12 variedades de canola (*Brassica napus* y *rapa*) que proceden del Programa Nacional de Investigación, Validación y Transferencia de Tecnología del INIFAP, fueron evaluadas en cinco niveles de salinidad para etapas tempranas de desarrollo, mismas que se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Material genético de canola (*Brassica napus* y *rapa*) utilizado en la investigación de tolerancia a salinidad

| Genotipos evaluados | | | |
|---------------------|---------|---------|-----------|
| IMC 108 | IMC 204 | SCOOP | Monty |
| IMC 205 | IMC 207 | CNH 505 | HYOLA 401 |
| IMC 105 | IMC 104 | CNH 517 | HYOLA 60 |

Los niveles de salinidad que corresponden a los tratamientos de estudio fueron (1.40, 3.25, 5.10, 8.35 y 11.60 dS m⁻¹) a los cuales les corresponde una diferente composición iónica y Relación de Adsorción de Sodio (RAS) y que se apega a la naturaleza hidro-geoquímica del acuífero del Valle de Juárez, Palomo y Villalba (1987), Palomo (1992). El estudio se realizó en macetas de material plástico de capacidad de 1 lt., donde se utilizó arena como sustrato inerte.

La arena de los médanos de San Agustín fue previamente lavada con agua des-ionizada para eliminar la concentración de sales solubles. Al momento de aplicar los riegos de auxilio se adicionó una solución nutritiva (Steiner, 1961).

La investigación se estableció en un experimento bi-factorial con cuatro repeticiones, donde los factores de estudio correspondientes fueron: a) 12 variedades de canola y b) cinco niveles de salinidad. Un total de 240 macetas fueron sembradas con canola en condiciones de sombreadero de maya negra que permite el paso de la luz en un 60%. Fueron sembradas 40 semillas por cada maceta y el período que duró la etapa de trabajo fue de 7 semanas, a partir de agosto del 2004. Los parámetros evaluados al finalizar el estudio fueron, la producción de materia seca, materia verde, producción de raíces y altura final de plantas. La información fue procesada estadísticamente mediante regresión lineal simple y análisis de varianza. Los tratamientos de salinidad para el agua de riego, se obtuvieron del mezclado de diferentes proporciones volumétricas que corresponden a dos diferentes pozos de bombeo (1.40 y 11.60 dS m⁻¹).

La proporción de mezclado de las dos fuentes de agua salina, se obtuvo con la expresión:

$$CE_{nf} = (CE_{na} Q^a / Q^t) (CE_{nb} Q^b / Q^t)$$

donde:

- CE_{nf} = Concentración final de sales del mezclado de aguas dS m⁻¹
- CE_{na} = Concentración de sales de la fuente de bombeo *a* dS m⁻¹
- CE_{nb} = Concentración de sales de la fuente de bombeo *b* dS m⁻¹
- Q^a = Volumen proporcional de la fuente de bombeo *a*
- Q^b = Volumen proporcional de la fuente de bombeo
- Q^t = Volumen total del mezclado de aguas

Los valores CE_{nf} se obtuvieron en forma teórica y posteriormente se comprobaron en laboratorio, para ello se utilizaron cuatro repeticiones de mezclado, esto fue hasta encontrar la proporción volumétrica que mejor se ajustara a los valores de salinidad que corresponden a los tratamientos de investigación propuestos.

Las variables determinadas fueron materia verde y materia seca de follaje, materia seca de raíces y altura final de plantas al momento de la cosecha. Se obtuvieron análisis de varianza con la información generada, además de regresiones entre respuesta agronómica de cada variable con cada nivel de salinidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los genotipos se presentó una disminución de la producción de materia verde del follaje, materia seca de follaje, la altura de plantas y la producción de raíces al aumentar los niveles de salinidad. El análisis de varianza indica que la salinidad afectó la producción de las cuatro variables agronómicas evaluadas. El Cuadro 2 presenta el concentrado de valores límite de tolerancia (VLT) para dos variables agronómicas evaluadas, además pendiente de regresión y coeficiente de determinación para cada caso, cuya aplicación se lleva a cabo en el modelo de Mass y Hoffman (1977).

Cuadro 2. Valor límite de tolerancia (VLT) de cada genotipo y estimadores de regresión lineal para materia verde y materia seca de follaje en canola. INIFAP-Valle de Juárez.

| Genotipo | Materia verde follaje | | | Materia seca follaje | | |
|-----------|-----------------------------|---------|----------------|-----------------------------|--------|----------------|
| | VLT (dSm ⁻¹) | B | R ² | VLT (dSm ⁻¹) | B | r ² |
| IMC 108 | 1.1 | -7.766 | 0.968 | 1.2 | -3.621 | 0.938 |
| IMC 205 | 0.1 | -6.330 | 0.837 | 0.4 | -3.278 | 0.926 |
| IMC 105 | -0.2 | -8.619 | 0.819 | -1.7 | -3.692 | 0.852 |
| IMC 204 | 0.5 | -9.203 | 0.708 | 0.0 | -4.407 | 0.895 |
| HYOLA 401 | -1.4 | -9.030 | 0.749 | 1.7 | -8.547 | 0.985 |
| SCOOP | 0.7 | -10.772 | 0.810 | 1.3 | -6.941 | 0.989 |
| IMC 207 | -1.7 | -7.197 | 0.680 | -0.4 | -3.911 | 0.946 |
| CNH 505 | 1.7 | -9.709 | 0.937 | 2.2 | -4.722 | 0.954 |
| CNH 517 | 1.9 | -8.914 | 0.934 | -0.8 | -3.044 | 0.872 |
| MONTY | 0.2 | -8.877 | 0.888 | 0.3 | -3.926 | 0.968 |
| IMC 104 | -0.1 | -7.982 | 0.918 | 1.5 | -4.100 | 0.911 |
| HYOLA 60 | 1.2 | -8.990 | 0.911 | -1.0 | -3.382 | 0.874 |

La disminución de cada parámetro al efecto de la salinidad es de tipo lineal con valores r^2 que son altamente significativos en forma general. Existen diferencias altamente significativas a la fuente de variación salinidad, variedad y en la interacción salinidad-variedad.

El análisis de comparación de medias de Tukey indica que todas las variedades son estadísticamente diferentes entre si al someterlas a diferentes niveles de salinidad, esto es para materia verde de follaje, materia seca de raíces y altura final de plantas a la cosecha. Para materia seca de follaje se indica la prueba de comparación de medias, donde la variedad CNH

517 es estadísticamente igual al grupo conformado por los materiales CNH 505, Hyola 60 e IMC 205.

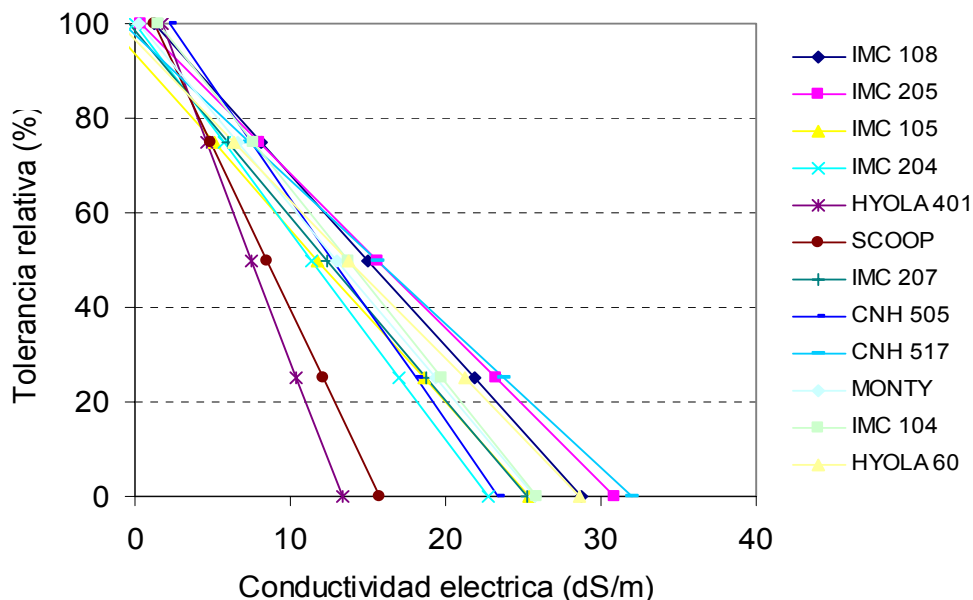


Figura 1. Tolerancia relativa a salinidad expresada en producción de materia seca de follaje para 12 genotipos de canola. INIFAP-Valle de Juárez.

Para la presente investigación se tiene que el mejor indicador para identificar a las variedades más tolerantes a salinidad, es expresado por la pendiente de regresión, que equivale al porcentaje de reducción en la producción de materia seca, Cuadro 2 y Figura 1. Los genotipos que registran la mayor tolerancia a salinidad son CNH 517, IMC 205 seguido de IMC 108 e Hyola 60, en tanto los materiales más susceptibles corresponden para Hyola 401 y Scoop.

CONCLUSIONES

La salinidad afectó la producción de materia verde de follaje, materia seca de follaje, la altura de plantas y la producción de raíces.

Existen diferencias altamente significativas a la fuente de variación salinidad, variedad y en la interacción salinidad-variedad.

El mejor indicador para identificar a las variedades más tolerantes a salinidad, es expresado por la pendiente de regresión, que equivale al porcentaje de reducción en la producción de materia seca.

Los genotipos que registran la mayor tolerancia a salinidad son CNH 517, IMC 205

seguido de IMC 108 e Hyola 60, en tanto los materiales más susceptibles corresponden para Hyola 401 y Scoop.

BIBLIOGRAFÍA

- Figuroa, V. U., Flores, O. M. y Palomo R. M. 2004. Metodología para evaluar la tolerancia a salinidad de cultivos en etapas tempranas de desarrollo. Memorias de la XVI Semana internacional de Agronomía. Venecia Durango., págs. 556-561
- Mass, E.V. and A. J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance current assessment. J. Irrig. Drain. Div. ASCE. 103:115-134
- Palomo, R. M. 2005. Caracterización hidroagrológica del Valle de Juárez. Memorias del Simposio "Asociaciones de colaboración binacional para la conservación del agua en la región Paso del Norte. Ciudad Juárez (México). págs. 23-29
- Palomo, R. M. 1992. Parámetros químicos del agua subterránea en el Valle de Juárez, Chih. asociados a la concentración electrolítica. Informe de Investigación. Campo Experimental Valle de Juárez-INIFAP. 9 p.
- Palomo, R. M. y Villalba A. A. 1987. Geoquímica de aguas subterráneas de utilización agrícola en una zona árida. Bol. Dpto. Geol. UNI-SON. Vol. 4:1-2, p. 65-76
- Steiner, A. A. 1961. A method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant and Soil. 15:134-154

MANEJO EFICIENTE DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO MAÍZ

MC. Pedro Ortiz Franco¹; Martha I. Valverde Flores¹ y Miguel Palomo Rodríguez²

¹INIFAP, Campo Exp. Sierra de Chihuahua, Av. Hidalgo 1213, Cd. Cuauhtémoc, Chih. CP 31500.
Tel. y Fax (625)582-3110; 2-2258, ²Campo Experimental Laguna. ortiz.pedro@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La escasez de agua representa actualmente la peor amenaza contra la producción de alimentos. Existe la evidencia de que se están saqueando los acuíferos especialmente para la producción agrícola Postel, (2001). Debido a lo anterior el agua para riego es un recurso escaso y caro (\$0.32/Kwh), principalmente donde se riega por gravedad, ya que la eficiencia de aplicación del agua es generalmente inferior al 50 % Ortiz y Amado (2003), lo cual quiere decir que gran parte de ésta no cumple la función de contribuir a la producción de biomasa del cultivo de interés.

En México, anualmente se cosechan 5.5 millones de ha bajo riego, de las cuales el 92% se riega por métodos superficiales (3' 136,775 ha con surcos y 1'287,498 ha por melga) sin controlar los caudales aplicados y con bajas eficiencias, siendo estas en los Distritos de Riego del 60% en la conducción y un 50% en aplicación; mientras que en las unidades de riego, la eficiencia de conducción es del 85% y un 55% en la aplicación, es decir que se pierden 68 m³ de agua por cada 100 m³ en los Distritos de Riego y en las unidades de riego se pierden 53.25 m³ por cada 100 m³ utilizados. Esta situación es muy grave, ya que constituye el principal problema del 1'067,809 usuarios de riego por gravedad de México, que orientan su producción, a granos 55 %, oleaginosas 10 %, forrajes 9%, frutales 12%, hortalizas y cultivos industriales 15%, (Novelo, 1998).

De acuerdo con SAGARPA (2001-04), en el estado de Chihuahua, se destinan aproximadamente 333 mil ha a la producción agropecuaria bajo condiciones de riego, de las cuales 93 mil son regadas con agua proveniente de los vasos de almacenamiento o presas y 240 mil con agua de "bombeo", donde destacan los cultivos de maíz , algodón, manzano, frijol y durazno con 64,063, 54,613, 26,183, 22,465 y 2,067 ha respectivamente, y representan el 50% de la superficie que se irriga con agua del subsuelo. Para este propósito, en el Estado se localizan 60 Acuíferos, dentro de los que se encuentran 16,200 pozos de bombeo con extracción anual de 3,186 Mm³, de éstos, el 98% se usa con fines agropecuarios.

Información de CNA (2004), destaca que el acuífero de Acuífero Cuauhtémoc cuenta con más de 4,200 pozos concesionados (26% del total estatal), con un volumen medio de extracción anual de 292 Millones de metros cúbicos (Mm³), de estos, el 92% se utiliza en la

agricultura, donde los dos cultivos principales son el maíz y las plantaciones de manzano con 41,092 y 11,472 ha respectivamente, en el primero, toda la superficie se maneja con riego por gravedad (multicompuertas) con una eficiencia apenas del 45%; en manzano, el 85% de la superficie cuenta con sistemas de riego presurizados (microaspersión), donde la eficiencia de conducción es de 90%, sin embargo la de aplicación es de sólo 70%, por lo que al final la eficiencia global es de 63% en este cultivo. Ambas condiciones, provocan fuertes abatimientos en el acuífero ($2.4 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$). Esto ha traído como consecuencia que la profundidad de extracción y la energía requerida se incrementen, y con ello los costos y el riesgo de producción sustentable por la escasez del recurso Parra y Ortiz, (2003). De manera resumida se puede decir que del Acuífero se extraen 292 Mm^3 , y la recarga por las lluvias y el escurrimiento superficial es de 115 Mm^3 por lo que prevalece un déficit alarmante de 177 Mm^3 anuales.

Con base en lo anterior, y a través del proyecto de transferencia de tecnología del INIFAP, el Campo Experimental “Sierra de Chihuahua”, ha puesto en Validación y Transferencia la tecnología de FERTIRRIEGO con el sistema de riego por goteo de baja presión (LPS) (manguera con goteros incrustados) en el cultivo maíz, como una estrategia para eficientar el uso del agua y darle sustentabilidad al acuífero de Cuauhtémoc.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo 2004, se seleccionaron dos localidades dentro del Acuífero una en el Campo menonita 25 y otra en el campo 51. En la primera se diseñó el sistema de riego para una superficie de 5.68 ha y en la segunda para 12.5 ha con el sistema LPS, en ambos casos se compararon con el sistema tradicional del productor riego por “multicompuertas”. Para la programación del riego, se llevó un control estricto del contenido de humedad en el suelo, haciendo las determinaciones por el método gravimétrico descrito por Torres (1984), previamente, del suelo se obtuvieron los valores de Capacidad de Campo (CC), punto de marchitamiento permanente (pmp) y Densidad aparente (Da). Del clima se tomaron datos de lluvia y evaporación a nivel diario. Del cultivo, se llevó un registro de las principales etapas fenológicas, materia seca total y rendimiento de grano. Desde el punto de vista económico, se hará un análisis financiero mediante la metodología de la Matriz Agrícola de Política (MAP), mediante análisis de ingreso, con lo que le productor podrá conocer los costos actuales, ingresos y ganancias de la actividad que esta realizando.

El Sistema de Riego de Baja Presión

El sistema de riego por goteo de baja presión (3 a 5 lbs), es un sistema de riego localizado, que consiste en la aplicación de pequeños volúmenes de agua ($Q= 0.55 \text{ lps}$), en o

cerca de la zona de raíces, mediante dispositivos especiales llamados goteros; donde se riega sólo la parte del suelo ocupado por las raíces, con lo cual se ahorra agua y se aumenta la eficiencia de su uso. Este sistema permite incorporar fertilizantes al agua de riego (fertirrigación), la cual presenta la ventaja de que el agua y fertilizante juntos forman una solución nutritiva que se aplica directamente a la zona de raíces de las plantas, y los nutrientes se proveen en la época y proporción adecuadas. (Phene et al, 2003).

Componentes del Sistema LPS

El sistema esta constituido por: a).- Filtro de discos; b).- Válvula de control; c).- Sistema de Inyección de fertilizantes (Venturi de $\frac{3}{4}$ “); d).- Línea de conducción (“Polinet de 10” de diámetro); e).- Líneas regantes (mangueras de 20 mm de diámetro con goteros incrustados cada 40 cm y $Q = 0.55$ lps); f).- conectores y g).- Depósito de control de la presión (2,000 a 3,000 ltos) (Figs. 1 y 2).



Figura 1. Sistema de riego por goteo de baja presión (LPS), al inicio de su operación.



Figura 2. Sistema de riego por goteo de baja presión (LPS), en plena operación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados reportados por Ortiz y Amado (2003), el uso del fertirriego en el cultivo maíz representa una producción entre 14.0 y 16.0 ton ha, con una eficiencia en el uso del agua de 2.57 kg m⁻³ y un ahorro en el uso del agua de al menos 37%. Adicionalmente, los costos de producción del cultivo se reducen en un 20 a 25%, debido a que las labores de labranza se reducen a dos pasos de maquinaria (siembra y cosecha).

Los resultados obtenidos en 2004, se muestran en el Cuadro 1, donde se destaca que el sistema de riego por goteo de baja presión, en el Campo #25 utilizó 5,198 m³ ha⁻¹ (con 14 riegos) en comparación con 9,816 m³ ha⁻¹ (6 riegos) que se utilizaron en el sistema de riego por gravedad "multicompuertas", que es el sistema que ordinariamente utilizan los productores de maíz en el noroeste de Chihuahua, esta diferencia significó un ahorro de agua de 47%; con respecto al Campo 51 T, con el sistema LPS se dieron 17 riegos con un volumen de 5,528 m³ ha⁻¹, mientras que con el sistema tradicional del productor sólo fue posible regar 7 veces con volumen de 8,370 m³ ha⁻¹, registrándose un ahorro de agua del 34%. La Figura 3, muestra de una manera clara como la aplicación de pequeños volúmenes de agua cerca de la zona de raíces, mediante los goteros incrustados en la manguera regante, donde se riega sólo la parte del suelo ocupado por las raíces, son la base para el ahorro de agua y por consecuencia el aumento en la eficiencia de su uso. Además, este sistema permitió incorporar nutrientes como el nitrógeno (UAN-32 = 32% de N) y el fósforo (10-34-0 = 10% de N y 34% de P) en el agua de riego (fertirrigación), lo cual presentó la ventaja de que el agua y fertilizante juntos forman una solución nutritiva que se dispuso directamente a la zona de raíces de las plantas, en la época y proporción adecuadas. Los datos muestran además que con el sistema LPS, se puede fertilizar inclusive con fósforo (Campo #25), actividad que no se puede realizar con el multicompuertas y, sobre todo se aplican los fertilizantes casi tantas veces como se decida. La Figura 4, confirma plenamente, la facilidad que presenta el sistema LPS, para mantener el control de la humedad en el suelo en el nivel óptimo.

En cuanto a la respuesta de la planta, se lograron alturas de 2.40 m (plantas más vigorosas y de aspecto más sano) en el sistema LPS contra 2.15 m en el multicompuertas. El rendimiento de grano obtenido con los diferentes sistemas fue similar en los dos sitios; así, en el Campo #25, el LPS reportó una producción de 10.35 ton ha⁻¹ contra 8.9 ton ha⁻¹ del sistema tradicional, en el Campo 51-T, con el sistema LPS se produjeron 11.75 ton ha⁻¹ contra 9.95 ton ha⁻¹ para multicompuertas (Figs. 5 y 6). La evaluación económica indicó que en forma global con el sistema LPS se obtiene en promedio un Índice de Redituabilidad de 1.67 contra 1.43 del sistema de riego tradicional multicompuertas.

Cuadro 1. Comparación de los dos sistemas de riego evaluados en el Campo 25 y 51-T. Ciclo 2004.

| FACTOR | CAMPO # 25 | | CAMPO # 51-T | |
|----------------------------------------|-------------|------------------|--------------|------------------|
| | GOTEO (LPS) | MULTICOM PUERTAS | GOTEO (LPS) | MULTICOM PUERTAS |
| No. DE RIEGOS | 14 | 6 | 17 | 7 |
| LÁMINA DE RIEGO (cm) | 51.98 | 98.16 | 55.28 | 83.7 |
| VOLUMEN DE RIEGO (M Ha ⁻¹) | 5,198 | 9,816 | 5,528 | 8,370 |
| FERTILIZACIÓN | | | | |
| NITRÓGENO (Kg Ha ⁻¹) | 55 (9) | 92 (1) | 200 (5) | 200 (1) |
| FÓSFORO (Kg Ha ⁻¹) | 40 (9) | - | - | - |



Figura 3. Aplicación de agua y nutrientes en el sistema de riego por goteo de baja presión (LPS). Campo 25, municipio de Cuauhtémoc, Chih., Ciclo 2004.

En función de esta información, y asumiendo que potencialmente existen 53,000 ha, donde se puede establecer este sistema, lo que representaría para el Acuífero un ahorro de agua promedio de 68.3 Millones de m³ anuales (Mm³).

Los costos de inversión inicial de esta tecnología son de \$8,625.00 Ha⁻¹, con duración promedio de 5 años, lo que hace indispensable el apoyo del Programa de Alianza para el Campo del Gobierno Federal, para adquirir los sistemas.

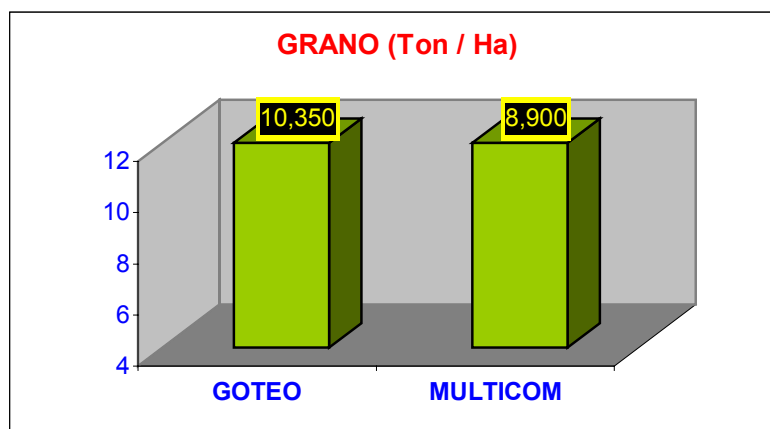
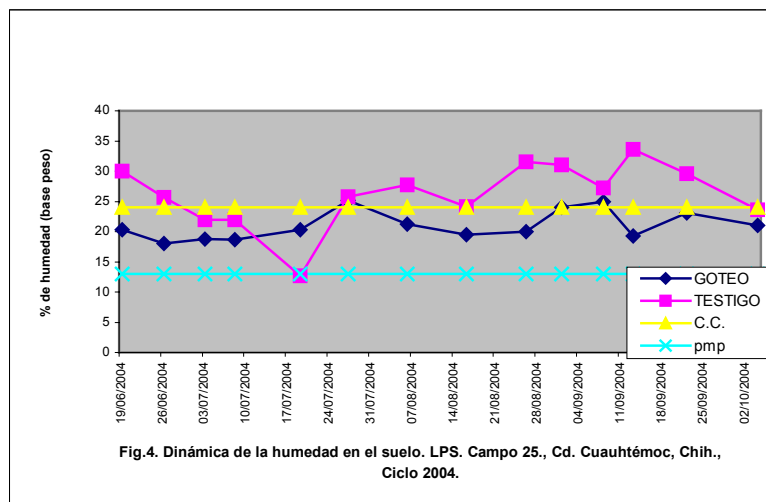


Figura 5 . Rendimiento de grano con en el sistema de riego por goteo de baja presión (LPS) vs el sistema de riego tradicional (multicompuestas). Campo 25, municipio de Cuauhtémoc, Chih., Ciclo 2004.

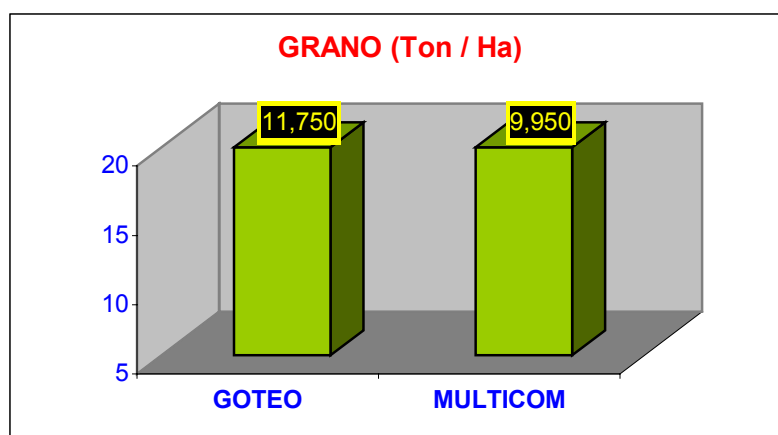


Figura 6 . Rendimiento de grano con en el sistema de riego por goteo de baja presión (LPS) vs el sistema de riego tradicional (multicompuestas). Campo 51-T, Municipio de Namiquipa, Chih., Ciclo 2004.

CONCLUSIONES

En maíz, con el sistema de riego por goteo de baja presión (manguera con goteros incrustados cada 40 cm) LPS, se puede ahorrar entre el 35 al 47% del agua, en comparación con el sistema tradicional de multicompuertas y representa incrementos de producción del 14 al 15%. El uso generalizado de esta tecnología, beneficiará de manera directa a 2,600 productores de maíz.

Esta tecnología se puede utilizar en todo el País, donde la superficie sembrada con este cultivo disponga de riego por bombeo o agua de presa. (en este caso, sólo se requiere re-bombear el agua).

BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cuauhtémoc Estado de Chihuahua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. 18 p.**
- Novelo G., M. 1998. La modernización del riego, base de una agricultura competitiva y sustentable. FIRA, Boletín Informativo No. 303. Vol. XXXI.
- Ortiz F. P. Y J.P. Amado A. 2003. Tecnología para producir maíz con riego por goteo subterráneo. INIFAP-CIRNOC-CESICH. Folleto Técnico No. 18. Diciembre del 2003.
- Parra Q. R. Á. y P. Ortiz F. 2003. Manejo del riego en manzano mediante Déficit de Riego Controlado (DRC). IX Simposium Internacional sobre el Manzano "Agua y conservación del Ecosistema". 5, 6, 7 y 8 de Noviembre del 2003. Cd. Cuauhtémoc, Chih., México.
- Phene J. C., Dennis Hannaford., Claude Phene II., Scott With., Thomas L. Thompson., Pat Fernandes y Mike Illia. 2003. Low Pressure Drip Irrigation-Concept and Description. Paper · 60.
- Postel, S. 2001. Aprovechamiento agrícola del agua. El Heraldo de Chihuahua, jueves 7 de Junio del 2001. PROTECCIÓN, p:2B.

CAMBIOS EN LOS CONTENIDOS DE MACRO Y MICROELEMENTOS POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOSOLIDOS EN UN SUELO ARENOSO

María del Carmen Potisek Talavera¹, Uriel Figueroa Viramontes², Rodolfo Jasso Ibarra³,
Guillermo González Cervantes¹, José Villanueva Díaz¹.

Investigador del Cenid-Raspa¹, Investigador del Campo Experimental La Laguna²
Investigador Campo Experimental de Delicias³
potisek.carmen@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el crecimiento de la población urbana requiere cada vez más de agua potable para consumo y uso doméstico e industrial. Este crecimiento conlleva a la generación de grandes volúmenes de aguas negras que al ser desechadas, son conducidas a los colectores municipales en donde el agua es tratada en las Plantas Tratadoras de Aguas Residuales (PTAR) que permiten cumplir con la norma ecológica NOM-001ECOL-96 que establece límites máximos permisibles de descarga residual en los cuerpos de agua receptores. Los lodos que resultan del tratamiento de los procesos de tratamiento de aguas crudas es un subproducto inevitable. Cuando estos lodos residuales obtenidos del tratamiento de aguas residuales cumplen con las normas oficiales (NOM-052/ ECOL-93) y de calidad (NOM-004-SEMARNAT-2002); con el análisis de caracterización **CRETI** (Corosividad-Reactividad-Toxicidad-Inflamabilidad), éstos son llamados biosólidos. Este subproducto es tratado por diferentes métodos (como la aplicación de cal, la digestión anaeróbica, etc.) para reducir los niveles de patógenos y la atracción de vectores transmisores de enfermedades a niveles que son seguros para el hombre y los animales. Una vez que el material cumple las normas establecidas deja de ser un desecho para convertirse en un recurso útil que es aprovechado en la agricultura, en los jardines e invernaderos, mejorando sus propiedades físicas del suelo y la productividad de los mismos.

En el Municipio de Torreón se genera un volumen anual de aguas residuales de alrededor de 52 millones de m³ (SIMAS, 2005); por lo cual se estima de acuerdo a Metcalf y Eddy (1991) que la producción anual de lodos secos es del orden de 13 toneladas. Quizá este volumen de desecho no sea alarmante sin embargo; a mediano plazo representa un problema de contaminación potencial ambiental para la sociedad y de altos costos para la disposición final de los mismos para los Municipios. Por lo que antecede, el objetivo principal de este trabajo fue el conocer los cambios generados en los contenidos de macro y microelementos en un suelo de tipo arenoso por adición de biosólidos, para su utilización potencial como fertilizante orgánico, dispuesto y aprovechado en áreas de cultivos forestales o forrajes. En general, los biosólidos

son ricos en nitrógeno y fósforo y una tonelada de biosólidos puede tener hasta 176 kg de nitrógeno y 143 kg de fósforo, además de contener otros nutrientes esenciales como zinc y cobre, entre otros. El nitrógeno es uno de los elementos de más alto contenido en los lodos, sin embargo al ser utilizado en los suelos, la dosis de aplicación de éstos, deberá tomar como base el contenido de nitrógeno en los lodos y los requerimientos de la especie para su rendimiento potencial, evitando la lixiviación de nitratos hacia el acuífero (Gilmour y Clark, 1998)

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Suelos del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera con financiamiento de CONACYT-SEMARNAT-2002-C01-263, empleando columnas de suelo. Para ello fueron utilizados tubos de PVC blanco de diámetro conocido de aproximadamente 65 cm. de longitud. Para el montaje de las columnas de suelo se realizó una compactación por estratos para obtener un valor de densidad aparente similar al observado en el perfil natural, la pared interior del contenedor fue recubierta con parafina. Aunque estas condiciones no son una réplica exacta de la realidad, sí aportan elementos técnicos para inferir sobre los cambios que se generan en los suelos por profundidad y por efecto de aplicación de los biosólidos en las diferentes profundidades (0-5, 5-10; 10-36, 36-63 cm.) de la columna. Los tratamientos evaluados en las columnas de laboratorio fueron los siguientes: biosólidos en dosis alta (**AB**) y dosis baja (**Ab**) de 200 y 100 toneladas por hectárea, comparándolo con aplicaciones de fertilizante (**Af**) 100 kg de nitrógeno por hectárea (La fuente fue Urea al 46 % de Nitrógeno) y un testigo sin aplicación (**At**) con tres repeticiones; analizados en un diseño de bloques al azar por profundidad. El perfil es arenoso con densidad aparente de 1.4 gramos por centímetro cúbico en el estrato de 10 a 40 cm (arena de duna) mientras que en los subyacentes 20 cm (arena de río) la densidad aparente es de 1.5 gramos por centímetro cúbico. En el estrato superficial de 10 cm sólo se depositó el biosólido libremente mezclando los materiales y simulando la condición de rastreo del suelo en campo. Por cada estrato 0-5, 5-10, 10-35, 35-63 cm fue tomada una muestra de suelo y sus 2 repeticiones y posteriormente realizado el análisis químico.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 muestra el contenido de los macronutrientes en biosólidos obtenidos de una P T A R. Se observan contenidos de Nitrógeno total, Nitrógeno disponible, Fósforo, Potasio y materia orgánica muy altos en el biosólido para todos los parámetros con lo cual se comprueba la aportación de nutrientes hacia el suelo, su disponibilidad y la posibilidad de

aprovechamiento como fuentes orgánicas de abono para incrementar la fertilidad de los suelos con la aplicación de este subproducto, siempre y cuando cumpla con la Normas establecidas corresponde a la NOM 004-SEMARNAT-2002.

Cuadro 1.- Caracterización de un Lodo de una PTAR, en base a un análisis de Fertilidad CENID-RASPA -2004.

| pH | CE (dS m ⁻¹) | Nitrógeno Total (%) | Ndisp. NO ₃ , Kg ⁻¹ | N- mg | Pdisp. mg kg ⁻¹) | Kdisp. mg-kg ⁻¹ | Casol. meq L ⁻¹) | Mgso.l meq L ⁻¹ | Nasol. meq L ⁻¹ | MO (%) | CO ₃ totales (%) |
|------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|----------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| 7.35 | 5.97 | 1.62 | 206 | | 780 | 869 | 18.18 | 8.98 | 16.78 | 20.7 | 4.9 |

En el Cuadro 2.- se presentan los resultados del análisis de laboratorio del suelo de textura Franco arenosa para los estratos de 0-40 y 40-60 cm. de textura Arenosa en los cuales se observan valores de materia orgánica bajos en el estrato 0-40 y muy bajos en el estrato 40-60cm. Con respecto al contenido de Nitrógeno disponible que es el que está en forma de nitratos y, la cantidad de N-NO₃ disponible en el suelo corresponde a 200-250 kg ha⁻¹ y de 50 a 100 kg ha⁻¹ respectivamente a sus profundidades. La concentración de fósforo total en el suelo varía de 200 a 5000 mg kg⁻¹ (Lindsay, 1979, citado por Castellanos et al., 2000); sin embargo solamente una pequeña parte de toda esta cantidad se encuentra en solución, que es la que realmente puede ser aprovechada por las plantas. El contenido de fósforo en el suelo de acuerdo a la clasificación por procedimiento de extracción, es de bajo y muy bajo respectivamente en los estratos que se consideran. El contenido de potasio de acuerdo a su clasificación por estratos es alta y moderadamente alta respectivamente.

Cuadro 2.- Características fisicoquímicas del suelo con textura Arenosa. Utilizado para el empaque de las columnas. CENID-RASPA INIFAP

| Prof cm. | pH | CE dS m ⁻¹ | Ndisp. NO ₃ , Kg ⁻¹ | N- mg | Pdisp. mg kg ⁻¹) | Kdisp. K, mg- kg ⁻¹ | Casol. meq L ⁻¹ | Mgso.l meq L ⁻¹ | Nasol. meq L ⁻¹ | MO (%) | CO ₃ totales (%) |
|-------------|------|-----------------------------|-------------------------------------------------|----------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|--------------------------------|
| 0-40 | 8.05 | 3.10 | 60.0 | | 6.0 | 505 | 14.39 | 1.90 | 11 | 0.59 | 9.10 |
| 40-60 | 8.29 | 0.80 | 8.0 | | 2 | 313 | 2.90 | 0.46 | 4.25 | 0.06 | 0.06 |

Contenido de los macro y microelementos en el suelo.

Los datos de los contenidos de macro y microelementos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey alfa = 0.01.

En la Figura 1- Se muestran los contenidos de Nitrógeno como nitratos, fósforo y potasio disponible en los diferentes tratamientos evaluados en las columnas empacadas con suelo arenoso y a las profundidades de 0-5, 5-10, 10-35 y 35-63 cm. Observándose un incremento de

los nitratos en los tratamientos donde fueron aplicados los biosólidos (AB carga alta y Ab carga baja), especialmente con el tratamiento AB y Ab donde los valores fueron de 155 y de 74 mg kg⁻¹ respectivamente; mientras que en los tratamientos donde se aplicó fertilizante inorgánico (Af) y el control (At) los valores de nitratos (39.40 y 13.32 mg kg⁻¹) fueron menores respectivamente a la profundidad de 0-5cm. Es importante resaltar que los valores de este mismo parámetro se ven incrementados en 224 y 78 mg kg⁻¹ respectivamente en la profundidad de 5-10cm con los tratamientos AB y Ab, no así con los tratamientos Af (6.83 mg kg⁻¹) y At (1.20 mg kg⁻¹); esto debido a que los nitratos se encuentran en forma de anión y es fácilmente transportado por el agua y acumulado en esta profundidad por efecto de lixiviación, coincidiendo con lo mencionado por Castellanos et al (2000). El comportamiento de los nitratos fue similar en las profundidades de 10-35 y de 35-63 cm. disminuyendo el contenido de éstos en las dos profundidades y en todos los tratamientos.

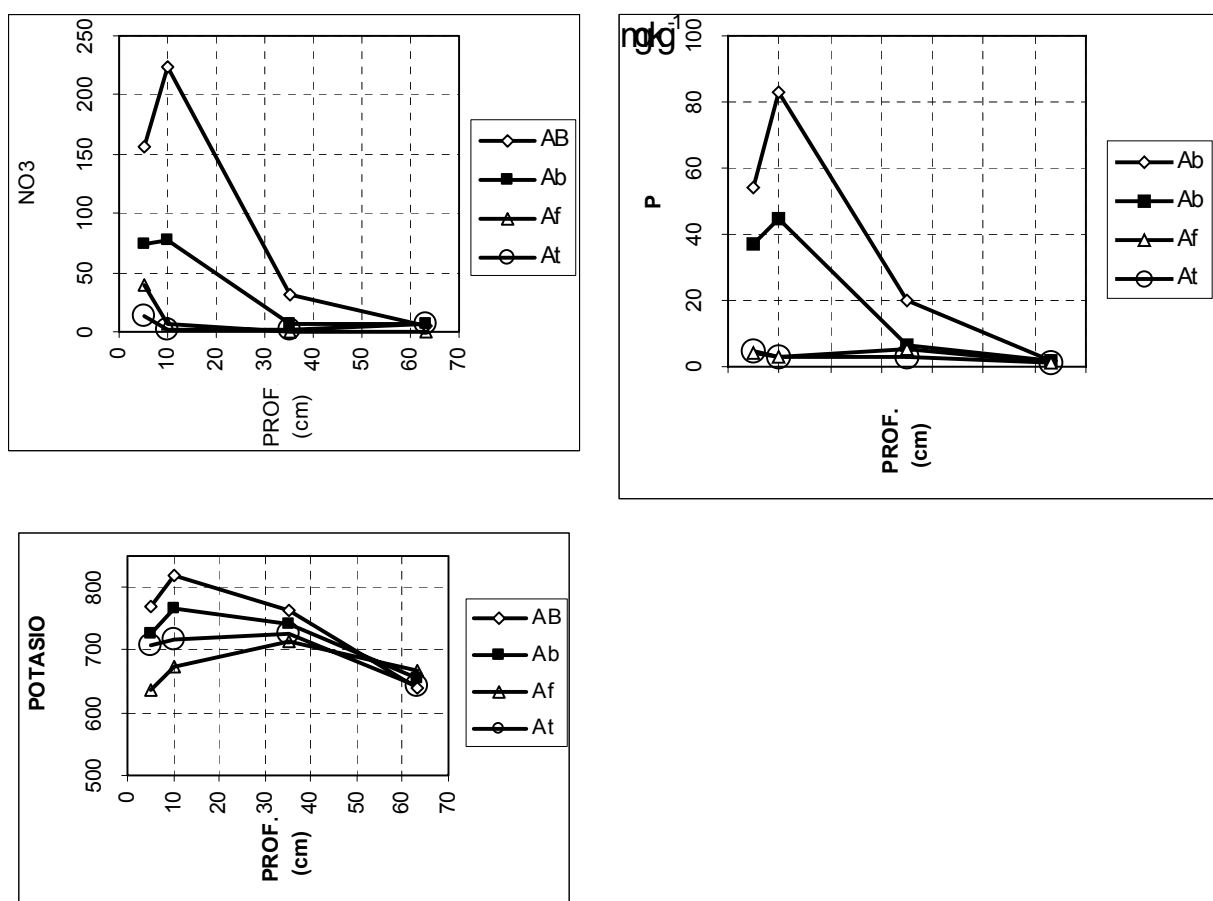


Figura 1.- Comportamiento de los contenidos de Macroelementos (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) En columnas de suelo arenoso a diferentes profundidades (0-5, 5-10, 10-35, 35-63 cm.).

En el cuadro 3.- se resume el comportamiento de los nitratos a las profundidades de 0-5 y 5-10cm. y en las cuales hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos en ambas profundidades, y en donde se aprecian un incremento por efecto de lixiviación a la prof de 5-10cm.

Cuadro 3.- Comparación de Medias por Prueba de Tukey entre tratamientos del contenido de nitratos a la profundidad de 0-5 y 5-10cm.

| Tratamientos | Nitratos (mg kg ⁻¹) 0-5 cm. | Nitratos (mg kg ⁻¹) 5-10 cm. |
|--------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| AB | 155.83 A | 224 A |
| Ab | 74.0 B | 78.0 B |
| Af | 39.40 C | 6.83 C |
| At | 13.3 D | 1.20 C |

Respecto al comportamiento del fósforo y el potasio son similares en las profundidades de 0-5, 5-10 y 10-35 cm., donde se incrementan los valores con los tratamientos donde fue aplicado el biosólido, tanto en AB como en Ab; mientras que los valores son muy bajos en los tratamientos Af y At respectivamente. En la profundidad 35-63 cm., todos los valores de fósforo y potasio disminuyeron en los cuatro tratamientos.

En la Figura 2.- se ilustra el comportamiento de los micronutrientes de donde se puede dilucidar : a la profundidad de 0-5cm el testigo presentó mayor contenido (1.31 mg kg⁻¹) de Hierro; el resto de los tratamientos presentan contenidos menores a 1 mg kg⁻¹. En la profundidad de 5-10cm. la concentración se incrementó (1.74 mg kg⁻¹) con el tratamiento AB; mientras que en los tratamientos restantes se mantuvieron con valores menores a 1 mg kg⁻¹. A la profundidad de 10-35 cm., el mayor contenido de Hierro (3.10 mg kg⁻¹) fue con el tratamiento de biosólidos carga alta AB y el contenido más bajo fue con el tratamiento de fertilizante Af (0.61 mg kg⁻¹). A la profundidad de 35-63 cm. el único tratamiento con valor alto (3.85 mg kg⁻¹) fue el de biosólido carga alta AB; mientras que el resto de los tratamientos tuvieron valores menores a 2 mg kg⁻¹. Respecto al microelemento cobre a la profundidad de 0-5 cm., la concentración fue mayor (3.91 mg kg⁻¹) con el tratamiento AB; valor que fue incrementado a 4.46 a la profundidad de 5-10 cm. Los tratamientos restantes presentaron valores menores a 1.5 mg kg⁻¹.

En la profundidad de 5-10cm. los valores menores de 1 mg kg⁻¹ se observaron en los tratamientos Af y At. A la profundidad de 10-35 cm el tratamiento AB tuvo la mayor concentración (2.29 mg kg⁻¹), los demás presentaron concentraciones menores de 1.2 mg kg⁻¹.

En la profundidad de 35-60cm. todos los tratamientos disminuyeron sus contenidos a valores menores de 1 mg kg⁻¹.

Para el microelemento Zinc el contenido de 39.25 mg kg^{-1} a la profundidad de 0-5 cm. se obtuvo con el tratamiento AB y el más bajo (0.47 mg kg^{-1}) con el tratamiento At. En la profundidad de 5-10 cm. el valor más alto (37 mg kg^{-1}) fue con el mismo tratamiento que en la profundidad anterior y el contenido más bajo (0.87 mg kg^{-1}) fue con el tratamiento At. En las profundidades de 10-35 y 35-63 cm. los valores del microelemento disminuyeron en todos los tratamientos y con valores menores de 0.5 mg kg^{-1} . En general se observó un fuerte incremento en los contenidos de Zinc y cobre al suelo por efecto de los biosólidos, no así en el caso del hierro. Es importante mencionar que los microelementos interactúan con otros macroelementos y que ante dichas interacciones es necesario un balance entre ellos, para evitar efectos antagónicos y considerar éstas adiciones con fines de fertilidad.

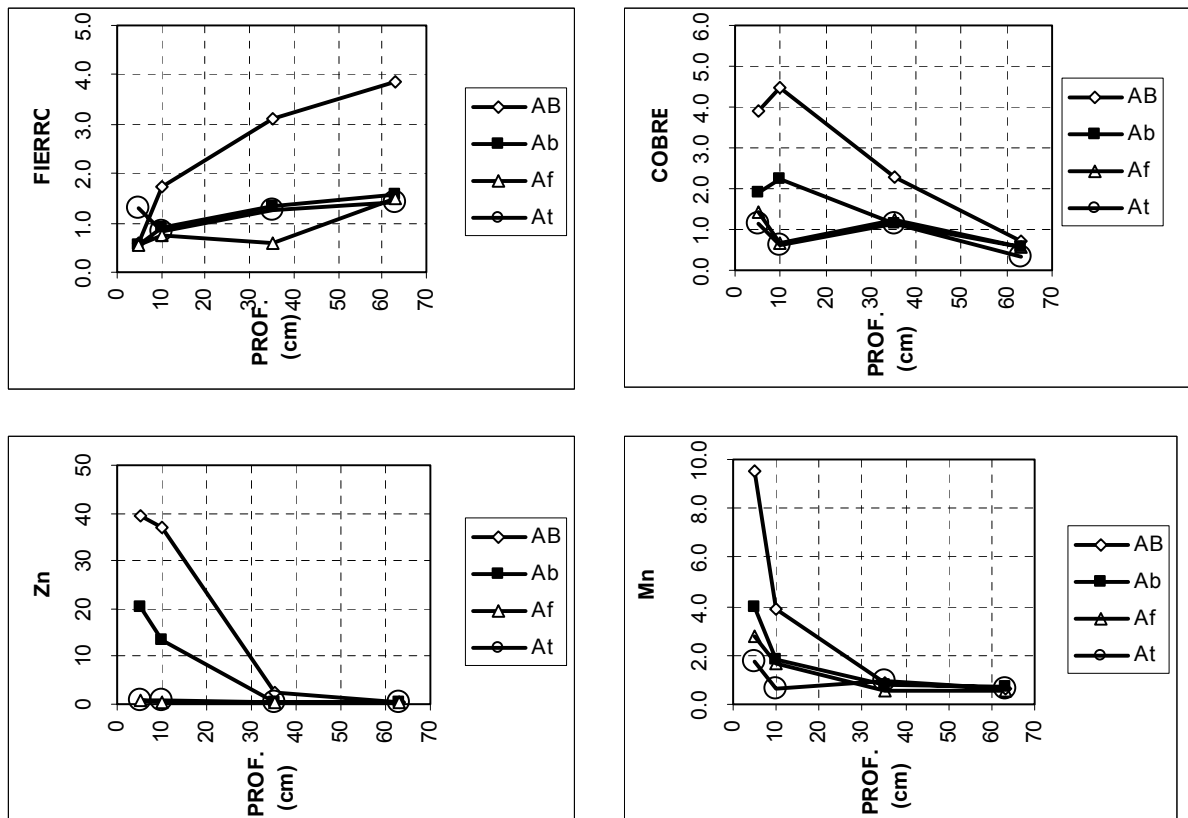


Figura 2.- Contenidos de microelementos a diferentes profundidades (0-5, 5-10, 10-35, 35-63cm.) en columnas de suelo arenoso.

CONCLUSIONES

- ❖ La adición de biosólidos en un suelo de textura arenosa representa una fertilidad potencial en lo que respecta a macroelementos para este tipo de suelos.

- ❖ Las cantidades adicionadas de microelementos son altas especialmente en Zinc y Cobre, de tal forma que deberán ser consideradas las interacciones con otros elementos a fin de evitar antagonismos.

BIBLIOGRAFÍA

- Castellanos J.Z; Uvalle B.J.X.; Aguilar S.A. 2000. Manual de Interpretación de análisis de Suelos y Aguas .Segunda Edición Colección INCAPA. 226p.
- Gilmour J.T. y M.D. Clark. 1998. Nitrogen release from wastewater sludge: A site specific approach. JournalWater Pollution Control Federal. Vol. 60: 494-498.
- Metcalf and Eddy Incorporated.1991 Wastewater Engineering: Treatment Disposal and reuse. New York Mac Graw Hill. 374p.
- SIMAS TORREON 2005. Comunicación Verbal.
http://www.medioambiente.gov.ar/documentos/contaminacion/suelo/barros/legislacion/mexico_nom004-SEMARNAT-2002

TASAS DE INFILTRACIÓN DE AGUA EN EL SUELO Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN UN PASTIZAL DE SABANA EN BAJÍOS DEL NORTE DE DURANGO

Jesús José Quiñones Vera¹, Celso Manuel Valencia Castro, Edmundo Castellanos Pérez¹, Teodoro Sánchez Olvera¹, Juan José Martínez Ríos¹, Ma. de Jesús Hernández Carrillo¹

1 Universidad Juárez del Estado de Durango-Facultad de Agricultura y Zootecnia-División de Estudios de Postgrado. Apartado Postal 142.CP 35000. Gómez Palacio, Durango, México. E-mail: jjqv@prodigy.net.mx.

INTRODUCCIÓN

En los agostaderos áridos del norte de México, una de las áreas con mayor potencial productivo para la ganadería extensiva son los bajíos (Quiñones 1999). Las características topográficas de estas áreas, además de sus suelos más o menos planos, sin brotes de roca y sus zacatales, las hacen por naturaleza áreas claves de utilización por especies domésticas, por lo que son también las más impactadas por el sobre pastoreo, debido a la falta de infraestructura y una deficiente administración del pastoreo.

El nivel de impacto de lo anterior ha quizás propiciado el cruce de umbrales de condición en estos ecosistemas, en los cuales el solo alivio del factor de deterioro no permita su restauración a estados iniciales más productivos. Delhoume (1987) señala que en algunas de estas áreas los suelos son potencialmente productivos, pero que debido a causas humanas, éstos han perdido sus buenas características hidrodinámicas, tanto laterales como verticales, como un estado extremo de degradación medio ambiental, que parece además irreversible.

A una conclusión semejante llegan Quiñones *et al.* (2002) sobre estas áreas, señalando que la erosión diferencial ha permitido el encauzamiento de los escurrimientos superficiales por los cauces de arroyos, los que han incrementado en densidad y dimensiones debido al mal manejo del pastoreo. Lo anterior deja sin agua algunas áreas cada vez mayores de los bajíos, donde consiguientemente las gramíneas forrajeras han desaparecido.

Por otra parte, en las áreas de pastizal, el primer factor que tiende a afectar el crecimiento de la vegetación es la disponibilidad de agua en el suelo (Engels 1998). Esta variable está determinada por una gran cantidad de factores relacionados en forma compleja. Así, la cantidad de agua en el suelo disponible para su uso por la vegetación está definida no solo por la precipitación, sino que también intervienen las pérdidas de agua por evaporación. En general, estas variables son a su vez definidas por características propias del sitio, que al igual que la precipitación difícilmente pueden ser manipuladas, como es el caso de la textura del suelo. Sin embargo, variables como la estructura del suelo, la estabilidad de los agregados del

suelo, la compactación del suelo y la cantidad de materia orgánica dentro y sobre el suelo, además de afectar el almacenamiento de agua, pueden ser manipuladas mediante el manejo del pastoreo (Engels 1999, 2001). Este complejo de variables pueden ser evaluadas mediante una sola variable que es la infiltración de agua en el suelo, cuya importancia radica no solamente en su posible relación con la producción de forraje, sino también con la salud presente y futura del pastizal, mediante su efecto en las pérdidas de suelo y nutrientes (Engels 1998). Por consiguiente, esta variable presenta el potencial para ser considerada un indicador de la calidad del manejo y la salud del pastizal. Sin embargo, bajo los métodos e instrumentos usados en las áreas agrícolas, no es un variable fácil de determinar en grandes extensiones, como ocurre en los pastizales.

Objetivos:

- ❖ Caracterizar las tasas de infiltración de agua en el suelo y la producción de forraje en un pastizal mediano abierto del norte del estado de Durango.
- ❖ Establecer la relación entre estas dos variables.

REVISIÓN DE LITERATURA

La definición de salud del pastizal de la URL (2001) incluye en primer término las condiciones de suelo y vegetación que soporten una tasa de infiltración, almacenamiento de agua en el suelo y su liberación en balance con el clima y la geoforma y, los procesos ecológicos derivados de éstas, como son el ciclo del agua, ciclo de nutrientes y el flujo de energía. Sin embargo, dentro de los indicadores de la salud del pastizal no se contempla a la tasa de infiltración de agua en el suelo.

Según Engels (1998), en los pastizales del oeste de los Estados Unidos de Norteamérica, por cada 500 mm de precipitación solamente el 5.5 % (28 mm) es realmente aprovechado como forraje por el ganado, ya que el restante 94.5 % se pierde a través de diferentes rutas: 203.2 mm por evaporación, 114.3 mm por cosecha ineficiente del forraje con el ganado, 86.4 mm usado por plantas no forrajeras, 50.8 mm por escurrimientos superficiales y 25.4 por percolación profunda.

La compactación del suelo no es nada más que el incremento en la densidad de las partículas de suelo. Definida en buena parte por el pisoteo del ganado, ésta variable presenta implicaciones hidrológicas importantes a través de su efecto sobre los escurrimientos superficiales, la tasa de infiltración y la producción de forraje (Engels 1999). Este investigador determinó que ocurre una relación directa entre la intensidad de pastoreo y el incremento en la densidad de partículas y, que esta última variable se relaciona en forma inversa con la

porosidad del suelo.

Patton y Nyren (1997) compararon 5 niveles de intensidad de pastoreo (sin pastoreo, pastoreo ligero, moderado, pesado y extremo) sobre los cambios en el agua del suelo disponible y la producción de biomasa, en dos sitios de pastizal. Los autores encontraron que en los tratamientos extremos se afectó negativamente la producción de forraje, mientras que el agua disponible fue mayor en el pastoreo moderado.

Engels (2001) comparó el efecto de dos niveles de intensidad de pastoreo (moderado e intenso) sobre la hidrología del pastizal (tasas de infiltración, escurrimientos superficiales y erosión del suelo) y algunas características físicas de los suelos (porosidad y densidad aparente del suelo). El autor determinó que el nivel de pastoreo afectó a la tasa de infiltración y, consecuentemente, los escurrimientos superficiales y la erosión del suelo. En este estudio la infiltración de agua se midió directamente usando un infiltrómetro de anillo sencillo por 24 horas e, indirectamente con un simulador de lluvia.

Quizás una desventaja del método para medir la tasa de infiltración en el estudio anterior sea el tiempo empleado para realizar la prueba, no solamente en cuanto al esfuerzo requerido sino también en el tiempo que el agua estará disponible para ser infiltrada bajo condiciones reales, ya que la precipitación en áreas de pastizales áridos y semiáridos difícilmente duran tanto tiempo, lo mismo que los volúmenes de agua sobre el suelo.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en áreas de bajío del ejido Santa Librada, municipio de Mapimí, Dgo., el cual se ubica a aproximadamente a 85 km de la Cd. de Gómez Palacio, Dgo., y a 127 km de La Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED. El estudio se realizó durante los meses de Octubre a Diciembre de 2004.

Métodos

Dentro del predio, se localizaron parches de vegetación considerados como estados de la condición de pastizales, constituidos por: Sabana de *Prosopis – Sporobolus*, considerado el mejor grado de la condición en el área; mogote de *Prosopis laevigata*; asociación de matorral de *Larrea-Flourensia* y la sabana de *Prosopis* y; el matorral de *Larrea – Flourensia*, este último considerado el que representa la condición mas baja. En estos parches se ubicaron seis parcelas de 20 m * 50 m (1000 m²), en los cuales se ubicaron a su vez tres líneas de 30 m de longitud, paralelas entre si y a la pendiente del terreno. En los extremos y el centro de las líneas se colocó un cuadrante de 0.5 m * 0.5 m (0.25 m²) en el cual se cortó a ras de suelo el material

vegetal actual de gramíneas, que fue secado al ambiente hasta peso constante y pesado con aproximación a gramos. Se corrió una prueba de infiltración por línea, usando infiltrómetros de doble anillo, al mismo tiempo dentro de lo posible para las cuatro parcelas. Para esto, se llenaron los depósitos interior y exterior del aparato una sola vez, realizándose lecturas a los siguientes tiempos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 20, 12, 15, 30 y 60 minutos. En los casos en que el volumen de agua se infiltró en menos de una hora o que en ese tiempo no se alcanzó a infiltrar la totalidad del agua, la prueba se paró y se registró el tiempo y cantidad exactos. A partir de los datos anteriores se calculó la tasa de infiltración para cada tiempo de lectura utilizando el protocolo del infiltrómetro.

Los datos fueron organizados en hojas de Excel para calcular los estadísticos básicos: medias y desviaciones estándar y, sometidos a ajustes de regresión y correlación. Esto último se realizó mediante el paquete estadístico STATGRAPHICS ver. 4.0. Además realizaron bases de datos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Infiltración

El Cuadro 1 concentra los promedios de infiltración para los cuatro estados de condición y sus desviaciones estándar. En éste puede observarse que la mayor tasa de infiltración promedio la presentó el mogote de mezquite, lo cual puede explicarse por la mayor cantidad de materia orgánica en el suelo y, la relativamente poca cantidad de raíces de zacates que interfieran con la penetración del agua en el suelo (Quiñones *et al.* 2002).

Los autores anteriores determinaron que la infiltración fue mayor debajo de la copa de arbustos, particularmente mezquite, menor sobre los macollos de gramíneas y, por último, en los espacios desnudos entre zacates y arbustos. En esta unidad la disminución de las tasas fue menor que en el resto, mostrando una mayor tasa inicial (77.2 cm/h), promedio (34.0 cm/h) y final (11.8 cm/h).

La sabana de *Prosopis-Sporobolus* mostró una tasa promedio muy semejante (27.4 cm/h) que el matorral de *Larrea-Flourensia*, aunque también una mayor desviación estándar (27.0 vs 21.5). Quizás el hecho de que en algunas parcelas el mezquite se incrementó en densidad y tamaño y que en otras la poca presencia de anuales y gramíneas pudo limitar la visita de ganado doméstico, pueda explicar este comportamiento de la infiltración. La menor tasa de infiltración promedio ocurrió en la unidad de sabana con matorral (22.3 cm/h).

Esta unidad es semejante a la segunda, aunque con menor densidad de gramíneas. La Figura 1 presenta esta información en forma gráfica, apreciándose las diferencias entre las

cuatro unidades. Hasta aproximadamente los 10 minutos de iniciada la prueba y quizás los más importantes en el área para el fenómeno que nos ocupa, las diferencias entre los valores promedio es clara entre el mogote de mezquite, la sabana-matorral y la sabana y el matorral. Posteriormente a este tiempo, prácticamente desaparecen las diferencias entre las últimas tres unidades, conservándose los valores de infiltración en el mogote por encima de las anteriores.

CUADRO 1. Valores Promedio (\bar{X}) Y Desviaciones Estándar (DE) Para Las Tasas De Infiltración En Una Sabana De Bajíos En El Ejido Santa Librada, Municipio De Mapimí, Dgo. 2004.

| Tiempo (minutos) | Áreas 1/ | | | | | | | |
|---------------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | \bar{X} | DE | \bar{X} | DE | \bar{X} | DE | \bar{X} | DE |
| 1 | 77.2 | 63.5 | 72.8 | 45.9 | 74.3 | 31.7 | 51.7 | 24.6 |
| 2 | 54.5 | 36.9 | 48.2 | 34.0 | 47.4 | 17.1 | 35.7 | 18.5 |
| 3 | 45.0 | 26.9 | 36.7 | 23.8 | 37.3 | 12.2 | 29.9 | 14.7 |
| 4 | 39.5 | 21.4 | 31.1 | 19.7 | 31.5 | 9.7 | 25.7 | 13.0 |
| 5 | 35.2 | 18.5 | 27.8 | 17.7 | 27.1 | 8.2 | 23.1 | 13.2 |
| 6 | 32.8 | 16.1 | 25.1 | 15.7 | 24.6 | 7.4 | 21.9 | 13.2 |
| 10 | 26.0 | 11.9 | 18.9 | 11.3 | 18.6 | 5.5 | 17.2 | 11.0 |
| 12 | 24.3 | 10.6 | 17.7 | 9.8 | 17.8 | 5.2 | 16.0 | 9.6 |
| 15 | 22.0 | 8.9 | 15.8 | 8.6 | 15.5 | 4.3 | 14.6 | 8.3 |
| 20 | 19.9 | 7.9 | 13.7 | 7.6 | 13.6 | 4.1 | 11.4 | 4.5 |
| 30 | 16.0 | 5.1 | 10.6 | 5.1 | 11.8 | 3.3 | 10.2 | 4.3 |
| 60 | 11.8 | 3.1 | 7.8 | 3.3 | 9.5 | 2.7 | 8.5 | 4.0 |
| μ | 34.0 | | 27.4 | | 27.4 | | 22.3 | |
| σ | 30.4 | | 27.0 | | 21.5 | | 17.4 | |
| n | 213 | | 213 | | 215 | | 212 | |

1/ Áreas: 1. Mogote de *Prosopis glandulosa*, 2. Sabana de *Prosopis-Sporobolus*, 3. Matorral *Larrea-Flourensia*, 4. Sabana con matorral.

Producción de materia seca

Los valores de producción promedio por parcela y unidad de condición se incluyen en el Cuadro 2. Las áreas o unidades 2 y 4 corresponden a la sabana de *Prosopis-Sporobolus* y a la sabana-matorral, respectivamente. En éstas la producción de materia seca correspondió solamente a las gramíneas.

En las parcelas 1 (mogote de mezquite) y 3 (matorral de gobernadora y hojasén), debido a la ausencia casi total de gramíneas, se consideró la producción solamente de las anuales (principalmente en el primero) y de hojasén (principalmente en el segundo), descartándose la biomasa aérea del mezquite.

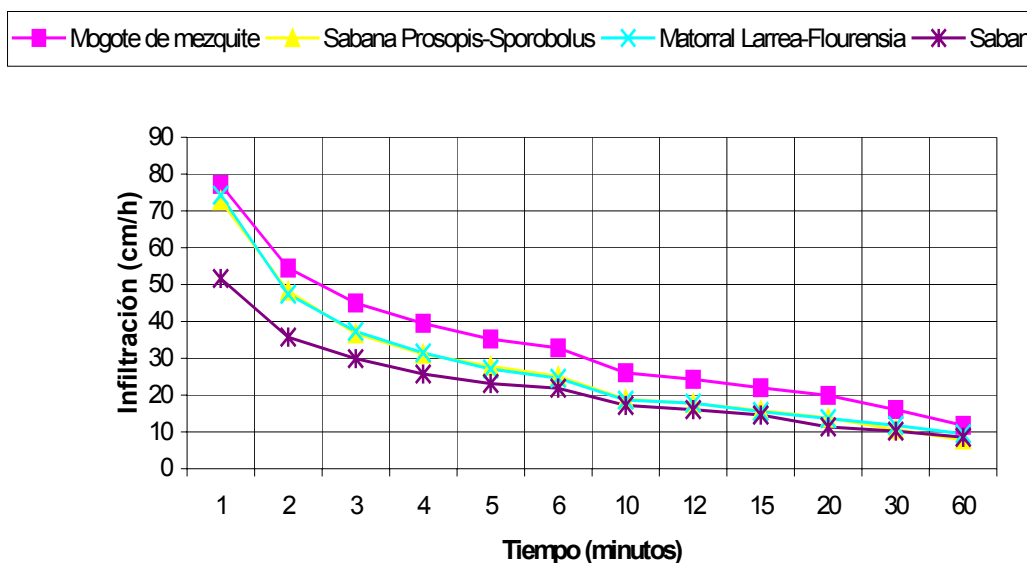


Figura 1. Tasas de infiltración (cm/h) en un pastizal de sabana en bajíos del ejido Santa Librada, Municipio de Mapimí. Dgo. 2004.

En el Cuadro 2 se observa que la mayor producción promedio de forraje la presenta lógicamente la sabana, siguiéndole el matorral, la sabana- matorral y, por último, el mogote de mezquite. Utilizando métodos de ordenamiento directo, Quiñones *et al.* (2004) determinaron para este mismo sitio de pastizal que si bien el mezquite se ubicó en unidades con la mayor cobertura aérea, éstas también tuvieron la menor producción de forraje, caso contrario a la sabana de *Prosopis-Sporobolus*. Las unidades que incluyeron el matorral de gobernadora y hojasén se ubicaron en la parte media y baja de este gradiente sintético.

Relación entre tasas de infiltración y la producción de materia seca

La mayor relación con la producción de materia seca la presentó la tasa de infiltración inicial ($r = .3228$), de una manera directa, además del mayor nivel de significancia ($.0099$).

A pesar de lo anterior, este coeficiente es relativamente bajo para considerar la asociación en un modelo predictivo, sin embargo, muestra la importancia de la tasa de infiltración en los primeros minutos de la prueba, ya que también presentó la mejor relación con la tasa promedio ($r = .9096$), en comparación con la tasa de infiltración final, cuyos coeficientes de relación fueron: $.1462$ y $.8574$ con la producción de materia seca e infiltración promedio, respectivamente.

Cuadro 2. Valores Promedio (\bar{X}) Y Desviaciones Estándar (DE) Para La Producción De Materia Seca (G Ms/ 0.25 M²) En Un Pastizal De Sabana En Bajíos Del Ejido Santa Librada, Municipio De Mapimí, Dgo. 2004.

| Parcelas | Áreas 1/ | | | | | | | |
|----------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | \bar{X} | DE | \bar{X} | DE | \bar{X} | DE | \bar{X} | DE |
| 1 | 32.6 | 18.9 | 56.6 | 39.7 | * | | 26.4 | 26.7 |
| 2 | 14.8 | 14.6 | 24.8 | 30.9 | * | | 42.4 | 26.3 |
| 3 | 7.3 | 11.7 | 25.6 | 22.9 | * | | 20.0 | 24.7 |
| 4 | 34.9 | 28.5 | 136.9 | 79.6 | 72.6 | 34.0 | 29.8 | 12.9 |
| 5 | 28.2 | 19.9 | 93.3 | 51.9 | 79.3 | 23.2 | 30.7 | 16.4 |
| 6 | 46.8 | 14.2 | 70.0 | 59.1 | 58.3 | 24.1 | 24.8 | 15.2 |
| μ | 27.4 | | 67.9 | | 35.0 | | 29.0 | |
| σ | 22.2 | | 62.6 | | 40.4 | | 21.3 | |
| n | 54 | | 54 | | 54 | | 54 | |

1/ Áreas: 1. Mogote de *Prosopis glandulosa*, 2. Sabana *Prosopis* – *Sporobolus*, 3. Matorral *Larrea* – *Flourensia*, 4. Sabana – matorral

Sin embargo, al analizar las relaciones entre las variables anteriores, en cada unidad se observaron diferencias entre éstas. En las parcelas con mogotes de mezquite la mejor relación con la producción siguió ocurriendo con la infiltración inicial, la cual se conservó positiva y mejoró la relación con respecto a la general ($r = 0.5856$). Aunque este coeficiente tampoco puede ser considerado adecuado para la predicción de la producción con base a la infiltración, ya que la variable independiente solo explica el 34.29 % de la variación en la variable dependiente, la producción de materia seca, aunque el modelo es estadísticamente significativo.

En el caso de la sabana *Prosopis-Sporobolus*, la relación también mejoró, sin embargo la mejor variable explicatoria de la producción de materia seca fue en este caso la tasa de infiltración final ($r = .4629$), la cual apenas logra ser estadísticamente significativa. A pesar de lo anterior, las correlaciones entre las tasas mejoraron con relación a los dos casos anteriores, sobre todo de la infiltración inicial y la final con la promedio. Como con el mogote, el modelo ajustado no se considera adecuado para realizar la predicción de la producción de materia seca mediante el uso de cualquiera de las tasas de infiltración de agua en el suelo, pero permiten entender mejor el fenómeno.

CONCLUSIONES

No fue posible ajustar un modelo adecuado para la predicción de la producción de materia seca mediante el uso de las tasas de infiltración como variable predictora, por lo que esta variable, a pesar de su importancia, no sería un indicador adecuado de la condición del sitio de pastizal, debido a la gran cantidad de factores que influyen sobre esta última.

BIBLIOGRAFÍA

- Delhoume, J.P. 1987. Potencialidades de producción de los suelos áridos en zonas de temporal en el Bolsón de Mapimí. *Terra* 5(2): 163 – 169.
- Engels, Ch.L. 1998. Conserving soil water through grazing management. <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/dtreeter/98report/chad98.htm>
- Engels, Ch.L. 1999. The effect of grazing intensity on soil bulk density. http://www.ag.ndsu.nodak.edu/streeter/99report/soil_bulk.htm
- Engels, Ch.L. 2001. The effect of grazing intensity on rangeland hydrology. http://www.Ag.ndsu.nodak.edu/streeter/2001report/chad_engels.htm
- Patton, B.D., and P.E. Nyren. 1997. The effect of grazing intensity on soil water and rangeland productivity in south-central Dakota. http://www.ag.ndsu.nodak.edu/streeter/97data/graze_int_soilwater.htm
- Quiñones, V.J.J. 1999. Evaluación y análisis de sitios de pastizal y su condición ecológica en un matorral árido del norte de México. Tesis Doctoral. U.A.CH.-F de Z-D.E.P. 198 pp.
- Quiñones, V.J.J., T. Sánchez O., y F. Quiroz S. 2002. Efecto de la cobertura vegetal sobre la infiltración de agua en un pastizal halófilo. Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. pp 279- 284.
- Quiñones, V. J.J., U.N. Gutiérrez G., C.M. Valencia C., y J.J. Martínez R. 2004. Relaciones suelos-vegetación en un sitio de sabana en el noreste de Durango. XVI Congreso Latinoamericano y XII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Cartagena de Indias, Colombia.
- URL (2001). Rangelands of the western U.S.: Arizona standard for rangeland health and guidelines for grazing administration. <http://rangelandswest.org/policy/azstandardsintro.html>

PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y DESARROLLO DEL CULTIVO DEL KENAF (*Hibiscus cannabinus* L.) BAJO TRES LÁMINAS DE RIEGO EN LA COMARCA LAGUNERA¹

Figuroa Viramontes R.², Reta Sánchez D.³, Berúmen Padilla S.², Gallegos Ponce A.², Cabral Valdez F.⁴, Luna Hernández H.⁵ y García Martínez J.⁵

¹Proyecto financiado por SAGARPA-COFUPRO-CONACYT y Fundaciones Produce Coahuila y Durango

²División de Estudios de Posgrado-FAZ-UJED. tipeba@prodigy.net.mx.

³Campo Experimental La Laguna-INIFAP, Matamoros, Coah.

⁴Maestro de Licenciatura de la FAZ-UJED.

⁵Alumno de la Especialidad de Zootecnia de la FAZ-UJED.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas en la agricultura en la Comarca Lagunera es el déficit de agua para riego. En lo que respecta al agua subterránea, el problema se debe al abatimiento constante del acuífero (1.2 m promedio al año) producto a la vez de un desbalance entre la extracción (1,360 millones de m³ al año) y la recarga (850 millones de m³ al año) en el mismo (CONAGUA, 2001). El cultivo que mas contribuye al mencionado desbalance es la alfalfa, el cual consume la mayor lámina de riego (2.1 m anualmente) entre los forrajes establecidos en la región, donde ocupa alrededor de 37,000 ha. Lo anterior hace necesario la introducción de especies forrajeras con un nivel de proteína parecido a la alfalfa pero con menores requerimientos hídricos, con la finalidad de reducir la superficie sembrada de éste cultivo y consecuentemente de disminuir el volumen de agua extraído del acuífero.

El cultivo de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) presenta buenas características en cuanto a contenido de proteína y requerimientos hídricos, así como condiciones moderadas de tolerancia a la salinidad (Bañuelos et al., 2002). Sin embargo su estudio a sido enfocado mas hacia producción de fibra para fines industriales, por lo que su comportamiento como forraje bajo condiciones controladas de riego a sido poco estudiado (Nielsen, 2004). Con base en lo anterior, se realizó un experimento en la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango con el objetivo de determinar las características de producción de materia seca y desarrollo del cultivo, así como la eficiencia en el uso del agua de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) bajo diferentes láminas de riego en la Comarca Lagunera .

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente artículo se presentan los resultados sobre las características de eficiencia en el uso del agua, desarrollo y rendimiento del cultivo de kenaf correspondientes al primero de tres cortes que se planean realizar en el ciclo Primavera-Verano del presente año. El

experimento se está llevando a cabo en la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, localizada en el kilómetro 25 de la carretera Gómez Palacio, Dgo.-Tlahualilo, Dgo. Geográficamente se localiza a 25° 46' 56" Latitud Norte y a 103° 21' 02" Longitud Oeste.

El suelo del lote es migajón arcillo-limoso con bajo contenido de materia orgánica (1.43 %) y baja conductividad eléctrica (2.14 dS m⁻¹). La calidad del agua utilizada para regar es C1S1 (baja en sales y sodio), lo cual la hace apta para el riego.

Además del kenaf se estableció alfalfa (*Medicago sativa* L.) como testigo, la cual se sembró el 04 de Marzo del 2005, utilizando la variedad "Excelente" con una densidad de siembra de 35 kg ha⁻¹. Se sembró en seco la variedad de kenaf Everglades-41 el 06 de Mayo del 2005 con una densidad de siembra de 666,000 plantas por hectárea establecidas en hileras separadas a 0.5 m y a 0.03 m entre plantas.

La fertilización en la alfalfa se basó en al formula 40-200-00 aplicando todo el nitrógeno y la mitad del fósforo en la siembra. Al kenaf se le aplicaron en la siembra 150 kg ha⁻¹ de fósforo y 120 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

La lámina de riego aplicada hasta el primer corte del kenaf varió de un cultivo a otro. En el kenaf se aplicaron tres riegos antes del corte, los dos primeros fueron de establecimiento por lo que no se aplicaron los tratamientos, habiéndose acumulado 25 cm de lámina. En lo que respecta a la alfalfa, antes del primer corte se regó cuatro veces, aplicándose los tratamientos en el último de éstos, hasta antes del cual se habían acumulado 38 cm. El riego se aplicó con una manguera flexible de 0.05 m de diámetro conectada a una motobomba de 3 HP con la que proporcionaba un gasto hidráulico de 2.7 L s⁻¹ en promedio. El tiempo de riego se calculó de la siguiente manera:

$$TR= V/Q$$

Donde:

V= Volumen de agua por aplicar (m³)

Q= Gasto hidráulico (m³ s⁻¹)

$$V= LR \times A$$

Donde:

LR= Lamina de riego (m)

A= Área por unidad experimental (m²)

$$LR = (EV \times \%EV) / EFR$$

Donde:

EV= Evaporación en tanque evaporómetro tipo "A" (mm)

EFR= Eficiencia de riego (tanto por uno)

El gasto se midió antes de cada riego aforando al menos tres veces el agua de la manguera utilizada para regar, dividiendo el volumen colectado hasta llenar un bote de 18 L entre el tiempo invertido en el llenado. El porcentaje de la evaporación varió, dependiendo del tratamiento, de 50 al 80%. El riego se aplicó por unidad experimental, cuya área fue de 60 m². Dadas las dimensiones de la unidad experimental, se usó una alta eficiencia de riego (97 %).

Los tratamientos estudiados fueron cuatro. Al kenaf se le aplicaron tres láminas de riego basadas en porcentajes de la evaporación ocurrida en un tanque evaporómetro tipo "A". Dichos porcentajes fueron 50, 65 y 80 %; mientras que a la alfalfa se le aplicó el 80 % de la EV. Los tratamientos se distribuyeron en el campo con base en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y en los casos en que se presentó un efecto significativo del factor en estudio sobre alguna variable, se realizó una prueba de separación de medias mediante el método de Duncan.

Las variables de respuesta evaluadas fueron el rendimiento de materia seca del kenaf y la alfalfa, la eficiencia en el uso del agua y el desarrollo del cultivo. La cosecha de alfalfa se realizó en un m², mientras que en el kenaf se cosecharon ocho hileras de plantas de 3 m de largo. El material cosechado se secó para obtener la producción de materia seca. La eficiencia en el uso del agua (EUA) se obtuvo dividiendo el rendimiento de materia seca entre la cantidad de agua aplicada (kg m⁻³). Las variables de desarrollo medidas fueron la altura de la planta, el diámetro de tallo, el número de hojas por planta y el área foliar. Estas mediciones fueron hechas durante la cosecha y se hicieron en cinco plantas.

RESULTADOS

Lámina de Riego

Hasta el primer corte de kenaf se aplicaron tres riegos, dos de los cuales fueron para establecer el cultivo y donde se acumularon 25 cm. En el tercer riego se comenzaron a aplicar los tratamientos acumulándose una lamina que varió de 40.5 cm en el tratamiento con el menor porcentaje de la evaporación (50%), a 50.5 cm en el de 80 % de la EV, lo cual representa una diferencia de 24.7 %. Al cultivo de la alfalfa, el cual se usó como testigo, se le aplicaron 63.5 cm acumulados hasta el segundo corte, 45 de los cuales correspondieron al primer corte.

Rendimiento de Materia Seca

El gradiente de lámina de riego evaluado no provocó diferencias estadísticas en el rendimiento de materia seca de kenaf ($p= 0.5508$). El rango de valores fue de 3.43 t ha^{-1} en el tratamiento que recibió mas agua (80% EV= 50.5 cm), a 3.95 t ha^{-1} en el que recibió menos agua (50% EV= 40.5 cm) (Fig. 1). Al comparar el rendimiento de materia seca en kenaf con la materia seca acumulada en dos cortes de alfalfa (testigo), ésta resultó estadísticamente mayor que cualquiera de los tres tratamientos de kenaf, aunque la alfalfa recibió en promedio aproximadamente 40% mas agua.. El rendimiento promedio acumulado en dos cortes de alfalfa fue de 5.87 t ha^{-1} .

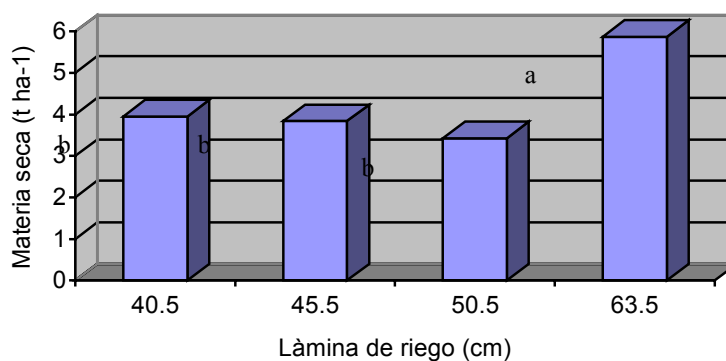


Figura 1. Rendimiento de kenaf y alfalfa en función de la lámina de riego. La lámina mayor corresponde a la alfalfa. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.05).

Eficiencia en el uso del agua

La eficiencia en el uso del agua (EUA) en kenaf resultó mayor en el tratamiento que recibió menos agua (50%EV= 40.5 cm) en comparación al que se le aplicó la mayor lámina de riego (80%EV= 50.5 cm). Esto se debió a la combinación de una menor lámina de riego en el mejor tratamiento con un rendimiento similar entre tratamientos de kenaf. Una alta EUA puede resultar de una baja lámina de riego con un rendimiento normal, o una lámina de riego normal combinada con un alto rendimiento (Yadav et al., 1994). En el presente estudio la mayor EUA se explica con el primero de los enunciados anteriores, ya que no se presentó diferencia en rendimiento entre tratamientos. En el resto de las comparaciones, incluyendo con la alfalfa, no se presentaron diferencia estadísticas. La EUA varió de 0.974 kg m^{-3} en el tratamiento menos húmedo, a 0.68 kg m^{-3} en el tratamiento mas húmedo. Estos niveles de EUA son menores a los reportados por Bañuelos et al. (2002) los cuales variaron de 3.57 kg m^{-3} a 1.8 kg m^{-3} en

tratamientos que recibieron 37 y 142 cm de lámina de riego, respectivamente. La posible diferencia entre estudios es que en el recién citado, se realizó una sola cosecha cuando el cultivo había alcanzado su madurez fisiológica (14 d después del inicio de la floración) y tenía su máxima altura (alrededor de 2.0 m), mientras que en el presente estudio el kenaf tenía una altura de alrededor de 1.2 m.

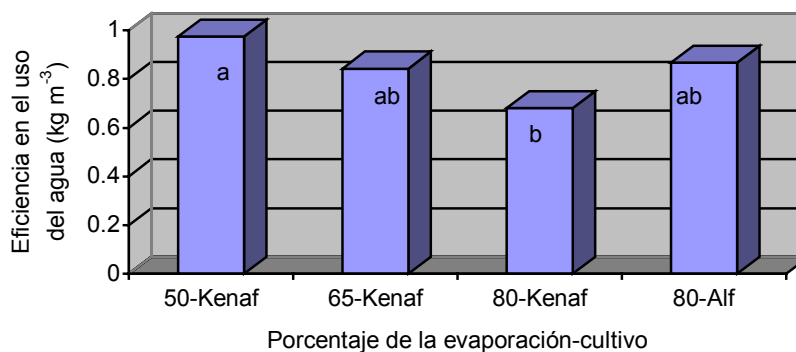


Figura 2. Eficiencia en el uso del agua en el kenaf y alfalfa bajo diferentes láminas de riego. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.05)

Desarrollo del cultivo

En general, el desarrollo del cultivo no fue afectado por la lámina de riego. Solo en la altura de planta del kenaf se presentó significancia estadística ($p=0.0242$) (Cuadro 1). En esta variable el tratamiento que recibió la lámina de riego intermedia (65% EV= 50.5 cm) generó una altura de planta estadísticamente mayor que el tratamiento más húmedo (80% EV= 63.5 cm). En el resto de las comparaciones no se presentaron diferencias significativas.

Con respecto a las demás variables medidas, se observó, en general, una tendencia de incrementar su valor conforme la lámina de riego disminuyó (Cuadro 1).

Cuadro 1. Desarrollo del cultivo del kenaf en función de la lámina de riego. En la altura de planta, medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.05).

| Lámina de riego (cm) | Área foliar por planta (cm ²) | Número de hojas por planta | Altura de planta (cm) | Diámetro de tallo (cm) |
|----------------------|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|
| 40.5 | 1,169 | 68 | 120.0 ab | 1.08 |
| 45.5 | 958 | 78 | 132.3 a | 1.01 |
| 50.5 | 905 | 56 | 112.3 b | 0.99 |

CONCLUSIONES

- La producción de materia seca en kenaf no varía a través del gradiente de lámina de riego evaluado en el presente estudio (40.5 a 50.5 cm). En comparación con la materia seca en alfalfa (dos cortes acumulados), ésta es mayor que en el kenaf (3.74 y 5.87, t ha⁻¹, respectivamente).
- La eficiencia en el uso del agua (EUA) es mayor en el tratamiento que recibió la menor lámina de riego. La EUA en el kenaf es igual que en la alfalfa (0.832 y 0.867 kg m⁻³, respectivamente).
- En general, no hay diferencia en desarrollo de kenaf entre los tratamientos de lámina de riego estudiados, aunque se observó una tendencia a incrementarse conforme la lámina de riego disminuye.

BIBLIOGRAFIA

- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2001. Programa hidráulico de gran visión 2001- 2002 de la Región VII Cuencas Centrales del Norte. Gerencia Regional Cuencas Centrales del Norte.
- Nielsen, C. D. 2004. Kenaf forage and quality under varying water availability. *Agron. J.* 96: 204-213.
- Yadav, S. K ., K. Chander, y D. P. Singh. 1994. Response of late-sown mustard (*Brassica juncea*) to irrigation and nitrogen. *J. of Agric. Sci.* 123: 219-224.
- Bañuelos, S. G., D. R. Bryla y Ch. G. Cook. 2002. Vegetative production of kenaf and canola under irrigation in Central California. *Industrial Crops and Products* 15: 237-245.

FORRAJE DISPONIBLE DE CHAMIZO (*Atriplex canescens* Pursh Nutt) Y SU UTILIZACION POR CABRAS EN LACTANCIA

¹Jaime Isaías Romero-Paredes Rubio*,
²Ramiro Gonzalo Ramírez Lozano

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna.

¹Blvd. José Santos Valdés 1200 Poniente, Matamoros, Coahuila. CP 27400; romeropj@yahoo.com;

²Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas.

INTRODUCCION

El chamizo o costilla de vaca ha sido descrito como uno de los arbustos forrajeros más valiosos del desierto, ya que se le han atribuido características como gustocidad, valor nutricional, accesibilidad al ramoneo y un adecuado valor nutricional.

La producción y disponibilidad de biomasa por parte de los arbustos del género *Atriplex* es variable y depende de la utilización y manejo de la plantación, el clima, época del año y la precipitación pluvial. Aún así es importante conocer la disponibilidad de biomasa de los arbustos como alimento para el ganado. Quiñones (1987) realizó un trabajo con la finalidad de predecir la cantidad de biomasa disponible (hojas y ramitas). Para ello considero varias medidas, el diámetro mayor y menor de la copa fueron las variables directas que proporcionaron mayor precisión; sin embargo, en la mayoría de los casos fueron superados por la superficie, volumen y el producto de las diferentes variables directas como el número de tallos, diámetro del tallo más grueso, diámetro promedio de tallos, entre otros.

En un estudio realizado por Quiñones et al. (1991) en 5 localidades de la Comarca Lagunera, encontraron que en las zonas pastoreadas continuamente por caprinos la producción de biomasa fue de 145 g/planta en base seca a finales del invierno, mientras que en otra localidad se mantuvo constante en el verano (1727.6 g/planta) e invierno (1740.0 g /planta).

En un trabajo realizado por Valencia, Gasto y Nava (1981), muestra que la mayor producción de hojas y tallos por *Atriplex canescens* fue en verano (1745.5 kg/ha), declinando hasta la primavera en que se informan producciones de 581 kg de materia seca por Ha, el contenido de proteína se comporto en la misma forma.

La frecuencia del pastoreo es importante para la sobrevivencia del chamizo, en un estudio relacionado con pastoreo continuo con bovinos en el desierto de Chihuahua resulto detrimental para los chamizos, en cambio con periodos de descanso durante la época del crecimiento de *Atriplex spp*, en un sistema rotacional, las plantas lograron su recuperación y producción de rebrotes (Pieper y Donart, 1981), los mismos autores recomiendan un descanso por lo menos una vez cada 3 o 4 años. El consumo de chamizo por rumiantes en pastoreo fue

medido en un trabajo realizado en Yemen (Arabia) durante la época de invierno-primavera, con ovinos en pastoreo, el autor calculo un consumo de 70 g/día de MS de Atriplex durante un periodo de pastoreo de 7 semanas (Kessler, 1990).

El presente trabajo se diseño con la finalidad de medir la biomasa disponible del chamizo, antes y después de 24 días de ramoneo por cabras en lactancia.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizo en el campo Experimental la Laguna, en Matamoros, Coahuila, al oeste del sur del estado de Coahuila, en las coordenadas 103° 26' 33" de longitud oeste y 25° 32' 40" de latitud norte, durante el mes de junio de 2003. Se utilizaron veintiún cabras criollas encastadas de diferentes razas de la región, con 65 días en lactancia y un peso promedio de 40.84 kg, la producción de leche inicial promedio fue de 920.45 g. Por la mañana los animales ramonearon en una plantación de chamizo de 240 m² con 62 plantas. Además del ramoneo las cabras recibieron un suplemento a base de 1kg de alfalfa, 600 g de ensilado de maíz en base seca y 400 g de vaina de mezquite triturada, por animal en un comedero común. Al inicio del experimento se calculo la cantidad de biomasa disponible en la plantación, para ello se seleccionaron seis arbustos, a los cuales se les calculo el volumen mediante la medida de la altura y cuatro diámetros: dos transversos y dos longitudinales, se eliminaron las hojas y ramitas y a estas se les determino la cantidad de materia seca, con ello se obtuvo la cantidad de forraje seco disponible por planta. Se obtuvo un promedio y se calculo por el total de la plantación: 56 arbustos (62-6). En los animales se midió el peso corporal y la producción de leche al inicio y cada siete días o cinco de ramoneo. El experimento tuvo una duración de 34 días, con 24 días de ramoneo en chamizo, cinco días de cada semana. Al finalizar se llevo a cabo el mismo procedimiento, se seleccionaron 6 plantas a las que se les determino la biomasa, se obtuvo un promedio y se calculo el total de la plantación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Biomasa disponible anterior y posterior al ramoneo, por planta y por el total de la plantación.

| VARIABLE | ANTERIOR AL RAMONEO (g) | POSTERIOR AL RAMONEO (g) |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Biomasa por 6 plantas | 7,241.9 | 745.4 |
| Biomasa por planta | 1,206.98 | 124.23 |
| Biomasa total disponible (56 plantas) | 67,590.88 | 6,957.06 |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La biomasa disponible al día cero fue de 67,590.88 g vs 6,957.06 g después de 24 días,

por 56 arbustos en la plantación. La cantidad de biomasa por las seis plantas seleccionadas fue de 7,241.9 g, por lo que el promedio por planta fue de 1206.98 g. Al final del experimento la cantidad de materia seca por cada una de las seis plantas seleccionadas fue de 124.23 g (Cuadro 1). Se calculó un consumo de 120.3 g por animal /día, es decir, 21 animales en 24 días de ramoneo consumieron un total de 60,633.81 g. El consumo de suplemento en corral fue de 1,749 g /animal /día. La producción de leche a los 24 días de ramoneo fue de 1,124.2 g/cabra/día y el peso promedio de 43.48 kg.

El consumo del suplemento en materia seca se mantuvo sin cambios ($p < 0.05$) en las diferentes semanas de duración del experimento. En cambio, el peso corporal y la producción de leche fue mayor ($p < 0.05$) a la que tenían los animales al inicio de la prueba (Cuadro 2).

Cuadro 2. Peso corporal, consumo del suplemento (MS) y producción de leche de cabras en ramoneo de chamizo durante una hora por la mañana.

| VARIABLE | DIA 0 | DIA 7 | DIA 14 | DIA 21 | DIA 28 | DIA 34 |
|------------------------------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Peso corporal, kg | 40.84 a | 41.45 a | 41.96 a | 42.80 ab | 43.79 b | 43.48 b |
| Consumo del suplemento (MS), Kg /21 cabras/día | | 35.58 | 37.87 | 35.46 | 37.14 | 37.73 |
| Consumo del suplemento (MS), g/animal/día | | 1,695 | 1,804 | 1,689 | 1,769 | 1,804 |
| Producción de leche, g | 876.6 a | 1017.8 b | 1023.7 b | 1050.2 b | 1034.6 b | 1070.7 b |

Literales diferentes en el renglón, indican diferencia estadística $p < 0.05$

CONCLUSIONES

Es posible que con menor cantidad de suplemento en corral, el consumo de chamizo aumente. Con el cálculo de la disponibilidad de forraje y su consumo se podrá determinar la carga animal y tiempo de pastoreo en una plantación de chamizo.

BIBLIOGRAFIA

- Kessler, J.J., 1990. *Atriplex* forage as a dry season supplementation feed for sheep in the Montane plains of the Yemen Arab Republic, *Journal of Arid Environments*, 19:225-234.
- Pieper R. and G. Donart., 1981. Fourwing saltbush response to short rest periods. In: *Rangeland improvements for New México*. New Mexico State Uni. Agricultural Exp. Station, Special report, p 41.
- Quiñones V.J.J., 1991. Carga de *Atriplex* y consideraciones metodológicas de evaluación. En: *Memoria del taller sobre captación y aprovechamiento del agua con fines agropecuarios en zonas de escasa precipitación*. Eds. H. Salinas, S. Flores, M. Martínez. INIFAP. SARH, p 255-270.
- Quiñones, V.J.J., 1987. Evaluación indirecta de la biomasa de *Atriplex canescens* en el noreste del Estado de Durango. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia. Chihuahua, Chih.
- Valencia, Gasto y Nava. 1981. Época y frecuencia de utilización de *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. *Univ. Autónoma Agraria "Antonio Narro"*. Monografía Técnico-Científica, 7 (1) 1-67.

DINAMICA POBLACIONAL DE LOS SABINOS (*Taxodium mucronatum* Ten.) EN LA PARTE BAJA DEL RIO NAZAS

Roque Morán Martínez¹, José Villanueva Díaz¹,
Julián Cerano Paredes¹,

¹INIFAP CENID-RASPA, Km 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango.
México. 35140. Tel.: 719 10 76 y 77; Fax: 719 11 34; moran1608@chapingo.uruza.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El río Nazas ha sido la principal fuente de agua para la Comarca Lagunera, pero desde algunas décadas ha estado sometido a fuertes presiones que se manifiesta como un intenso deterioro en la calidad de su hábitat, caso específico es que con el revestimiento del cauce los árboles de sus orillas (bosque de galería) desaparecieron ya hace algunas décadas entre La Cd. de Lerdo y San Pedro de las Colonias. Ahora sobre la presa Francisco Zarco (Las Tórtolas) y Lerdo la destrucción del ecosistema ripario aun existente, se ha ido acelerando en los últimos años de una manera alarmante (Valencia, 2002). Las principales causas que están provocando esta destrucción son, entre otras: la aparición de grandes establos lecheros en sus márgenes, la introducción de especies exóticas nocivas, el libre pastoreo de cabras y vacas, la urbanización de sus márgenes, el influyentismo de muchos concesionarios de los terrenos federales de las márgenes del río, el turismo no controlado, la sobrepesca y la introducción de especies exóticas para pesca comercial, la cacería furtiva de diferentes especies de aves y mamíferos, el vandalismo, entre otros.

El bosque de galería constituye una comunidad muy variada estructural y fisonómicamente, cuyo espacio está representado por una línea que se extiende por ambas márgenes de todo río y que se diferencia en composición florística y estructura a la de las áreas contiguas (Sánchez, 1986., citado por Treviño, 2001), donde predominan árboles como el álamo (*Platanus occidentalis*), sauces (*Salix nigra*), fresnos (*Fraxinus spp.*) y sabinos o ahuehuetes (*Taxodium mucronatum*), como objeto de este estudio. Esta vegetación cumple diversas funciones como ser un amortiguador de la contaminación producida por las actividades desarrolladas en los predios aledaños, así como ser un recurso recreativo y cultural para los pobladores de sus riberas y de toda la Comarca Lagunera. Ecológicamente, tiene la función de un corredor biológico para la dispersión de organismos, refugio para una gran cantidad de animales y, en general, para el mantenimiento de la biodiversidad de una amplia región del Desierto Chihuahuense. Adicionalmente, el cauce del Nazas representa el principal aportador de agua para el acuífero que sostiene la vida de la comarca.

Los sabinos como parte integral del bosque de galerías en la parte baja del río Nazas que comprende el área de estudio (Presa Francisco Zarco-Sapioris), conforma uno de los ecosistemas de mayor relevancia en la región, por sus dimensiones colosales y longevidad es considerado el árbol nacional (Martínez, 1963., citado por Villanueva *et al.*, 2003¹), constituye el elemento principal que realza la belleza escénica de estos ecosistemas, además de múltiples beneficios que representa, los sabinos constituyen un archivo climático histórico ya que las capas de crecimiento anual o anchos de sus anillos dependen en cierta medida de las condiciones climáticas prevalecientes durante su formación (Villanueva *et al.*, 2003²), ahora por su importancia que conlleva esta área al decretarse como “Parque Estatal” es fundamental conocer lo mucho que vale esta especie para las poblaciones presentes y futuras ya que por sus características particulares, longevidad (pueden existir árboles que superan los mil años) y ser fuente de información climática es necesario la preservación de esta especie. El objetivo de este trabajo es analizar la dinámica poblacional en términos de edad, diámetro y altura de los sabinos en la parte baja del río Nazas mediante técnicas dendrocronológicas, con la finalidad de que esta información coadyuve para la implementación de programas de manejo y conservación del parque estatal Cañón de Fernández.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizado entre las coordenadas 25° 16' N – 103° 46' W y 25° 27' N– 103° 43' W, dentro del municipio de Lerdo, Durango comprendida entre la Presa Francisco Zarco y Sapioriz, con una distancia aproximada de 18 km (Figura 1).

De acuerdo a la clasificación de Köppen el clima es de tipo desértico, semi-calido con invierno fresco y lluvias en verano (Pérez, 2000).

La precipitación media anual es de 253 mm, y se distribuye principalmente de mayo a octubre, siendo agosto y octubre los meses mas lluviosos (Valencia, 2002).

El escurrimiento presente en la zona de estudio, se origina de la sierra madre occidental en el estado de Durango, a partir de la confluencia del Río Sextin y del Río Ramos, los cuales conforman el Río Nazas y a lo largo de su cause se encuentran las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco (Las Tortolas), hasta su desembocadura en la laguna de Mayran, recorriendo una distancia de 350 Km. aproximadamente.



Figura 1. Ubicación del área de estudio. Tramo Presa Francisco Zarco – Saporiz, en el municipio de Lerdo, Durango.

METODOLOGIA

Se muestrearon árboles de sabino utilizando la técnica de muestreo sistemático, seleccionando sitios o transectos de 50 metros lineales a lo largo del cause del río con un total de 26 transectos correspondientes al margen derecho. Los datos obtenidos fueron el diámetro basal (1.30 m de altura), altura del árbol, coordenadas de cada sitio, altitud, y además se obtuvieron información adicional para determinar las características del sitio y su estado actual tales como base del tronco quemado, ramas o puntas de los árboles trozados, parte central podrido, etc.

Para la colecta de muestras de los árboles vivos se obtuvieron con un taladro tipo Pressler de diversas longitudes de la barrena (muestreo no destructivo), con la finalidad de obtener las virutas (núcleos o incrementos anuales) lo más cercano al centro del árbol (Grissino-Mayer, 2003). De estos árboles se extrajeron dos núcleos tomadas a la altura de pecho (1.30 m), los cuales se identificaron, montaron y pegaron en secciones acanaladas de madera para facilitar su manejo; posteriormente estas se pulieron con diversos grados de lija

(grano grueso a fino) para resaltar sus estructuras de crecimiento. Un factor muy importante en el montado de las muestras es la orientación ya que de esto depende el observar con mayor claridad las bandas de crecimiento anual (Cerano, 2004). Para realizar el conteo de los anillos se utilizó un estereomicroscopio de resolución 6X a 20X; cada década se marcó con un punto, cada periodo de 50 años se marcó con dos puntos y periodos de 100 años se identificó con tres puntos, se utilizó dos puntos paralelos para identificar microanillos, y una línea diagonal para representar un falso anillo. En base al conteo de anillos por muestra se estimaron las edades de cada árbol. Para ello se tomó como base la sección obtenida con el taladro, en árboles con diámetro grande o aquellos que se encontraron podridos por el centro, y por lo tanto no se alcanzó el centro, son estimadas contando los anillos contenidos en los 10 cm. de la parte mas interna de la muestra (contrario a la corteza) esto, debido a que en general los árboles crecen mas rápido en su etapa juvenil y por lo tanto producen anillos mas anchos. Con el número de anillos contenidos en la sección de 10 cm. y conociendo el radio de cada árbol se realizó una extrapolación para estimar el numero de años de la sección faltante, además se les añadió 5 años que se estima como tiempo promedio transcurrido para que los sabinos alcancen la altura de muestreo (1.30 m.). La edad estimada total del árbol, se describe con la siguiente ecuación:

$$ETA = \sum(Ni + Nf + Na)$$

Donde:

ETA = Edad total del árbol (años)

Ni = Número total de anillos obtenidos en la viruta

Nf = Número de anillos en la sección faltante

Na = Número de años que requiere el árbol para alcanzar la altura de muestreo (5 años)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos que se reportan en este trabajo son avances y comprende el margen derecho del río. En los individuos muestreados, se encontró una dominancia de árboles con edades comprendidas entre los rangos de 0 - 200 años, representando el 66.4 %, encontrándose la presencia de árboles que sobrepasa el milenio, con un porcentaje de 1.3 % (Cuadro 1). Los árboles longevos encontrados se ubican en las áreas menos perturbadas localizados sobre lecho rocoso en las faldas de los cerros o en sitios de difícil acceso. Se encontraron árboles con altura de hasta 38 metros y diámetros de hasta 3.7 metros. Villanueva (2003¹) en un trabajo preliminar realizado con escaso tamaño de muestra encontró una

dominancia de árboles con edades menores a los 400 años aun cuando tuviera diámetros superiores a los 3 m., menciona que son contados los individuos superiores a los 1000 años de edad.

Cuadro 1. Rango de edades de los árboles de los sabinos muestreados del margen derecho el río Nazas.

| RANGO DE EDADES | FRECUENCIA (No. DE ÁRBOLES) | % DEL TOTAL |
|-----------------|-----------------------------|-------------|
| 0-100 | 125 | 31.6 |
| 100-200 | 138 | 34.8 |
| 200-300 | 49 | 12.4 |
| 300-400 | 29 | 7.3 |
| 400-500 | 22 | 5.6 |
| 500-600 | 9 | 2.3 |
| 600-700 | 7 | 1.8 |
| 700-800 | 5 | 1.3 |
| 800-900 | 2 | 0.5 |
| 900-1000 | 5 | 1.3 |
| >1000 | 5 | 1.3 |

Analizando las edades de los árboles con respecto a su ubicación se obtiene que los árboles con edades menor que 200 años se localizan a distancias próximos a los centros de población (Sapioriz y Nuevo Graseros), lo cual se le atribuye a que en esta parte existe mayor presión sobre la vegetación de galería por efectos de cambio de uso de suelo y dado a la cercanía a los centros urbanos por lo que es mas propenso a daños por paseantes en actos vandálicos, lo cual ha influenciado a la desaparición de especimenes añejos, además en esta parte se observó el mayor número de árboles con algún daño provocado por efectos antropogénicos, ahora en la parte de la presa, existe menor presión por parte de la población de Nuevo Graseros, además se encuentra a una distancia mayor a los centros urbanos (Torreón, Gómez Palacio y Lerdo), por que en esta parte si existe la presencia de árboles con edad mayor a los 600 años, además la actividad principal de esta población es la pesca, lo cual no presenta efectos por cambios en el uso de suelo y por lo tanto los bosques de galería y en particular la vegetación de sabinos presentan mayor conservación.

Se promediaron las edades por transecto, la cual se encontró que del transecto 19 al 25, las edades promedio oscilan entre los 300 a los 650 años (Figura 2), determinándose al sitio 25 con mayor edad promedio; en estos transectos se localizan individuos con edades entre los 900 a los 1350 años de edad. Por lo que estos resultados obtenidos sirven como antecedente para

fundamentar acciones pertinentes a la preservación de estas áreas mediante el conocimiento de las instancias pertinentes sobre lo valioso que puede ser un sitio de esta índole, además de la antigüedad de los árboles ubicados en el río Nazas, son de importancia dendroclimática, esto es, son archivos históricos vivientes de eventos climáticos que se ha presentado a lo largo de la vida de estos árboles, por lo que la conservación y preservación de estos especímenes es fundamental.

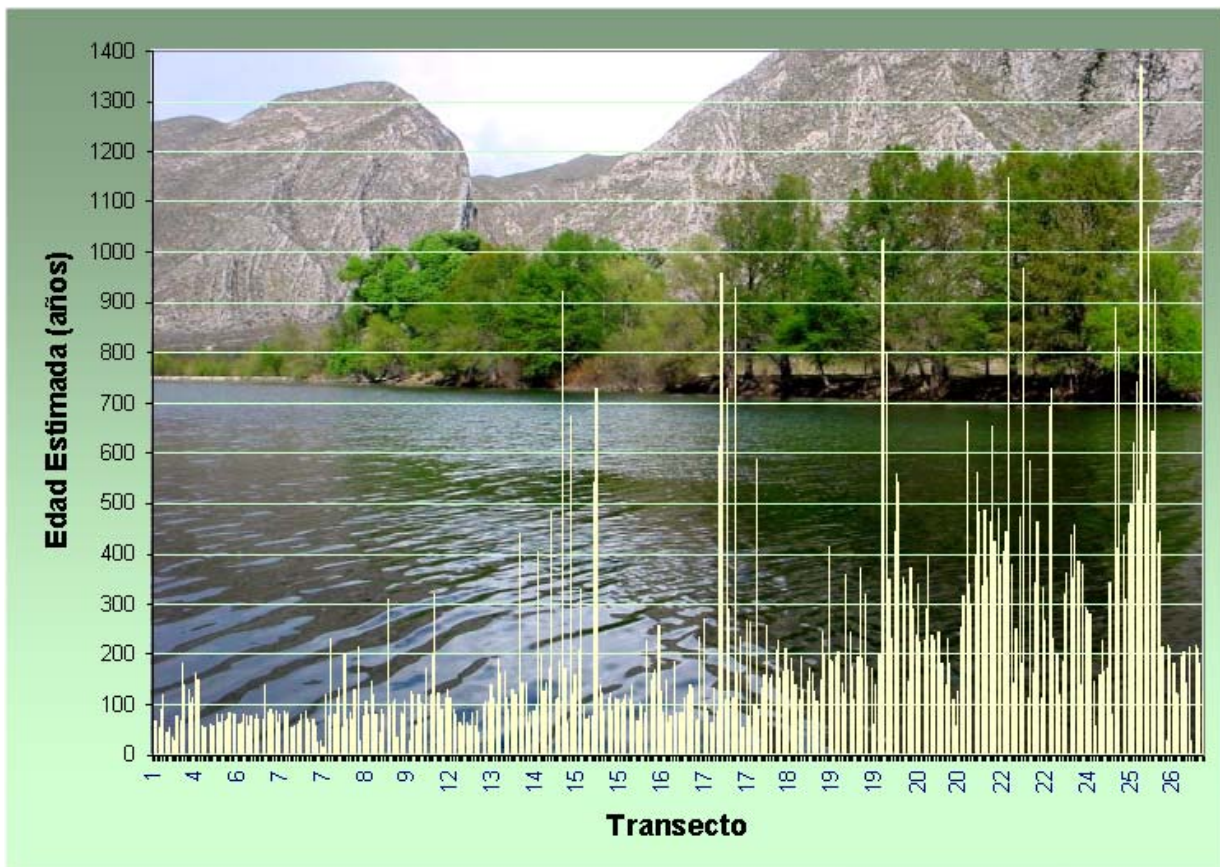


Figura 2. Edad estimada total de los transectos estudiados correspondiente al margen derecho del río Nazas que comprenden de Saporiz - Presa Francisco Zarco.

Dentro de los análisis estadísticos, se realizó una correlación entre el diámetro y la edad de cada árbol, se encontró un coeficiente de correlación de 0.409 lo cual indica que existe una baja correlación entre el diámetro con respecto a la edad de los árboles de sabino en el Nazas esto queda de manifiesto en los datos obtenidos, ya que existen árboles con diámetro pequeño y edades grandes y diámetros grandes con edades pequeñas. Para determinar si es factible estimar edades de los árboles de sabino conociendo el diámetro de cada uno de ellos se realizó

un análisis de regresión lineal, encontrándose un coeficiente de determinación (R^2) de 0.167 lo cual demuestra que los datos obtenidos no se ajustan a este modelo. La altura de los árboles con respecto a la edad, presenta un comportamiento muy similar al encontrado con los diámetros, ya que existen árboles jóvenes muy altos y árboles viejos con alturas similares a los árboles jóvenes, esto explica que los árboles crecen rápido en las etapas tempranas de crecimiento del árbol tanto en diámetro así como en altura, llegando a una altura máxima de 38 metros, caso concreto el de un árbol localizado en el transecto cinco, con una edad de 59 años y un diámetro de 1.17 metros. Además cabe mencionar que los especímenes viejos en la mayoría de los casos presentan pudrición en la parte terminal (apical) lo que hace que ya no crezca en altura.

CONCLUSIÓN

Por la importancia que tiene el Río Nazas como ecosistema ripario en el Desierto Chihuahuense, así como fuente de principal de agua para la comarca lagunera, es necesario la implementación de acciones para asegurar su viabilidad y su permanencia para las generaciones futuras. Ahora en su decreto como parque estatal es de momento resaltar la trascendencia que tiene los bosques de galería en específico los sabinos y que en este estudio se ha verificado la existencia de árboles milenarios, los cuales podrían ser una fuente de atracción ecoturística, además de su importancia como fuente de información climática. Pero con el desconocimiento de lo anterior es factor de perturbación, lo cual es vital la implementación de acciones de conservación y manejo.

BIBLIOGRAFIA

- Cerano P. J. 2004. Reconstrucción de 350 años de precipitación invierno-primavera para Saltillo, Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México.
- Grissino-Mayer, H. 2003. A manual and tutorial for the proper use of an increment borer. *Tree-Ring Research* 59(2). 63-79.
- Perez, G. J.L. 2000. Productividad del agua en tres sistemas de producción de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) con riego por cintilla y acolchado plástico. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10. Tesis.
- Treviño G., E. J., C. Cavazos C. y O. A. Aguirre C. 2001. Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León. *Madera y Bosques* 7(1):13-25.
- Valencia, C. C. M. 2002. Factores que inciden en el deterioro ecológico y social de la parte baja del río Nazas: Uso de un Sistema de Información Geográfica. BIODIVERSITY A. C. Informe Técnico Final.
- ¹Villanueva, D. J., Cerano P. J., Jasso I. R. 2003. Algunas características estructurales de los sabinos (*Taxodium mucronatum* Ten.) en la parte baja del Río Nazas. Memorias, XV Semana Internacional de agronomía FAZ-UJED
- ²Villanueva, D. J., Stahle, D. W., Therrell, M. D., Cleaveland M.K, Camacho, M. F., Nuñez, D. P.F., Gomez, C. S., Sanchez, S. J., Ramirez, G. J.A. 2003. Registros climáticos de los ahuehetes de Chapultepec en los últimos 450 años. *Archivo histórico del agua. Boletín* No. 23. 34-43.

MEDICIÓN DEL ESTADO FÍSICO-MECÁNICO DEL SUELO EN LA REGIÓN LAGUNERA

**Moreno Secaña Juan Carlos ¹,
Martínez Rubèn de Celis Enrique ², Andrade Sánchez Pedro ³**

¹Estudiante de Maestría en Suelos, ITA10 de Torreón Coahuila. México. E mail:
suelos222@hotmail.com ²Profesor Investigador del ITA10 Torreón Coahuila. México.

³ Investigador del INIFAP, Matamoros Coahuila. México.

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la compactación del suelo es una característica físico – mecánica del suelo que afecta el estado natural del mismo ya que se traduce como el incremento de su densidad aparente que resulta de la aplicación de una carga o presión. (Narro; 1992). Esta presión puede venir de fuerzas mecánicas aplicadas, de la contracción de algunos suelos al secarse y de la destrucción de la materia orgánica o de la estructura del suelo; sin embargo, los principales problemas de compactación de suelo se deben al uso excesivo de maquinaria agrícola y a la práctica inoportuna de la labranza. A nivel regional se tiene en la Comarca Lagunera un problema, es la compactación del suelo que se hace presente en grandes extensiones de tierras por su uso excesivo de maquinaria, ante esta problemática se propone estudiar la compactación de dos suelos de la región lagunera sometidos a condiciones de tráfico de maquinaria y áreas no traficadas en diferentes contenidos de humedad y a diferentes profundidades.

En la actualidad el uso de sensores y la utilización de tecnología de posicionamiento global (GPS) en la agricultura, es una técnica que se ha utilizado en las mediciones de características del suelo. Se tienen estudios por la Universidad de California Davis de que un dispositivo al cual denominaron SCPS, puede detectar diferencias considerables en el estado de la compactación del suelo dentro del perfil de suelo. Con el propósito de conocer el funcionamiento del sensor de compactación (SCPS) propuesto por la Universidad de California Davis, Estados Unidos, el objetivo planteado en el presente trabajo de investigación consistió en estudiar el comportamiento de las propiedades físico-mecánicas del suelo y las relaciones existentes entre los datos de salida del SCPS y el Índice de Cono (I.C); con fines de evaluar el funcionamiento del SCPS y además proponer con certeza un sistema de medición para la compactación del suelo.

Usando un análisis detallado de regresión, Andrade et al., (2001) es posible mostrar una relación entre las fuerzas horizontal del suelo y las propiedades físicas como humedad, densidad aparente en seco y además el parámetro de profundidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los lotes experimentales 11 y 13 del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias de Matamoros Coahuila (INIFAP-Matamoros), comprendido en los meses de abril - junio 2005.

La superficie de cada lote experimental fuè de 3960 m², con 110 m de largo x 36 m de ancho, dividido en tres repeticiones: este (E), centro(C) y oeste (W).

Se inició con la caracterización textural de cada lote obteniéndose una textura arcillosa para el lote 11 y una textura de migajòn-arenosa para el lote 13, cada uno de los lotes contiene tres repeticiones y cada una de las repeticiones con dos condiciones, la de surco de tráfico y la de surco de no tráfico. En cada uno de los surcos en estudio de cada lote se establecieron cinco estaciones o puntos separados entre si por 15 metros de distancia, llegando a formar cinco secciones en las que a cada sección fue estudiada a tres estratos de profundidad (0-15, 15-30 y 30-40cm). Por lo que de cada repetición se obtuvieron un total de 30 muestras, haciendo un total de 180 puntos de estudio.

Una vez identificados los puntos y los tratamientos se realizaron las mediciones en cada punto y a una profundidad de hasta 40cm con ayuda de un tractor mediano de aproximadamente 50 kW de potencia y un sistema dual de penetrómetros, montados en un bastidor que se acopla al enganche de tres puntos del tractor.

El bastidor sostiene dos penetrómetros operados por el sistema hidráulico remoto del tractor y cuyo desplazamiento es medido por un potenciómetro lineal. El esfuerzo realizado para la penetración del cono en el suelo fuè registrado en una célula de carga para cada penetrómetro. Se midió la resistencia a la penetración en el sentido vertical en cada punto ubicado a 15 metros de separación (Figura 2).

Para medir la fuerza que ofrece el suelo al ser cortado en un sentido horizontal se utilizó el sensor de compactación SCPS, que también va montado al bastidor pero cuya obtención de medida se realizó después de las mediciones del Índice de Cono, este sensor consta de cinco células de carga montadas en un timón separadas a cada 7.5 cm. de distancia, por lo que este sensor explora una profundidad de hasta 37.5 cm.

Además al tractor (figura 1) se le instaló un DGPS para ubicar los lotes experimentales e identificar áreas compactadas; toda la información de las fuerzas y su ubicación referenciada fuè almacenada en un data logger.

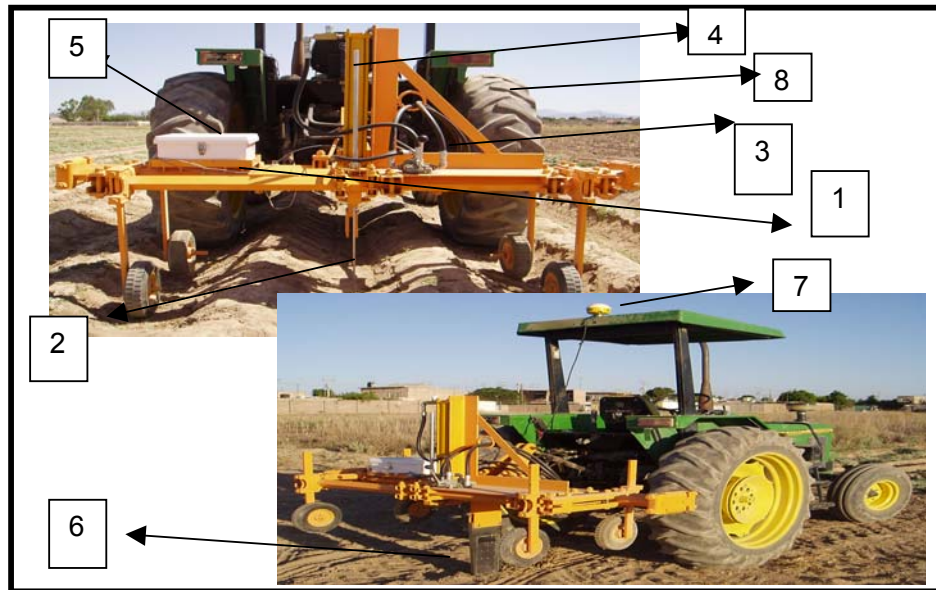


Figura 1. Esquema del sistema para medir la compactación del suelo.(1: Bastidor, 2: Penetrómetros, 3: Control Hidráulico, 4: Cilindro Hidráulico, 5: Data Logger, 6: SCPS, 7: Antena DGPS, 8: Tractor).

Ubicación de tratamientos

Lote 11 (Arcillosa)

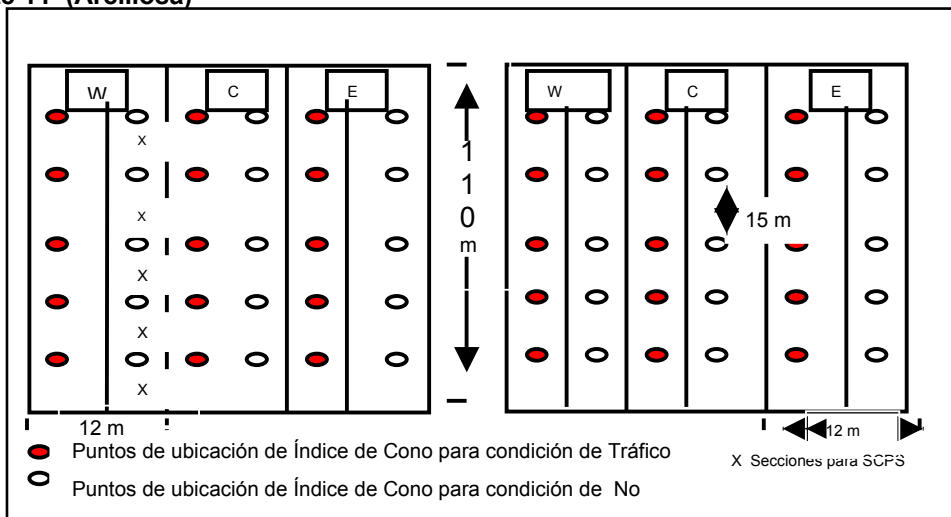


Figura 2. Ubicación de puntos y secciones de estudio para Índice de Cono y SCPS. Se determinarán los contenidos de humedad de los puntos a estudiar mediante el método gravimétrico, antes de que se determinara el Índice de Cono y las fuerzas de SCPS para cada sección.

Evaluación de los lotes experimentales

Las evaluaciones se realizaron en el campo sin cultivo, durante estos ensayos, se determinó el índice de cono, bajo los estándares ASAE EP542, S313.3 usándose el cono con una base de 129 mm². Las lecturas del penetrómetro de cada punto a su tres profundidades se grafican en una base de datos en la computadora. Estos puntos de ubicación definen una trayectoria de los transectos de camino para el uso del sensor de perfil de compactación (SCPS). Para ambos campos, los transectos de camino fueron realizados a una velocidad promedio de 1.02 m/s, y la profundidad de operación fue de 37.5 cm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las fuerzas obtenidas están en función de la humedad y densidad, así como del tratamiento al cual esta sometido el suelo en estudio (Tráfico y No Tráfico) presentando variación con la profundidad. En cuanto al Índice de Cono se puede observar en la Figura 3, que en el lote arcilloso con un porcentaje promedio de humedad gravimétrica del 14%, aumentó su resistencia con la profundidad logrando alcanzar valores a los 20cm superiores a los 5 MPa; lo que se atribuye a la presencia de piso de arado, mientras que en el suelo Migajón-arenoso (Figura 4) con un porcentaje promedio de humedad del 8% este fenómeno no es muy notable, registrando baja resistencia hasta los 30cm, a partir de donde se registra un incremento hasta alcanzar valores de I.C. superiores de 3 MPa.

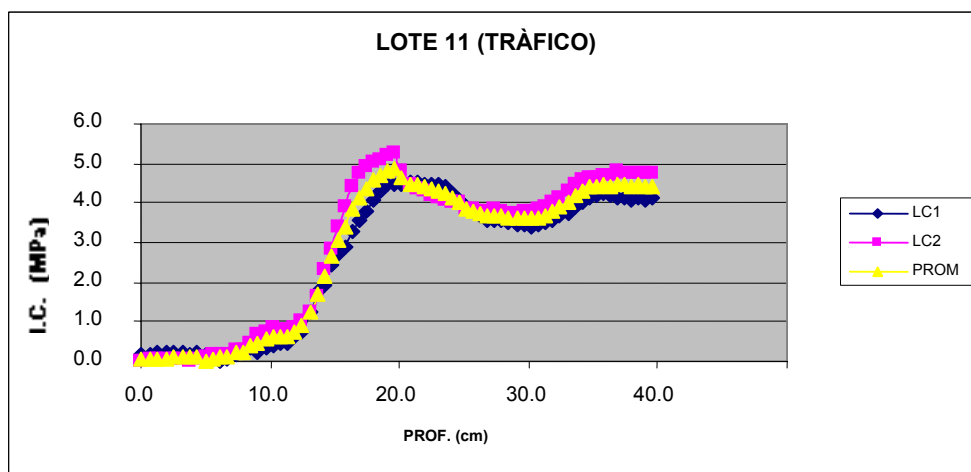


Figura 3. Comportamiento típico del Índice de Cono lote arcilloso.

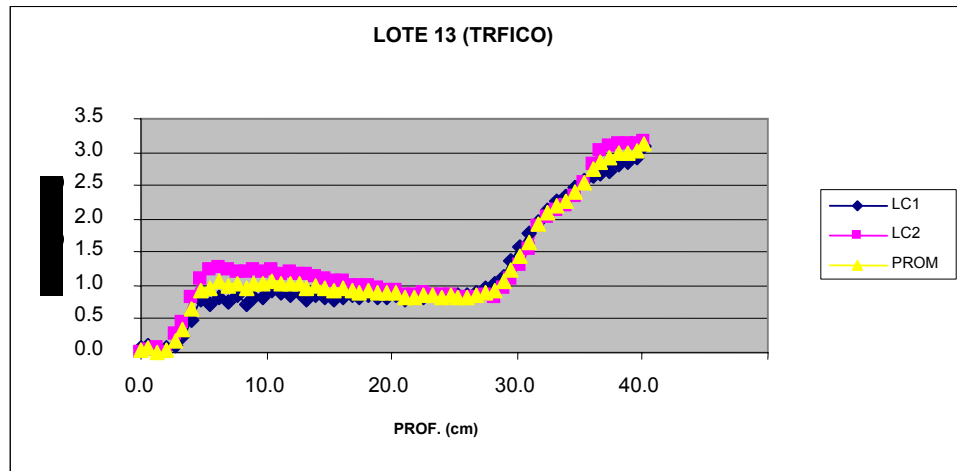


Figura 4. Comportamiento típico del Índice de Cono lote migajòn- arenoso.

Las fuerzas registradas por el Índice de Cono y el SCPS están directamente relacionadas como se puede observar al comparar las Figuras 3 vs 5 y 4 vs 6 ya que los resultados de la resistencia vertical se corresponden con las fuerzas horizontales registradas por cada una de las celulas del SCPS, con la ventaja de que este ultimo dispositivo permite monitorear el esfuerzo al corte que el suelo presenta a lo largo de un transecto.

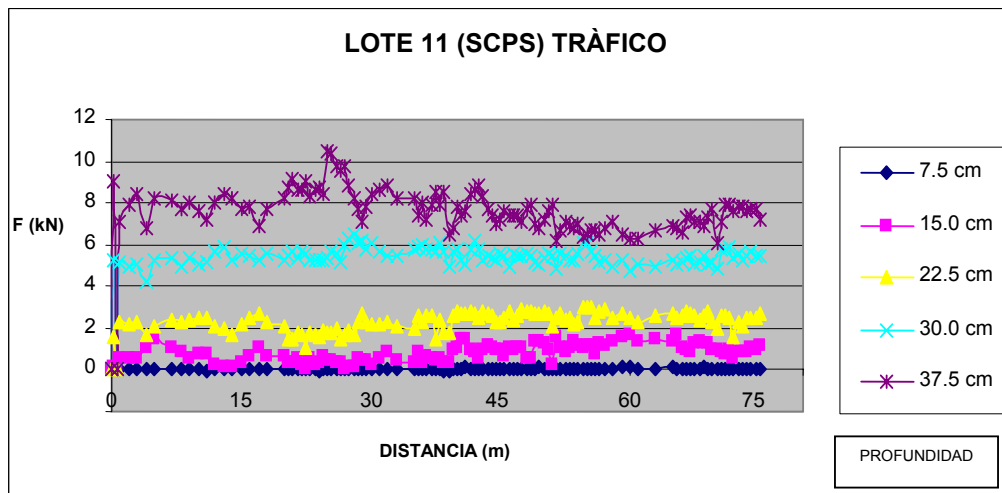


Figura 5. Comportamiento típico espacial de las fuerzas registradas con SCPS lote arcilloso.



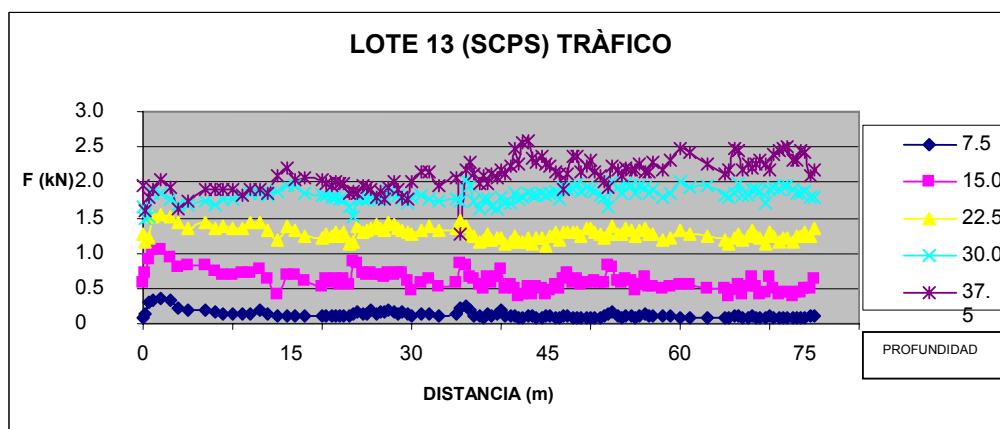


Figura 6. Comportamiento típico espacial de las fuerzas registradas con SCPS lote migajón-arenoso.

En la Tabla 1, se presentan los resultados del análisis de correlación de los datos obtenido con SCPS, los penetrómetros, la humedad y la densidad del suelo, para el lote de textura arcillosa existentes entre cada una de la variables en estudio a sus tres profundidades de estudio en condiciones de no-trafico, observandose como al aumentar la densidad del suelo aumenta, y/o al disminuir la humedad aumenta la resitancia, por lo que la humedad están inversamente relacionadas.

Tabla 1. Valores de los coeficientes de correlación (r) de las variables en estudio. Salida del sensor (SCPS), Índice de Cono (IC), Humedad (W) y Densidad aparente (Dap.); en relacion a la profundidad en el lote 11 en su condición de NoTráfico.

| Profundidad cm. | 0-15 | | | | 15-30 | | | | 30-40 | | | |
|-----------------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|
| | SCPS | IC | W | Dap. | SCPS | IC | W | Dap. | SCPS | IC | W | Dap. |
| SCPS | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | |
| IC | 0.14 | 1 | | | 0.73 | 1 | | | 0.81 | 1 | | |
| Humedad | -0.56 | -0.38 | 1 | | -0.79 | -0.82 | 1 | | -0.9 | -0.83 | 1 | |
| Dap. | -0.06 | 0.35 | 0.35 | 1 | 0.6 | 0.37 | 0.33 | 1 | 0.34 | -0.1 | 0.15 | 1 |

CONCLUSIONES

- 1) El uso del sensor en la agricultura como el SCPS son herramientas con potencial para el estudio y caracterización de un suelo.
- 2) El comportamiento de las fuerzas detectadas por el SCPS, presenta una alta correlación con las del penetrómetro para su determinación de índice de cono.

- 3) La relación que existe entre los valores obtenidos de las variables de SCPS, IC y Humedad (W) aumentan con la profundidad estudiada.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, P., U. Rosa, S. Upadhyaya, B. Jenkins, J. Aguera, and M. Josiah. 2001. Soil profile force measurements using an instrumented tine. ASAE Paper No. 011060. St. Joseph, Mich.: ASAE. 30(6): 1578-1582.
- American Society of Agricultural Engineers. 1999. Standards. EP542: Soil cone penetrometer. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- American Society of Agricultural Engineers. 2004. Standards, S313.3: Soil cone penetrometer. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Narro, F. E; 1994. Física de suelos: con enfoque agrícola. Editorial Trillas, S.A. de C.V.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BASTIDOR PARA MEDICIONES DEL ESTADO FÍSICO-MECÁNICO DEL SUELO

**Moreno Seceña Juan Carlos ¹, Andrade Sánchez Pedro ²,
Martínez Rubin de Celis Enrique ³**

¹Estudiante de Maestría en Suelos, ITA10 de Torreón Coahuila. México. E mail: suelos222@hotmail.com ²Investigador del INIFAP, Matamoros Coahuila. México. ³Profesor Investigador del ITA10 Torreón Coahuila. México.

INTRODUCCIÓN

Al hablar de mediciones del estado físico-mecánico del suelo es llegar a un punto donde se tienen limitados avances tecnificados en cuanto al uso de sensores, esto es referido a pruebas de penetración y de corte al suelo para obtener información In-situ de la resistencia del suelo, para realizar dichas pruebas de penetración se utilizan en la actualidad penetrómetros que registran la fuerza ejercida por el suelo sobre estos. Utilizar un penetrómetro es una determinación que mide directamente en campo el índice de cono, que en si son valores útiles para referenciar los valores limitantes para la penetración de las raíces (Martínez et al. 2003).

La resistencia del suelo a la penetración es la fuerza que éste opone a un instrumento de prueba y su valor es un índice integrado de la compactación del suelo (Narro 1994). El penetrómetro mide las fuerzas que el suelo opone al ser penetrado en forma vertical, lo que resulta importante conocer las fuerzas que ofrece el suelo a su corte en forma horizontal, ya que el crecimiento de las raíces y el movimiento del agua no es solo en un sentido.

Para esto es utilizado un sensor de compactación (SCPS) propuesto por la Universidad de Davis CA. Estados Unidos, el cual mide por medio de cinco células de carga la fuerza al corte del suelo en forma horizontal.

El objetivo de este trabajo, fue diseñar un bastidor para utilizarlo y medir a través del SCPS y penetrómetros la determinación In- situ en tiempo real del Índice de Cono y la fuerza al corte en forma horizontal utilizando poder mecánico hidráulico (tractor).

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño se realizó en el taller de materiales del INIFAP campo Matamoros Coahuila, comprendido en los meses de enero – marzo de 2005. El proyecto se dividió en tres etapas: Diseño y construcción del bastidor, ensamble de partes auxiliares y pruebas de campo.

A). Bastidor:

Constituido de metal con un peso aproximado de 500kg el cual consta de tres barras: la delantera e intermedia con dimensiones de 240cm de longitud x 4.8cm de ancho y una barra

trasera de 189cm de longitud x 4.8 de ancho, lo soportan cuatro llantas haciendo al bastidor un sistema independiente del tractor (Figura 1).

Posee un enganche de tres puntos al tractor, y se compone de las siguientes partes:

1. Cilindro Hidráulico, 2. Cuadro de acero de 40cm de ancho que soporta un modulo de información (Data logger), 3. Timón sujetador del sensor SCPS, 4. Cuadro guía de acero que sujeta las células de carga y a sus respectivos penetrómetros, 5. Sistema de bombeo de aceite hidráulico para el desplazamiento del cuadro guía que sujetan los penetrómetros.

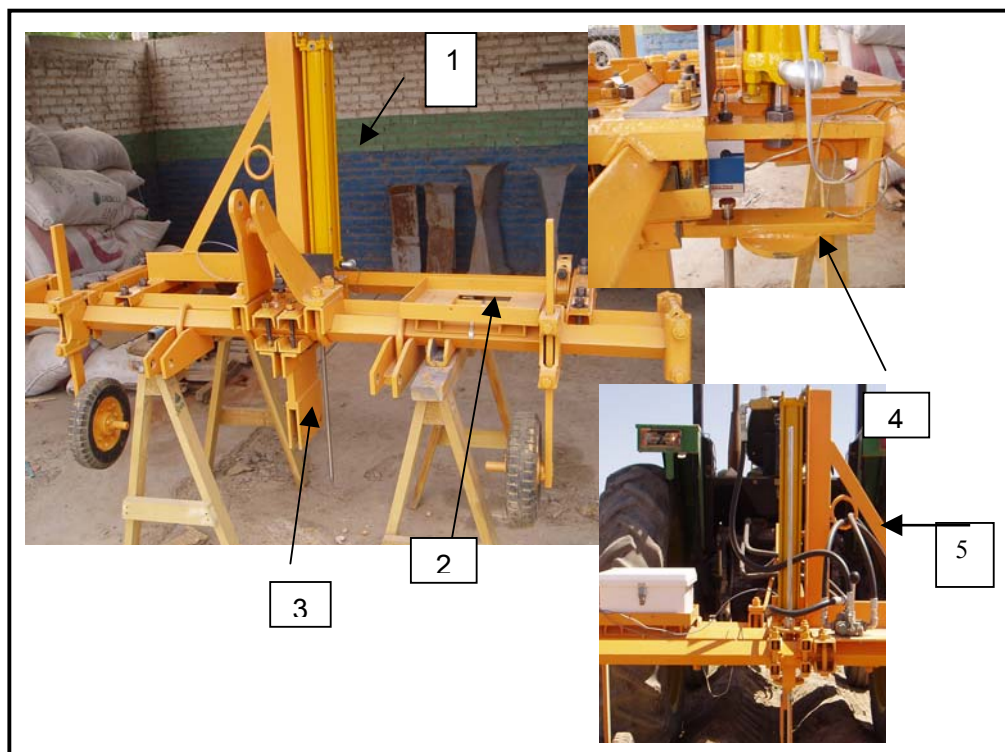


Figura 1. Bastidor

B). Partes auxiliares

1. Sensor SCPS:

El sensor consta de cinco células de carga montadas en un timón separadas a cada 7.5 cm. de distancia, por lo que este sensor explora una profundidad de hasta 37.5cm, para hacer útil los datos de salida que da cada célula de carga (Tabla 1), fue necesario calibrar cada una de ellas, a cada célula de carga se sometió a diferentes cargas, y se registraron los datos de salida en miliVolts almacenándose en el data logger (Figura 2).

Las ecuaciones obtenidas de cada célula de carga son utilizadas para calcular la carga real en kN soportada por cada celula.

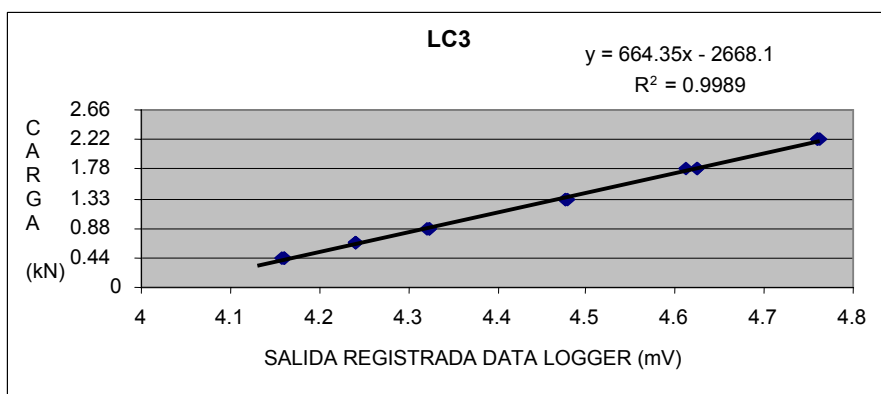


Figura 2. Relación de la carga y la salida del data logger.

Tabla 1. Comportamiento de las cinco células de carga.

| Celula | Ecuación | R ² |
|--------|------------------|----------------|
| LC1 | 560.2X - 148.51 | 0.9982 |
| LC2 | 836.58X - 190.61 | 0.9997 |
| LC3 | 664.35X - 2668.1 | 0.9989 |
| LC4 | 2634.2X - 732.7 | 0.9992 |
| LC5 | 2010.6X - 291.65 | 0.9969 |

2. Se instalo en el bastidor un modulo para determinar el I.C:

El cual consta de dos penetrómetros operados por el sistema hidráulico remoto del tractor y cuyo desplazamiento es medido convertido por un potenciómetro (Figura 3). El esfuerzo realizado para la penetración del cono en el suelo fue registrado en una célula de carga instalado para cada penetrómetro; determinandose el índice de cono, bajo los estándares ASAE EP542, S313.3 usándose el cono con una base de 129 mm²; y un empuje de velocidad de aproximadamente 30 mm/s.

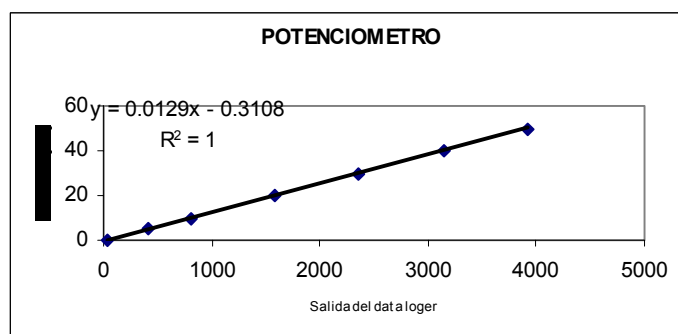


Figura 3. Calibración del potenciómetro

El principio de esta calibración es someter al potenciómetro a distintas distancias y registrar los datos de salida que emite el data logger en (mV), para después considerar la ecuación correspondiente (pendiente) para conocer la distancia desplazada por los penetrómetros.

El principio del funcionamiento de estos penetrómetros se basan también en la calibración previa de sus células de carga (Figuras 4 y 5) donde las unidades de carga en (kg) a la que se somete cada célula de carga le corresponde una salida que se registra en el data logger (mV), para obtener la ecuación correspondiente, de esta ecuación se considera su pendiente para posteriormente convertirlos en datos reales en unidades de (Mpa) de la siguiente manera: datos de salida registrados por el data logger multiplicado por la pendiente de la ecuación de cada célula de carga de su penetrómetro correspondiente a este producto se le multiplica considerando la fuerza de gravedad y al producto total de estos tres factores se le divide el área del cono del penetrómetro.

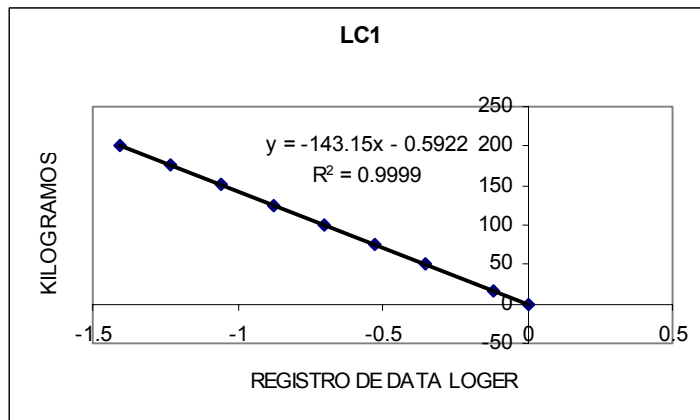


Figura 4. Calibración célula de carga 1 (I.C.)

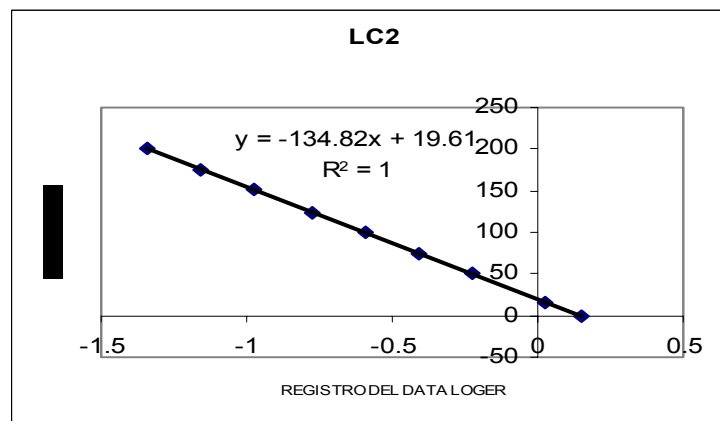


Figura 5. Calibración célula de carga 2 (I.C.)

DGPS:

Sistema diferencial de posicionamiento global, cuya señal satelital recibida por OmniSTAR, permite registrar las pruebas del paso del bastidor en tiempo real y sobre todo ubicar geográficamente las zonas de compactación mediante un mapeo del lote experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el presente trabajo se logro obtener un bastidor completo donde se instala el sensor SCPS y los penetrómetros para determinar las condiciones físico-mecánicas del suelo de manera posicionada a través de la antena DGPS (Figura 6).

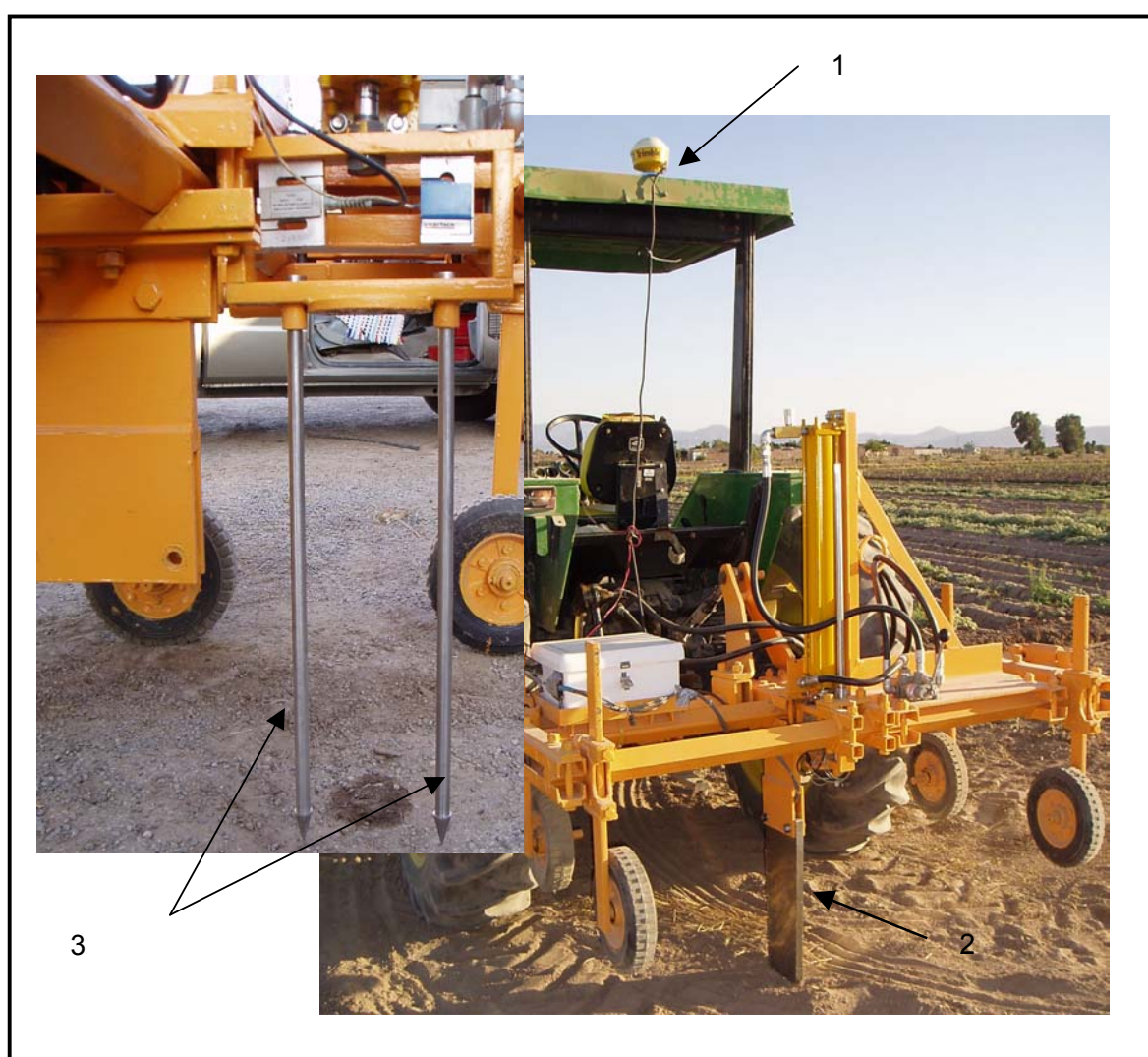


Figura 6. Bastidor que mide las condiciones físico- mecánicas del suelo (1: Antena DGPS, 2: SCPS; 3: Penetrómetros).

CONCLUSIONES

Con el presente trabajo se logro construir un bastidor útil y de fácil manejo para las mediciones en campo de las condiciones físico-mecánicas del suelo. Así que se presenta la tecnología para que sea integrada ya como una herramienta más en la utilidad para medir las fuerzas del suelo a diferentes profundidades, en dirección vertical y horizontal en tiempo real y de manera referenciada.

BIBLIOGRAFÍA

- American Society of Agricultural Engineers. 1999. Standards. EP542: Soil cone penetrometer. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- American Society of Agricultural Engineers. 2004. Standards, S313.3: Soil cone penetrometer. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Martínez, E; J. López. 2003. Prototipo de un Penetrómetro Hidromecánico para la determinación del Índice de Cono. Congreso Nacional de Investigación y desarrollo Tecnológico DGETA 2003.México.
- Narro, F. E; 1994. Física de suelos: con enfoque agrícola. Editorial Trillas, S.A. de C.V.

pH y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE UN SUELO REGADO CON DIFERENTES AGUAS TRATADAS

**Vera Velasco Patricia², Martínez Rubin de Celis Enrique¹,
López Martínez José Dimas³, Aldaco Nuncio Rogelio,¹ Frias Ramírez José¹,**

¹Profesor- Investigador SIGA-ITA 10, Torreón, Coah. (emarti@yahoo.com.mx),

²Tesista SIGA- ITA10, ³Profesor-Investigador FAZ_UJED

INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los problemas más graves en el ámbito mundial es la escasez de agua, así como la contaminación y el desperdicio de la misma, lo que trae como consecuencia que la superficie de suelo irrigable vaya en decremento. La Comarca Lagunera cuenta con una superficie aproximada de 237,000 ha de las cuales 150,000 son potencialmente superficie irrigable por agua rodada que proviene de presas (Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco), río Aguanaval, río Nazas y de agua del subsuelo¹. El clima es un factor determinante para la escasa captación de agua en las presas que proveen a la región, ya que presenta una precipitación pluvial anual entre 240–260 mm así como una evaporación que puede alcanzar valores de 2000 mm al año, lo que ocasiona una baja considerable en este renglón, y ha ocasionado que año con año la superficie irrigable de la Comarca Lagunera vaya disminuyendo, provocando pérdidas para los productores. La otra forma de riego utilizada, es el agua del subsuelo, pero debido a la sobreexplotación del manto acuífero, gran parte del agua esta presentado incremento en la concentración de sales lo que baja la calidad de la misma y la salinización de los suelos que irriga, y la consecuente disminución en la productividad de estos suelos. Entre las alternativas que se han presentado al gobierno federal para, abastecer de agua a la zona agrícola, están: el exportar agua de otros estados de la República; la recarga de los mantos acuíferos; utilización de las aguas negras para el riego de cultivos forrajeros y actualmente, la reutilización las aguas residuales que son sometidas a tratamientos de depuración, con los riesgos potenciales de degradación de la estabilidad de los agregados, un decremento en la conductividad hidráulica, el sellado de la superficie, compactación y un decremento en la aeración del suelo (Levy *et. al.*, 1999). En la Comarca Lagunera se encuentran establecidas 83 plantas tratadoras de aguas residuales, de las cuales 78 están en funcionamiento (municipales e industriales) con un gasto instalado de 3840.76 l s⁻¹ y un gasto tratado de 2400 l s⁻¹ aproximadamente, de los cuales solo el 61.8% cumple con los parámetros establecidos por la Comisión Nacional del Agua, Al respecto, la CNA (1999) Indica que en la actualidad se presenta el paradigma de rehusar las aguas residuales, mediante procesos de tratamiento que recuperen su calidad para ser aprovechadas en la agricultura, que consume

importantes cantidades de agua, indicando CNA (2003) que se deben realizar estudios, que determinen la posibilidad de su rehúso en la producción agrícola. Por lo que se plantea el objetivo de determinar los cambios en el pH, CE del suelo regado con distintos tipos de aguas residuales tratadas mediante los diferentes procesos utilizados en la Comarca Lagunera como parte de los estudios que actualmente se están realizando para determinar su aptitud, para la reutilización con fines agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se instaló en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10. Se realizaron entrevistas con las personas encargadas de las diferentes plantas tratadoras de aguas residuales instaladas en la Comarca Lagunera en donde sus efluentes son utilizados para el riego de cultivos y áreas verdes con la finalidad de obtener información sobre los tipos, orígenes, criterios capacidades, cantidades y orígenes de los efluentes de sus plantas. Así como negociar su apoyo y establecer condiciones de trabajo. Siendo estas: Parras de la Laguna con aguas de origen industrial tratadas mediante lodos activados, al momento de colectar el agua esta presentaba color ámbar transparente, con un olor poco perceptible a sosa: SIMAS con aguas de origen urbano tratadas mediante lagunas de estabilización, que al momento de colectarla presentaba color verde claro, con olor poco perceptible a drenaje: Bosque Venustiano Carranza con agua proveniente de la planta tratadora de Met-Mex Peñoles mediante lodos activados, la cual al momento de colectarse en el bosque presentaba color verde oscuro con muy poco olor: Campo Militar con agua tratada proveniente de sus instalaciones y unidad habitacional y que al momento de colectarse era casi incolora, sin olor y con un poco de sólidos: ITA 10 con nagua proveniente de las instalaciones del Instituto, tratadas por sedimentación, que al momento de colectarse era casi incolora y sin olor. El suelo con el que trabajó fue tomado de parcelas aledañas al instituto el cual se encuentra en producción, el agua tratada se recolecta en los desemboques de cada una de las tratadoras previamente seleccionadas. Se instalaron permeámetros utilizando contenedores plásticos de 40 cm de altura y diámetro de 35 cm, a los cuales se cubrió su pared de parafina para evitar que al momento del riego existiera flujo de pared. Se llenaron de suelo, respetando los estratos y la densidad del lugar de origen (0-10; 10-20; 20-30; 1.29 gr cm⁻³). Los tratamientos se instalaron utilizando un diseño de Bloques al azar con 5 repeticiones, considerando los diferentes productos de las plantas tratadoras de aguas residuales de la Comarca Lagunera y un testigo con agua de bombeo, que da como resultado 5 tratamientos y el testigo. Se dio un riego inicial por tratamiento hasta saturación en base a peso. Durante el periodo del experimento, se repuso el agua a las unidades experimentales al

alcanzar un abatimiento entre el 25 y el 75% de humedad aprovechable para cada tratamiento, realizándose la determinación del requerimiento en base a diferencia de peso (lisimetría). Para efecto de estudio, el trabajo se realizó en dos etapas, donde la primera considerada como la etapa de calor comprendió los meses de Junio a Octubre y la segunda o etapa fría los meses de noviembre a marzo, durante las cuales se registraron: agrietamientos (micrómetro), formación de costras(micrómetro), contracción(micrómetro), requerimiento de humedad, así como observaciones fuera de lo normal que se presentaron durante el mismo (presencia de lama, acumulamiento de sales, manchas de colores distintos en el suelo, etc), conductividad eléctrica y pH, obteniéndose así información intermedia y final para el comportamiento del suelo en cada tratamiento. En este estudio a pesar de su importancia, no fue posible incluir agua de la planta tratadora de Gómez Palacio, Dgo. (SIDEAPA) ya que sus dirigentes no dieron la autorización.

RESULTADOS

El análisis estadístico de los datos (Tabla I), presenta diferencia altamente significativa para los volúmenes de agua por efecto de la fuente del agua tratada, pudiéndose observar en la Figura 1 los requerimientos por tratamiento para la primera etapa y el acumulado al final del estudio.

Los tratamientos que más agua requirieron entre riegos fueron los que utilizaron agua de

Tabla I. Cuadrados Medios

| FV | GL | Grietas | Contrac | Humedad | CE 00-15 | CE 15-30 | pH 00-15 | pH 15-30 |
|-----|----|---------|---------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| TRA | 5 | 0.282* | 0.079* | 2496716** | 13.561** | 14.740** | 0.253* | 0.115015* |
| BLO | 4 | 0.034 | 0.011 | 160512 | 0.049 | 0.108 | 0.089 | 0.042114 |
| ERR | 20 | 0.018 | 0.013 | 139008 | 0.036 | 0.117 | 0.074 | 0.038562 |
| TOT | 29 | | | | | | | |
| CV | | 40.87% | 16.23% | 1.79% | 8.52% | 15.75% | 3.45% | 2.41% |

SIMAS, los requerimientos de los tratamientos regados con agua tratada de: Campo Militar, Bosque y el testigo registraron poca variación, sin embargo existieron diferencia entre estos y el tratamiento de ITA 10, mientras que el tratamiento regado con agua de la planta de Parras de la Laguna presentó mayor retención de humedad por lo que sus requerimientos fueron significativamente menores que en los otros tratamientos, pero este tratamiento también fue quien presentó estadísticamente durante la primera etapa más acumulación de sales en la superficie del suelo, mayor contracción y mayor agrietamiento en la superficie del suelo.

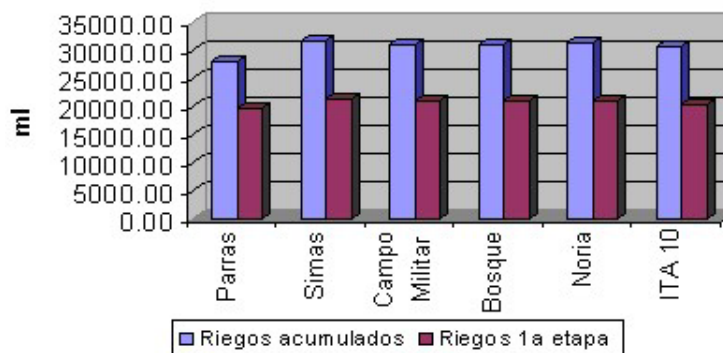


Figura. 1 Comparación de los requerimientos de agua

En la Figura 2 se observa como todos los tratamientos presentaron un incremento en los valores de pH, lo cual se atribuye al incremento de sales en el suelo que todas las aguas tratadas originaron, siendo mayor y con menos variación entre tratamientos en la profundidad de 15-30 cm, donde el pH final del suelo únicamente en los tratamientos del bosque registro valores por debajo de 8, aunque en la etapa de calor sobrepaso este valor.

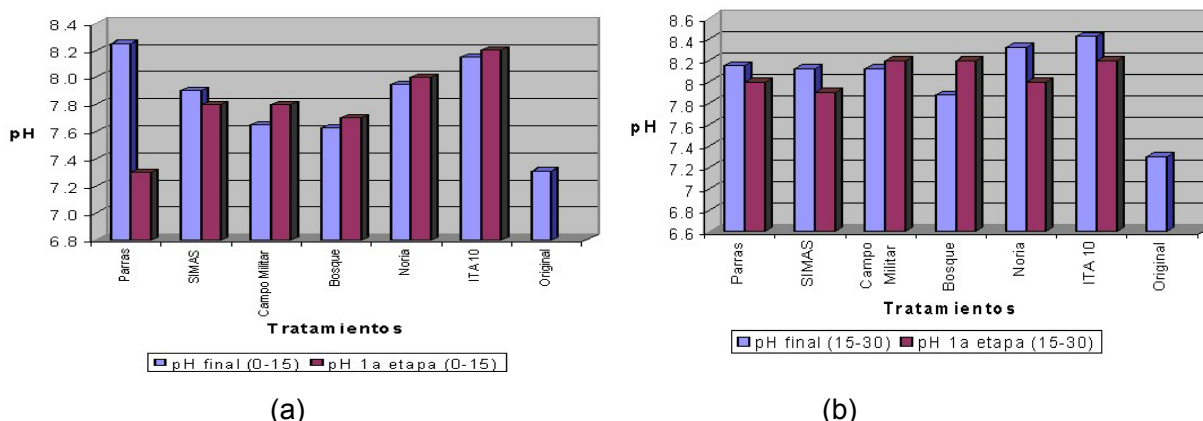


Figura 2. pH por tratamiento en la etapa I y al final a) profundidad (0-15); b) profundidad (15-30).

En la Figura 2a se puede observar como el tratamiento con agua de parras no aumento el pH durante la etapa de calor en la profundidad 00-15 y en la etapa de frío el incremento significativamente alto.

La conductividad eléctrica del suelo registro diferencia altamente significativa entre tratamientos, en las profundidades de 00-15 y 15-30 (Tabla I) pudiéndose observar en la Figura 3 que los tratamientos tuvieron un incremento en la acumulación de sales debido al origen de las aguas utilizadas para su riego, con diferencia altamente significativa en cada profundidad, presentando mayor acumulación en la profundidad de 15-30 cm (Figura 4), donde los

tratamientos de Parras, el Campo Militar y del Bosque presentaron tendencia a salinizar el suelo, registrándose el 90% del incremento en la etapa de calor. Destacan los tratamientos de la planta de parras de la laguna, observándose la Figura 3 que en los primeros 15cm la CE se incremento en un 400% durante la etapa de calor y en la segunda etapa únicamente un 3.8% más, mientras que los tratamientos de las plantas de SIMAS y del ITA10 no registraron diferencia con el testigo, lo cual concuerda con Fasciolo (2002), quien reporta no haber encontrado cambios al regar con aguas tratadas producto de efluentes domésticos.

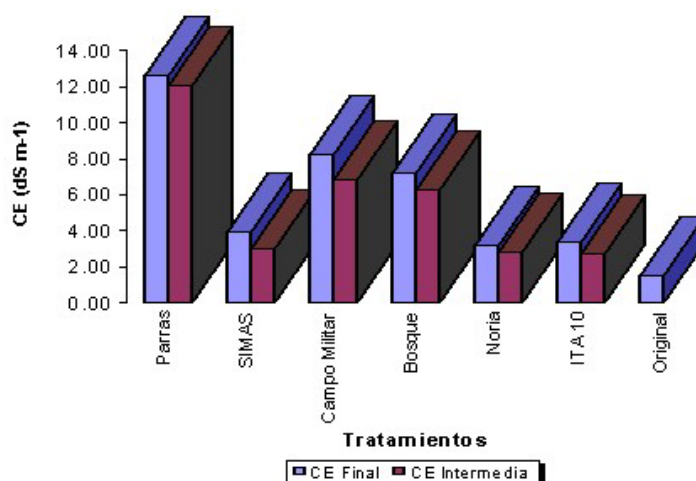


Figura 3. Conductividad Eléctrica por tratamiento en la etapa I y al final en la prof. 00-15.,.

Después de los 15 cm de profundidad, todos los tratamientos registraron valores de CE con menores al 50% que los registrados en la superficie, pero en los tratamientos con agua de las plantas de SIMAS, del ITA10 y del testigo se registraron valores inferiores a los de origen, manteniendo la misma tendencia entre los tratamientos.

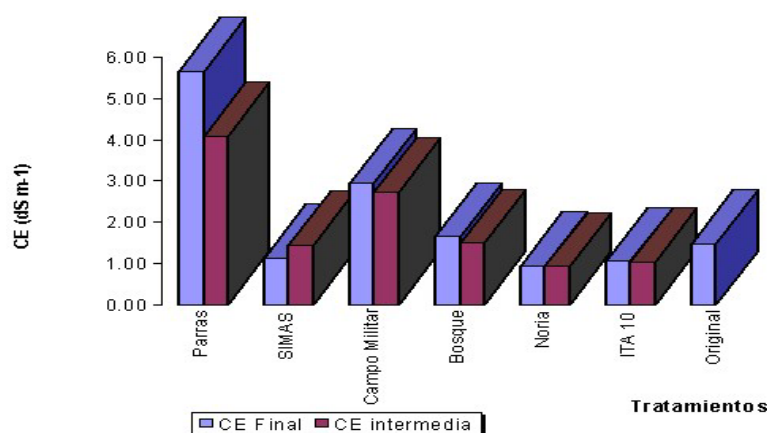


Figura.4. Conductividad Eléctrica por tratamiento en la etapa I y al final en la profundidad 15-30.

CONCLUSIONES

El uso del agua de la planta tratadora de Parras de la Laguna, presentó una marcada tendencia a salinizar el suelo, lo que la hacen poco conveniente para usarse en suelos agrícolas, sin que antes sean sometidas a un proceso (o incluirlo en el actual) de depuración para reducir la concentración de sales. Hasta el momento las aguas tratadas en las plantas de SIMAS y del ITA10 han presentado resultados más favorables para su reúso en la producción agrícola o el riego de áreas verdes, sin alteraciones en la estructura del suelo, siendo necesario concluir los estudios.

BIBLIOGRAFIA

- SAGARPA. 2003. Anuario estadístico de la producción agropecuaria y forestal de Comarca Lagunera. Cd. Lerdo, Dgo.
- CNA, 1999. Panorama actual del agua en México, atención nacional a los componentes del capítulo 18 de la agenda 21; Julio de 1999. México.
- CNA. 2003. Inventario nacional de plantas de tratamientos de aguas residuales. México.
- Fasciolo, G. 2002. Impacto agroeconómico del riego de cultivos con aguas residuales urbanas parcialmente tratada. www.ruaf.org. Córdoba, Argentina
- Levy, G.L. Rosenthal, A, Tharchitzky, J, Shaingberg, I. y Chen, Y. 1999. Cambis en la Conductividad Hidráulica en el suelo causado por el riego con aguas residuales reclamadas.. J. Environ. Qual. 28: 1658-1664.

PRODUCCION DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) Y SU RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL BOVINO BAJO RIEGO POR GOTEO

Salazar Sosa Enrique, Trejo Escareño Héctor Idilio, Vázquez V. Cirilo,
López Martínez J. Dimas, Fortis Hernández Manuel
ENMAGEEL1@YAHOO.ES

Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED

INTRODUCCION

En la Región Lagunera de Coahuila y Durango, el cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) es el forraje al que mayor superficie agrícola se destina (35,216 has) en virtud de ser un cultivo perenne eminentemente selectivo por el ganado y debido a sus atributos Bromatológicos, que elevan su valor forrajero, contenido de proteína cruda (19.5 %) así como su disponibilidad como forraje fresco durante todo el año y en especial en la producción láctea, por ser esta Región una de las principales Cuencas Lecheras del país.

JUSTIFICACION

El principal factor limitante de la producción alfabera es el manejo deficiente del cultivo que acorta su vida útil y una de las actividades más importantes, es la práctica de la fertilización relacionada directamente con la calidad del forraje y ésta a su vez con los niveles de producción del ganado. Una limitación que afecta la capacidad productiva del cultivo, es la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, principalmente el fósforo y el potasio, debido a que las características de los suelos dominantes en la Región, son de origen calcáreos. Sin embargo es importante considerar que la fertilidad natural del suelo también se ve afectada positivamente por la aplicación de estiércoles (Castellanos,1986).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y características

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. Se encuentra ubicada en los meridianos 102°22'y 104°47'longitud Oeste, y los paralelos24°22'y 26°23'latitud Norte. La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 m. Según la clasificación de Koppen modificado por García (1981): Clima seco desértico con lluvias en el verano e inviernos frescos. La precipitación pluvial es de 258 mm y la temperatura media anual es de 21° C. La evaporación anual media aproximadamente es de 2,000 mm

Espacios de exploración que se estudiaron

Se probaron tres variedades (CUF 101, Sundor y Altaverde) en tres localidades con

diferentes tipos de suelo (Venecia suelo arcilloso, Fresno del Norte suelo franca y Horizonte suelo arcillo-arenoso) con cuatro tratamientos de estiércol (40, 80, 120 y 160 T ha⁻¹), un testigo con fertilizante químico (30-100-00) y un control con cero aplicación. Se utilizó un diseño de bloques al azar y con arreglo en franjas y 3 repeticiones, el análisis estadístico fue realizado en el paquete computacional S.A.S.

Muestreo de suelo y planta

Para suelo se tomaran muestras por sitio experimental para determinarles sus características físicas y químicas, las cuales son: M.O., nitratos, pH, C.E, temperatura. Para planta el muestreo se llevó a cabo por corte para determinar materia verde, materia seca, N-P-K-Ca-Mg, así como el análisis bromatológico (por unidad experimental).

Aplicación del agua y estiércol.

El riego fué aplicado a través de la cintilla instalada al momento de la siembra y en base a la evaporación de un tanque evaporímetro y el factor de desarrollo del cultivo Kc. El estiércol se aplicó un mes antes de la siembra, se utilizo estiércol del mismo establo para las tres localidades.

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción de forraje.

La producción de forraje verde mostró diferencias estadísticas para los tratamientos de estiércol en la localidad de Fresno del Norte, dándose las producciones mas altas en los cortes 7, 6 y 5 (15 abril, 4 marzo y 15 enero 2004, respectivamente).

En la localidad de Venecia, Dgo. se muestran diferencias para tratamientos de estiércol y para variedades en algunas fechas de corte, teniendo las mas altas producciones en el corte siete (20 de enero 2004) siendo superior la variedad Altaverde con 28.6 ton ha⁻¹ de forraje. En cuanto a tratamientos de estiércol fue mejor el tratamiento B3 que obtuvo 27.5 ton ha⁻¹ de forraje.

En Horizonte existen diferencias para variedades, para tratamientos de estiércol mostró diferencias solo en una fecha de corte (figura 1).

Calidad del forraje.

Las variedades mostraron una similitud muy alta en cuanto a su contenido bromatológico mostrando una superioridad muy pequeña en proteína cruda, la variedad Altaverde, sin embargo para Fibra acido detergente, Fibra neutro detergente y Energía neta se mostró mas alta la variedad Sundor. Para PC y FAD los análisis de varianza muestran diferencia estadística para localidad Tratamientos de estiércol y fechas de corte. Para FND y Energía los análisis

muestran diferencia estadística para localidad y fechas de corte. La PC fluctúa entre 22 y 24 %, la FAD varía del 28 al 30 % y la FND está en 33 a 34.5 %.

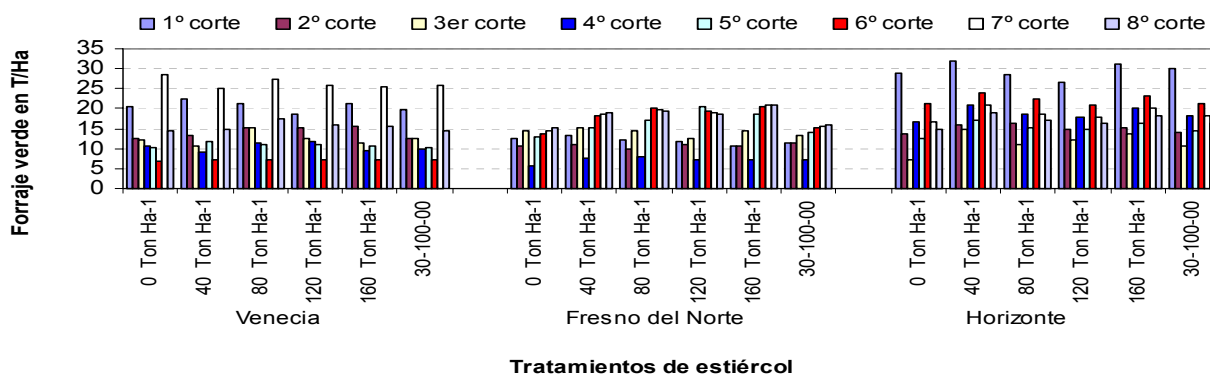


Figura 1. Medias por corte de alfalfa para los tratamientos de estiércol, Venecia, Fresno del Norte y Horizonte, 2003.

Análisis de suelo

En términos generales el pH fluctúa entre 6.8 y 7.3 en las tres localidades, los datos de materia orgánica, nitratos y conductividad eléctrica se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Datos que muestra el análisis de suelo

| Trat. | Venecia | | | Fresno | | | Horizonte | | |
|-------|---------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------|-------------------|----------------------------|-----------|-------------------|----------------------------|
| | M.O. T ha ⁻¹ % | Nitratos p.p.m | C.E. dS m ⁻¹ | M.O. % | Nitratos p.p.m | C.E. dS m ⁻¹ | M.O. % | Nitratos p.p.m | C.E. dS m ⁻¹ |
| 0 | 2.2 | 14 | 1.16 | 1.6 | 38.1 | 1.16 | 1.9 | 25.9 | 1.32 |
| 40 | 2.0 | 15.2 | 1.49 | 1.7 | 26.8 | 1.49 | 1.9 | 21.0 | 1.51 |
| 80 | 2.4 | 14.8 | 1.24 | 2.0 | 39.2 | 1.24 | 2.2 | 27.0 | 1.65 |
| 120 | 2.9 | 18.2 | 2.13 | 2.3 | 46.3 | 2.13 | 2.6 | 32.2 | 1.95 |
| 160 | 3.2 | 28.1 | 2.22 | 2.1 | 35.3 | 2.22 | 2.6 | 31.7 | 2.25 |
| F.Q. | 2.0 | 15.2 | 0.96 | 1.5 | 51.1 | 0.96 | 1.7 | 33.2 | 1.50 |

Temperatura del suelo.

En las tres localidades: Venecia, Fresno del Norte y Horizonte, la temperatura tuvo un comportamiento apropiado para el desarrollo de las bacterias que participan en la biodegradación de la materia orgánica (estiércol), con valores que van desde 24 hasta 31°C en verano, no siendo así en invierno en donde la temperatura decrece hasta 15 °C lo cual afecta fuertemente la actividad enzimática, principalmente la nitrificación

CONCLUSIONES

- Los tratamientos de 40 y 80 ton ha⁻¹ de estiércol presentaron mejores producciones de forraje y en algunos cortes también el tratamiento de 120 ton ha⁻¹ de estiércol .
- La fecha de corte y la edad de la planta influyen directamente en la calidad del forraje ya que los valores no fueron constantes, estos fluctuaron así: PC de 21 a 35 %; FAD de 24 a 35 %; FND de 27 a 39.5 %.
- Los tratamientos de 160 y 120 ton ton ha-1 de estiércol incrementa el contenido de materia orgánica en el suelo con valores que van desde 3 a 5 % en la profundidad 0-15 cm.
- En los tratamientos de 120 y 160 ton ha⁻¹ estiércol, los mas altos valores de Conductividad Eléctrica (CE), se presenta en las últimas fajas muestreadas con valores promedio que van de 3 – 4 dS m⁻¹ en Venecia, 1.5 – 3 dS m⁻¹ en Fresno del Norte y 2 – 3.5 dS m⁻¹ en Horizonte .

BIBLIOGRAFIA

- Castellanos, J. Z. 1986. Evaluación de estiércol de bovino y gallinaza como fuente de fósforo en el cultivo de alfalfa. *Agric. Tec. Mex.* 12:247-258
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Editorial Laros. México
- INIFAP-CIRNOC-CELALA. 2000. Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Primera edición. Libro técnico No. 2. Impresora Colorama S. De R.L. de CV. Torreón, Coah. México.
- Salazar S.E, Vázquez V., H.I. Trejo E. O. Rivera O., 2003 Aplicación, manejo y descomposición del estiércol de ganado bovino. En: *Agricultura orgánica*. Editorial UJED-SMCS AS-COCYTED. Pp 18-36.

POTENCIAL PRODUCTIVO DE PIGEON PEA (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) COMO CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA

J. Santamaría César¹, D. G. Reta Sanchez¹, F. J. Chávez G.¹,
J. A. Cueto Wong² jesussc@yahoo.com

¹ Investigador del INIFAP-CIRNOC-CELALA, Blvd. José Santos Valdéz No. 1200 Colo. Mariano Matamoros. C.P. 27440, Matamoros Coah.

² Investigador del INIFAP-CENID-RASPA, Km 6.5 Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. C.P. 35150 Cd. Lerdo, Dgo.

³ Estudio financiado por el Proyecto "Identificación de nuevos Cultivos y Sistemas de Producción de Forraje de Alta Eficiencia en el Uso del Agua para Bovino de Leche Estabulado en la Comarca Lagunera". Convenio SAGARPA-CONACYT-COFUPRO

INTRODUCCIÓN

La principal actividad económica en la Comarca Lagunera es la agropecuaria, sin embargo en estudios recientes la Gerencia Regional de Cuencas Centrales del Norte (GRCCN, 2004) ante el problema de la escasez del agua para uso agrícola, propone una serie de acciones que comprenden la implementación de nuevas tecnologías en el manejo del agua y a su vez indica la necesidad de modificar el patrón de los cultivos actualmente utilizados para mejorar la eficiencia del uso del agua en la región. A pesar de que la superficie agrícola en la región ha disminuido en 24% de 1995 al 2004, los cultivos forrajeros, han incrementado su importancia de 31.7% a 74% (Jurado, 2004), siendo la alfalfa, con una baja eficiencia en el uso del agua, el cultivo predominante, por lo que se ha sustituido gradualmente por cultivos forrajeros mas eficientes como el maíz y sorgo forrajeros, disminuyendo la importancia de la alfalfa en los últimos 10 años del 78.5% al 57.8%. Sin embargo, estos cultivos presentan una menor calidad nutricional y adicionalmente reducen significativamente su productividad en siembras de verano debido a altas temperaturas, y en el caso del sorgo forrajero presentan problemas de acame. Estas limitaciones reducen significativamente el potencial de producción de forraje durante el año y obliga a buscar Cultivos alternativos como el *Pigeon Pea* (*Cajanus cajan* (L.) Millsp mejor adaptados a las condiciones ambientales, manteniendo o incrementando la calidad del forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características generales del área de estudio.

La Comarca Lagunera esta localizada en los Estados de Coahuila y Durango, entre los 26° 51' 00" y 24° 22' 48" de latitud norte y los meridianos 101° 51' 36" y 104° 48' 36" al oeste de Greenwich. Los municipios que comprenden la región son: Lerdo, Gómez Palacio, Mapimí,

Nazas, Rodeo, Tlahualilo, Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero y San Pedro del Gallo en el Estado de Durango, y los de Torreón, Matamoros, San Pedro, Viesca y Francisco I. Madero en el estado de Coahuila. El área económicamente más importante es la que corresponde al Distrito de Riego 017, localizado entre los 26° 49' 12" y 25° 24' de latitud norte y entre los 103° 45' 36" y 102° 49' 12" de longitud oeste, con una superficie total de 223,822 Ha dotadas de un volumen anual concesionado de 1,024.5 millones de m³ para regar 93,409 (GRCCN, 2004).

Características descriptivas de *Pigeon Pea*.

Pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp pertenece a la familia Fabaceae, cuyos nombres comunes son: *Pigeon pea*, Dhal, Gandul, Red gram, Congo pea, Gungo pea y Frijol de árbol (Duke, 1981). Su distribución mundial es de los 30° Latitud Norte a 30° Latitud Sur (Duke, 1981) y comprende regiones tropicales y subtropicales, así como las regiones templadas más calurosas como Florida, Puerto Rico, Islas Vírgenes y en Carolina del Norte. Probablemente nativa de la India fue introducido al continente Africano hace milenios en donde se han desarrollado diferentes cultivares. Su introducción al continente Americano, se lleva a cabo durante la época post-colombina. Al Norte de Australia se ha desarrollado otro grupo de especies de *Atylosia*. En África el *Cajanus kerstingii* crece en los cinturones más secos del Senegal, Ghana, Togo, y Nigeria (Liogier, 1988; Long and Lakela, 1976). *Pigeon pea* es sensible al fotoperíodo, los días cortos disminuyen el tiempo a la floración. Es normalmente cultivado como un arbusto anual, sin embargo en condiciones ambientales favorables (sin heladas) es una planta perenne, que puede vivir aproximadamente 5 años (Smart, 1976). El uso común es como alimento humano, para el ganado y combustible.

Requerimientos ambientales.

Es sensible a las heladas. El rango óptimo de temperatura es de 18-29°C, bajo condiciones de sequía toleraran temperaturas inferiores a los 10°C y bajo condiciones adecuadas de humedad pueden desarrollar bien a temperaturas hasta de 35°C (Duke, 1983; Illinois S.W.S. 2005; Francis, 2002). Es notablemente resistente a la sequía, ya que logra desarrollar en áreas con menos de 65 centímetros de precipitación, y en forma óptima con precipitación anual de 530 a 4,000 mm. Aún bajo condiciones de sequía, produce abundante semilla, siempre y cuando la maduración de la cosecha sea temprana y la incidencia de daño de plagas sea baja (van der Beldt, 1988).

Este cultivo es sensible al encharcamiento, bajo condiciones de excesos de humedad tiende a incrementar su crecimiento vegetativo y si se presentan lluvias durante la floración y la cosecha se puede producir una fertilización defectuosa y el ataque de algunas plagas sobre la

vaina. Sin embargo durante los dos primeros meses de crecimiento es conveniente una precipitación entre 60-100 cm.

Características de los suelos.

Crece en todos los tipos de suelo, de arenosos a suelos arcillosos, siempre y cuando tengan un buen drenaje, sin embargo los mejores rendimientos se presentan en suelos de textura arcillosa. *Pigeon pea* presenta reducción en rendimiento potencial solo a una Conductividad Eléctrica (CEes) del suelo de 6 dS m⁻¹, sin embargo puede presentar rendimientos aceptables hasta los 12 dS m⁻¹ (Francis. 2002). El rango óptimo del pH del suelo es de 4.5 a 8.4. (Duke, 1981).

Rendimiento de forraje y grano.

El rendimiento de forraje varía ampliamente con el genotipo, las condiciones ecológicas y el manejo agronómico del cultivo. Variedades perennes altas permiten cortes como forraje y también como abono verde (2.6 % de nitrógeno). El rendimiento de forraje en condiciones cercanas a las óptimas puede alcanzar 25 t ha⁻¹ de materia seca sin fertilización, y 38 t ha⁻¹ de materia seca con 100 kg de nitrógeno y fósforo por hectárea. Los rendimientos de grano pueden variar de 1 a 10 t ha⁻¹ (Houérou, 2005). En Georgia se han identificado líneas de *pigeon pea* con ciclo de crecimiento de 100 a 110 días y rendimiento de semilla superiores a 4 t ha⁻¹, en comparación al rendimiento promedio en el mundo de 700 kg ha⁻¹ (Phatak et al., 1993). En relación a la calidad de forraje tiene un alto valor nutritivo para ganado de carne y leche, ovejas, cabras y cerdos. Su semilla tiene un alto contenido de proteína cruda (28 a 36.7 %). (Morton, 1976). Las ramas podadas con bastantes hojas cortadas a 0.8 m de altura, tienen de 40 a 50 % de materia seca y contenidos de proteína superiores a 16 %. En el ensilaje hecho de hojas se han registrado 15.09 % de proteína cruda, 26.05 % de fibra cruda, y 32.8 % de nitrógeno en la materia seca. El forraje no es aceptado por el ganado bovino en el estado inmaduro y pueden causar irritación del rumen del ganado (Houérou, 2005).

Identificación de áreas homogéneas de potencial productivo para *pigeon pea*.

Se Incluyó información de la interacción de la planta con las características el medio físico de la Comarca Lagunera, y se definió un gradiente de producción (Óptimo, Sub Óptimo, Marginal). La información sobre esta interacción se obtuvo de observaciones de campo y algunos trabajos experimentales llevados a cabo en instituciones a nivel mundial.

La estrategia general consistió en la formación de una base de datos de requerimientos agro climáticos del cultivo y mediante la sobre posición de imágenes de los requerimientos mediante e información del medio ambiente de la Comarca Lagunera, se obtuvo la imagen de las áreas con potencial óptimo y sub óptimo, así como el número de hectáreas que representan.

En el Cuadro 1, se presenta un resumen de los requerimientos de los suelos y condiciones climáticas empleados para la identificación de las áreas homogéneas de potencial productivo de *pigeon pea* en la Comarca Lagunera.

Cuadro 1. Requerimientos climáticos y de suelos para el cultivo *Pigeon pea* (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) para expresar su potencial productivo.

| VARIABLE | ÓPTIMO | SUB-ÓPTIMO | MARGINAL |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|---------------|
| Altitud (m) (James A. Duke. 1983) | < 3,000 | - | > 3,000 |
| Pendiente (%) | < 1 | 1 - 2 | > 2 |
| Temperatura promedio ciclo (°C) (Duke, 1983; Illinois S.W.S. 2005; Francis, 2002) | 18 - 29 | 10 - 18 ó 29 - 35 | < 10 ó > 35 |
| Temperatura mínima invernal (°C) (Illinois S.W.S., 2005) | > -1 | > -1 | < -1 |
| Textura (Francis, 2002; Illinois S.W.S, 2005)< | Pesada | Media, Ligeros | Ligeros |
| Profundidad del suelo (m) | > 1 | - | < 1 |
| Conductividad eléctrica del suelo (dS m ⁻¹) (Duke, 1981) | < 6 | 6 - 12 | > 12 |
| Ph (Duke, 1983; Illinois S.W.S. 2005; Francis, 2002) | 4.5 - 8.4 | - | < 4.5 ó > 8.4 |

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se presentan las áreas óptimas y subóptimas para *pigeon pea*, ubicadas al Este de la Comarca Lagunera en las que se identificaron 763,564 hectáreas con condiciones óptimas ya que la mayoría de los requerimientos agroecológicos presentes en la Comarca Lagunera coincide con los del *pigeon pea* como se puede observar en el Cuadro 1. Áreas con condiciones sub-óptimas (466,751 hectáreas) se localizan al oeste del Distrito de Riego 017, con una superficie de 396,738 hectáreas, principalmente debido a las condiciones de salinidad de los suelos y 70,000 hectáreas en el municipio de Nazas en el Estado de Durango, México.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las características ambientales de la Comarca Lagunera y su coincidencia con los requerimientos ambientales del cultivo *pigeon pea*, es posible incorporar esta especie al patrón de cultivos forrajeros en aproximadamente 763,564 hectáreas.

Debido a su relativa tolerancia a la salinidad, aún en áreas en donde se han detectado suelos con niveles de salinidad superiores a los 4 dS m⁻¹, el *pigeon pea* podría presentar buenos rendimientos de forraje y constituir una buena alternativa de producción.

Áreas de potencial para PIGEON PEA (*Cajanus cajan* (L.) Millsp en la Comarca Lagunera

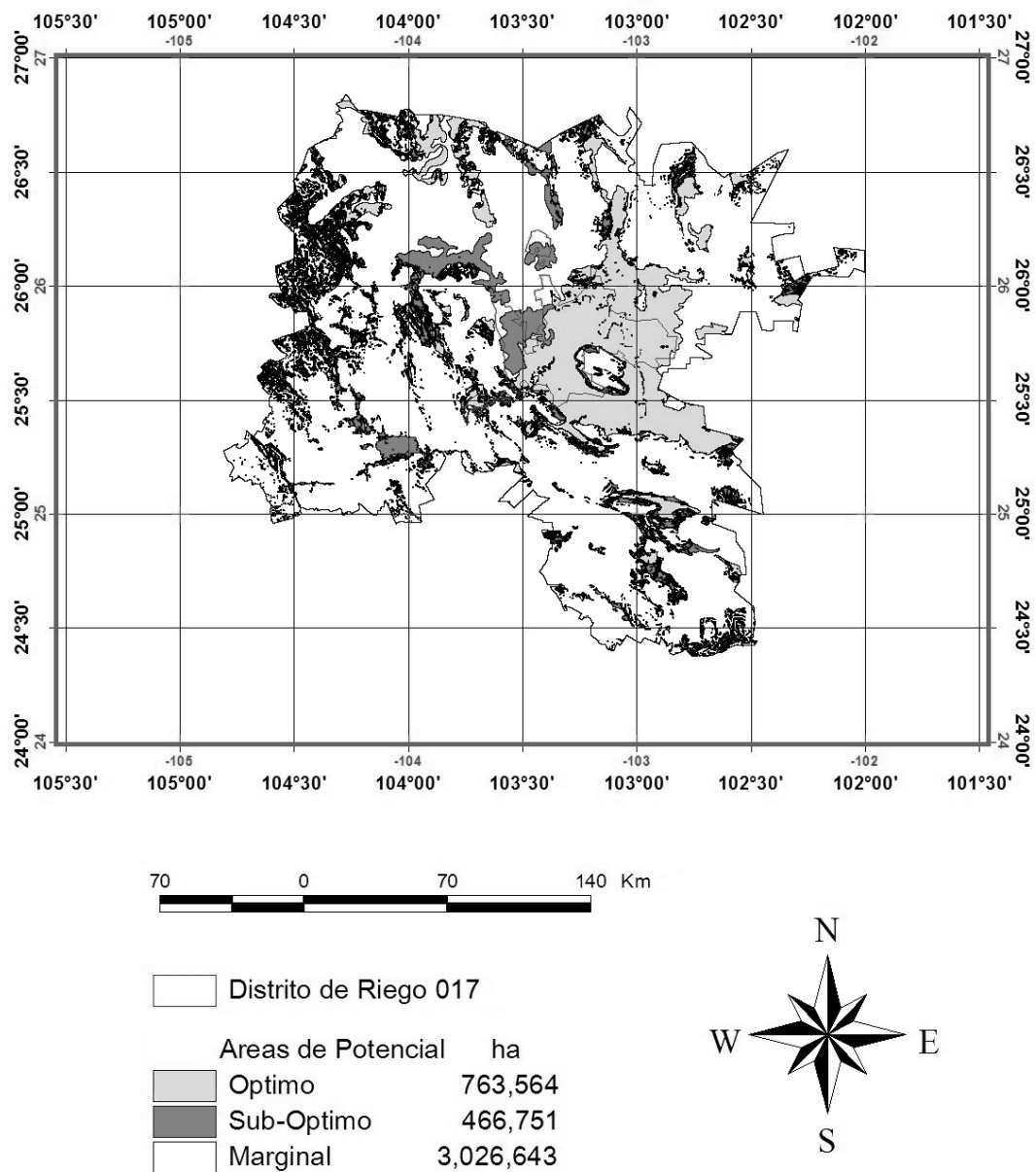


Figura 1. Áreas de potencial para *pigeon pea* (*Cajanus cajan* (L.) Millsp en la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Nacional del Agua (GRCCN). 2004. Consolidación y Desarrollo del Distrito de Riego 017, Comarca Lagunera. Gerencia Regional Cuencas Centrales del Norte. Versión 1.
- Duke, J. A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. Plenum Press. NewYork.
- Duke, James A.. 1983. Handbook of Energy Crops. Unpublished. Consulta a internet a la dirección: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Cajanus_cajun.html#Ecology
- Francis, John K. 2002. Research Forester, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, Jardín Botánico Sur, 1201 Calle Ceiba, San Juan PR 00926-11 19, in cooperation with the University of Puerto Rico, Río Piedras, PR 00936-4984
- Jurado, M Miguel A. 2004. El Agua en la Agricultura Regional. Gerencia Regional Cuencas Centrales del Norte. XII Memorias Simposium Internacional Nogalero. Tecnológico de Monterrey, Campus Laguna, Torreón, Coahuila.
- Houérou, Le. 2005. *Cajanus cajan* (L.). Millsp. Grassland and pasture crops. Grassland Index. Plant Production and Protection Division (AGP). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Illinois State Water Survey (Illinois S.W.S). 2005. Alternative Crop Suitability Maps: <http://www.sws.uiuc.edu/data/altcrops/cropreq.asp?crop=964&=croplist&setter=Z&nmeType=sci&m=met>
- Liogier, H.A. 1988. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands, Spermatophyte. Vol. 2. Editorial de la Universidad de Puerto Rico. Río Piedras, PR. 481 p.
- Long, R.W. and O. Lakela. 1976. A flora of Tropical Florida. Banyan Books, Miami, FL. 962 p.
- Morton, J.F. 1976. The *pigeon pea* (*Cajanus cajan* Millsp.), a high-protein, tropical legume. HortScience. 11:11-19.
- Phatak, S.C., R.G. Nadimpalli, S.C. Tiwari, and H.L. Bhardwaj. 1993. Pigeonpeas: Potential new crop for the southeastern United States. P. 597-599. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York.
- Smartt, J. 1976. Tropical pulses. Longman Group Limited, London. 348 p.
- Van Den Beldt, R.J. 1988. *Cajanus cajan*: it's more than just a pulse crop. Nitrogen Fixing Tree association. NFT Highlights 88-06. 5 p.

POTENCIAL PRODUCTIVO DE COWPEA (*Vigna unguiculata* L.) COMO CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA

J. Santamaría César¹, D. G. Reta Sanchez¹, F. J. Chávez G.¹,
J. A. Cueto Wong² jesussc@yahoo.com

¹ Investigador del INIFAP-CIRNOC-CELALA, Blvd. José Santos Valdéz No. 1200 Colo. Mariano Matamoros. C.P. 27440, Matamoros Coah.

² Investigador del INIFAP-CENID-RASPA, Km 6.5 Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. C.P. 35150 Cd. Lerdeo, Dgo.

³ Estudio financiado por el Proyecto "Identificación de nuevos Cultivos y Sistemas de Producción de Forraje de Alta Eficiencia en el Uso del Agua para Bovino de Leche Estabulado en la Comarca Lagunera". Convenio SAGARPA-CONACYT-COFUPRO

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más importantes para la principal actividad económica en el sector agropecuario de la Comarca Lagunera es sin duda la escasez de agua de uso agrícola. La Gerencia Regional de las Cuencas Centrales del Norte (GRCCN, 2004) ha programado para la implementación de nuevas tecnologías de riego, que permitan mejorar las eficiencias de conducción, medición y aplicación del agua de riego, además de modificar el patrón de cultivos predominante en la región con el objetivo de incrementar la eficiencia en el uso del agua.

En los últimos 10 años se ha sustituido gradualmente a la alfalfa por cultivos forrajeros más eficientes en el uso del agua como el maíz y el sorgo. Sin embargo, Tanto el maíz como el sorgo presentan una menor calidad nutricional que la alfalfa y adicionalmente reducen significativamente su productividad en siembras de verano debido a altas temperaturas, y en el caso del sorgo forrajero presentan problemas de acame. Las especies leguminosas como *Vigna unguiculata* son importantes cultivos alternativos en los sistemas de producción de la Comarca Lagunera por su precocidad, adaptación a climas calurosos y su capacidad de fijación de nitrógeno, que puede contribuir en el mejoramiento de la fertilidad de los suelos, además de producir forraje de buena calidad.

El objetivo de este trabajo fue identificar áreas homogéneas, en donde la Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) expresen su potencial productivo en forma sustentable, incrementando la diversificación del patrón de cultivos forrajeros en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Características generales del área de estudio.

La Comarca Lagunera está ubicada en los Estados de Coahuila y Durango, entre los 26° 51' 00" y 24° 22' 48" de latitud norte y los meridianos 101° 51' 36" y 104° 48' 36" al oeste de Greenwich. Los municipios que comprenden la región son: Lerdo, Gómez Palacio, Mapimí,

Nazas, Rodeo, Tlahualilo, Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero y San Pedro del Gallo en el Estado de Durango, y los de Torreón, Matamoros, San Pedro, Viesca y Francisco I. Madero en el estado de Coahuila.

El área económicamente más importante es la que corresponde al Distrito de Riego 017, localizado entre los 26° 49' 12" y 25° 24' de latitud norte y entre los 103° 45' 36" y 102° 49' 12" de longitud oeste, con una superficie total de 223,822 Ha dotadas de un volumen anual concesionado de 1,024.5 millones de m³ para regar 93,409.

Características descriptivas del cultivo.

Cowpea (*Vigna unguiculata* L) pertenece a la familia *Fabaceae* y los nombres comunes son: Cowpea, black-eye pea y southern pea. Su origen y su domesticación subsiguiente esta asociada con el mijo perla y el sorgo en África. Todos los cultivares son de la especie *Vigna unguiculata* (L.) Walp., que puede identificarse como *Vigna sinensis* (L.). Nigeria y Níger son los principales productores, sin embargo una producción significativa se encuentra en el Brasil, Haití, India, Myanmar, Sri Lanka, Australia, el EE.UU., Bosnia y Herzegovina. Es una leguminosa anual, para siembras de verano, que puede ser cultivada para producción de semilla o para forraje. Para henificado la cosecha es en plena floración, a los 70-90 dds (Cameron, 1999). Los niveles de proteína cruda en la semilla son de 23 a 25 % (Mullen et al., 2003). Aporta al suelo entre 20 y 140 kg N ha⁻¹.

Requerimientos ambientales.

Cowpea tolera temperaturas medias en el ciclo de 12.5 a 27.8°C, (Duke, 1981); Es más sensible a las heladas que la soya (Duque, 1981; Molinero, 1989; McLeod, 1982). Se adapta a casi las mismas condiciones climáticas calientes y húmedas que el maíz aunque requiere más calor (McLeod, 1982). La germinación es rápida bajo temperaturas superiores a los 18.3°C y bajo temperaturas más frías la germinación es notoriamente más lenta. (Davis, et al., 2005).

Requerimientos de humedad.

Cowpea es considerada más tolerante a la sequía que cultivos como la soya y el frijol, por lo que la convierte en un cultivo de importancia en algunos países en vías de desarrollo. Bajo riego, el crecimiento vegetativo puede presentar un poco de retraso en la madurez. La etapa de floración es crítica por déficit de humedad (Davis, et al., 2005)

Características de los suelos.

Cowpea se desarrolla bien en una amplia variedad de suelos y condiciones del terreno, pero las condiciones óptimas son en suelos migajón arenosas bien drenados o en suelos arenosos donde el pH está en el rango de 5.5 a 6.5 (Davis, et al., 2005). El nitrógeno en exceso promueve el crecimiento vegetativo, retrasa la madurez, reduce la producción de semilla y

puede suprimir la fijación de nitrógeno. La planta desarrolla bien bajo condiciones de niveles bajos de N debido a su alta capacidad de fijación de N. Se requiere un nivel inicial de 30 kg ha⁻¹ de N para el desarrollo inicial de la planta (Davis, *et al.*, 2005). Aunque el *Rhizobium* de Cowpea está ampliamente extendido, es conveniente la inoculación de la semilla con *Rhizobium* específico para Cowpea, sobre todo en áreas donde no ha estado presente el cultivo (Davis, *et al.*, 2005). La temperatura del suelo óptima para la germinación debe ser superior a los 18.5°C, bajo temperaturas inferiores la germinación se retrasa (Davis, *et al.*, 2005).

Rendimiento y potencial de uso forrajero.

La producción por ciclo es de 2 a 3 t ha⁻¹ de materia seca y en áreas bajo riego se han registrado rendimientos de 8 t ha⁻¹ de materia seca (NSW Department of Primary Industries, 1999). La semilla tiene un contenido de proteína cruda entre 23 a 25 %, bajo niveles de alcaloides, lectinas, taninos e inhibidores, y pueden ser consumidas sin tratamiento por humanos o por el ganado en crecimiento y en engorda, así como para alimentar vacas lecheras en producción, ya que tiene un alto contenido de proteína (> 20 %), 27% de fibra ácido detergente, digestibilidad entre 50-56 % y alto valor de energía metabolizable (10.7 MJ kg⁻¹ de MS). Con estas características de calidad compite favorablemente con el heno de alfalfa (NSW Department of Primary Industries, 1999). Puede mezclarse forraje de Cowpea con sorgo o maíz para proveer azúcar para la fermentación (NSW Department of Primary Industries, 1999; FAO, 2005). Cuando el corte se realiza a una altura menor a 15 cm, se presenta la muerte de muchas plantas y la densidad de población y producción disminuyen. En general, el pastoreo en Cowpea presenta bajo riesgo de timpanismo en el ganado, aunque se han registrado pérdidas en ganado hambriento (NSW Department of Primary Industries, 1999).

Identificación de áreas homogéneas.

Se incluyó información de la interacción de la planta con las características del medio ambiente de la Comarca Lagunera, y se definieron gradientes de productividad (Óptimo, Sub Óptimo, Marginal). La estrategia general consistió en la formación de una base de datos de requerimientos agroclimáticos para lo cual se consideró información obtenida de revisión bibliográfica nacional e internacional e imágenes básicas de temperatura y otras como altitud, pendiente y salinidad de los suelos a partir de información digital del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Se utilizó la metodología de sobreposición de imágenes mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG), en formato del software IDRISI 32. Se consideraron variables de restricción, como temperaturas mínimas de germinación, así como condiciones adversas de salinidad del suelo. En el Cuadro 1, se presenta un resumen de los requerimientos de los suelos y condiciones climáticas empleados

para la identificación de las áreas homogéneas de potencial productivo de Cowpea en la Comarca Lagunera.

Cuadro 1. Requerimientos climáticos y de suelos para el cultivo Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) para expresar su potencial productivo.

| VARIABLE | ÓPTIMO | SUB-ÓPTIMO | MARGINAL |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|-------------|
| Textura (Illinois S.W.S., 2005; Duke, 1981; Tomas 2005 ; Davis, 2005) | Media, ligeros | Medios | Pesados |
| Profundidad del suelo (m) | > 1 | < 1 | Litoseles |
| Pendiente del terreno (%) | < 1 | 1 - 2 | > 2 |
| pH (Illinois S.W.S, 2005 ; Tomas 2005) | 5.5 a 6.5 | > 6.5 | < 5.5 |
| Temperatura en el ciclo (°C) (Illinois S.W.S, 2005; (Duke, 1981) | 12.5 a 27.8°C, | 10 – 12.5 ó 27.8 - 40 | < 10 ó > 40 |
| Temperatura de germinación (°C) (Davis, 2005) | > 18 | - | < 18 |
| Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹) (Maas, 1990) | < 3.2 | 3.2 – 6.1 | > 6.1 |

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 2 se presentan las áreas óptimas y subóptimas para *Cowpea*, ubicadas al Este de la Comarca Lagunera en las que se identificaron 702,647 hectáreas con condiciones óptimas ya que la mayoría de los requerimientos climáticos presentes en la Comarca Lagunera coincide con los del *Cowpea*, como se puede observar en el Cuadro 1. Áreas con condiciones sub-óptimas (372,693 hectáreas) se localizan en el municipio de San Pedro y hacia el sur este del Distrito de Riego 017 en el municipio de Matamoros, Coahuila. Una de las restricciones de importancia en el área de riego para este cultivo son los suelos con niveles de salinidad superiores a los 3.2 dS m⁻¹, localizados al oeste del Distrito de Riego 017, entre Gómez Palacio y Bermejillo, en el estado de Durango, México.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los requerimientos agroecológicos de *Cowpea* y las características ambientales de la Comarca Lagunera es posible incorporar esta especie al patrón de cultivos forrajeros en aproximadamente 702,647 hectáreas con un potencial de rendimientos esperado de materia seca superior a las 2 t por hectárea de forraje de alta calidad y en donde además se tendría la posibilidad de la fijación de nitrógeno y una alta eficiencia en el uso del agua. Sin embargo, debido a su relativa sensibilidad a la salinidad, en áreas en donde se han detectado

suelos con niveles de salinidad superiores a los 4 dS m⁻¹, este cultivo podría presentar bajos rendimientos de forraje en estas áreas.

Áreas de potencial para Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) en la Comarca Lagunera

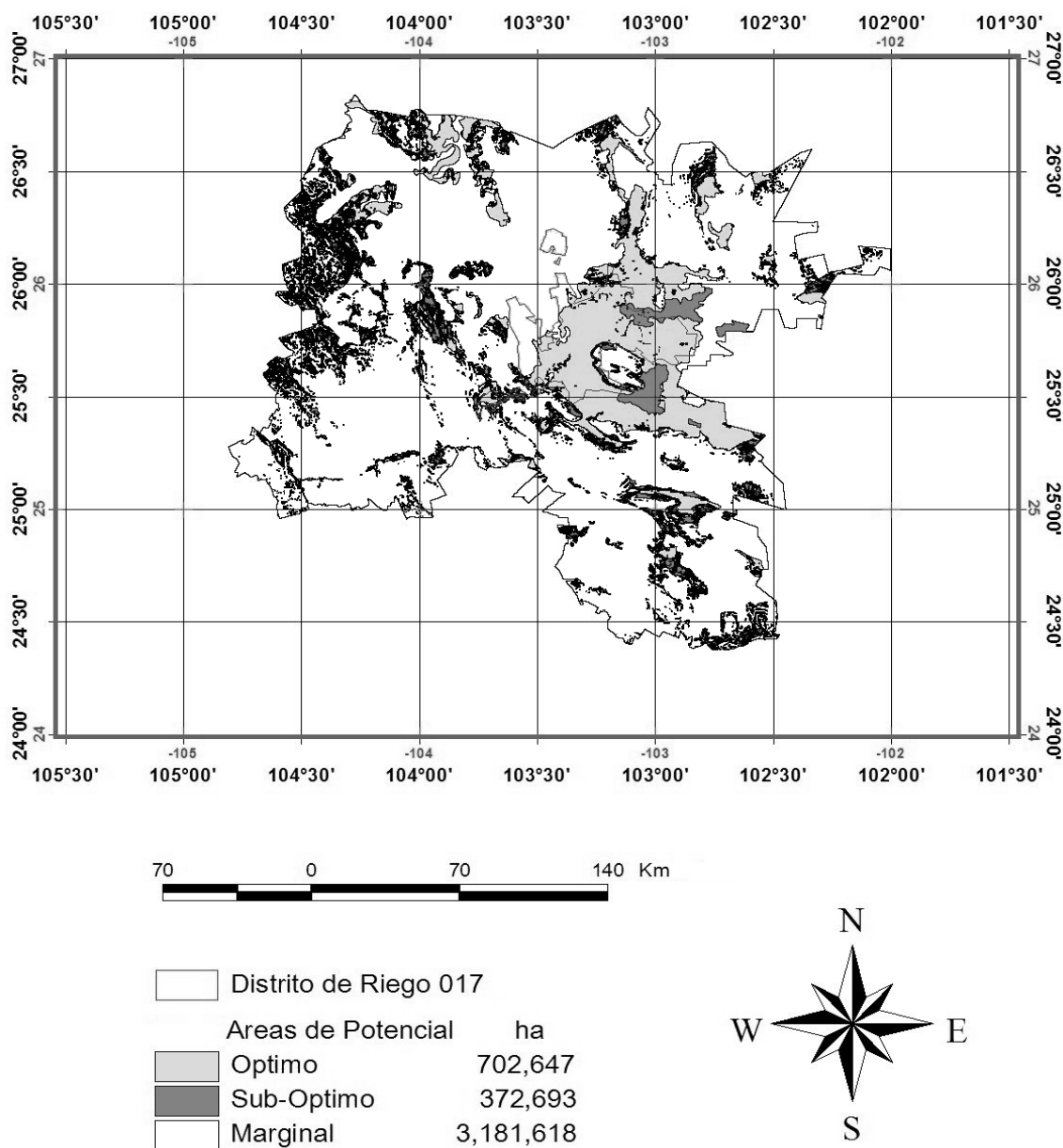


Figura 1. Áreas de potencial para Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) en la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFIA

- Cameron, A.G. 1999. Forage and grain Cowpeas. Northern territory of Australia. Agnote No. 304. Primary Industry and Fisheries. 3 p.
- Comisión Nacional del Agua (GRCCN). 2004. Consolidación y Desarrollo del Distrito de Riego 017, Comarca Lagunera. Gerencia Regional Cuencas Centrales del Norte. Versión 1.
- Davis, D.W. ; E.A. Oelke; E.S. Oplinger; J.D. Doll; C.V. Hanson; and D.H. 2005. Putnam. Departments of Horticultural Science, Agronomy and Plant Genetics, Center for Alternative Plant and Animal Products, Minnesota Extension Service, University of Minnesota, St. Paul, MN 55108. Dirección internet: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/Cowpea.html>
- Duke, J. A. 1981. Handbook of Legumes of World Economic Importance. Plenum Press, New York, 345 p.p. Dirección internet: http://www.sarep.ucdavis.edu/cgi-bin/ccrop.EXE/show_pubs_3112
- Duke, J.A. 1983. Hand book of energy crops. Unpublished.
- FAO, 2005. Vigna *unguiculata* (L.) Walp. Grassland Index. 7 p.: <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/Default.html>.
- Illinois State Water Survey (Illinois S.W.S, 2005) bility Maps: <http://www.sws.uiuc.edu/data/altcrops/cropreq.asp?crop=952&=croplist&letter=V&nmeType=sci&m=met>.
- Maas, E. V. 1990. Crop salt tolerance. in: Agricultural salinity assessment and management. K. K. Tanji (ed); Capt. 13, ASCE Manuals and Reports on Engineering No. 711, ASCE, NY. pp. 262-304
- McLeod, 1982. Feed the Soil . Organic Agriculture Research Institute, P.O. Box 475, Graton, CA.,95444. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California. Leaflet 21471. 24 pp.
- Miller, P. R . 1988. Small Farm News, Small Farm Center, UC Coop. Ext., UC Davis, July/August 1988. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California. Leaflet 21471. 24 pp. Dirección internet: http://www.sarep.ucdavis.edu/cgi-bin/ccrop.EXE/show_pubs_4248
- Miller, P. R.; W. L. Gaves; W. A. Williams and B. A. Madson. 1989. Cover crop for California Agriculture. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California. Leaflet 21471. 24 pp.
- Mullen, C.L., J.F. Holland and L. Heuke. 2003. Cowpea, lablab and pigeopea. Agfact P4.2.21. First edition. NSW Agriculture. 16 p.
- NSW Department of Primary Industries. 1999. Summer legume forage crops: Cowpeas, lablab, soybeans. Agfact P4.2.16 (second edition). 13 p. Dirección internet: <http://www.agric.nsw.gov.au/reader/forage-fodder/p4216.htm>.
- Tomas Jefferson Agricultural Institute. 2005. Cowpea, A versalite Legume for Hot, Dry Conditions. Dirección internet: <http://www.jeffersoninstitute.org/pubs/Cowpea.shtml>

POTENCIAL PRODUCTIVO DE CANOLA (*Brassica napus* L.) COMO CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA³

J. Santamaría César¹, D. G. Reta Sanchez¹, F. J. Chávez G.¹,
J. A. Cueto Wong² jesussc@yahoo.com

¹ Investigador del INIFAP-CIRNOC-CELALA, Blvd. José Santos Valdéz No. 1200 Colo. Mariano Matamoros. C.P. 27440, Matamoros Coah.

² Investigador del INIFAP-CENID-RASPA, Km 6.5 Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. C.P. 35150 Cd. Lerdeo, Dgo.

³ Estudio financiado por el Proyecto "Identificación de nuevos Cultivos y Sistemas de Producción de Forraje de Alta Eficiencia en el Uso del Agua para Bovino de Leche Estabulado en la Comarca Lagunera". Convenio SAGARPA-CONACYT-COFUPRO

INTRODUCCIÓN

Una de las estrategias para solucionar el principal problema en la Comarca Lagunera, la escasez de agua para el uso agrícola, es la diversificación del patrón de cultivos forrajeros, además de otras estrategias propuestas por la Gerencia Regional de Cuencas Centrales del Norte (GRCCN, 2004) como son la implementación de nuevas tecnologías en el manejo del agua. En los últimos 10 años, los cultivos forrajeros han incrementado su importancia de 31.7% a 74% (Jurado, 2004) siendo la alfalfa, con una baja eficiencia en el uso del agua, el cultivo predominante, por lo que se ha sustituido gradualmente por cultivos forrajeros mas eficientes como el maíz y sorgo forrajeros en el ciclo de primavera verano. En el ciclo otoño-invierno ha tomado importancia la siembra de cereales como trigo, triticale y avena. Sin embargo, es necesario buscar nuevos cultivos para este ciclo que puedan incluirse en los sistemas de producción de la Comarca Lagunera. Un cultivo alternativo con potencial de uso forrajero es canola, que se caracteriza por estar adaptado a condiciones frías, rápido crecimiento, buena calidad de forraje y una eficiencia en el uso del agua igual o mejor que el trigo.

El objetivo de este trabajo fue identificar áreas homogéneas, en donde la canola (*Brassica napus* L.) exprese su potencial productivo en forma sustentable, incrementando la diversificación del patrón de cultivos forrajeros en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Características generales del área de estudio.

La Comarca Lagunera esta localizada en los Estados de Coahuila y Durango, entre los 26° 51' 00" y 24° 22' 48" de latitud norte y los meridianos 101° 51' 36" y 104° 48' 36" al oeste de Greenwich. Los municipios que comprenden la región son: Lerdo, Gómez Palacio, Mapimí, Nazas, Rodeo, Tlahualilo, Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero y San Pedro del Gallo en el Estado de Durango, y los de Torreón, Matamoros, San Pedro, Viesca y

Francisco I. Madero en el estado de Coahuila. El área económicamente más importante es la que corresponde al Distrito de Riego 017, localizado entre los 26° 49' 12" y 25° 24' de latitud norte y entre los 103° 45' 36" y 102° 49' 12" de longitud oeste, con una superficie total de 223,822 Ha dotadas de un volumen anual concesionado de 1,024.5 millones de m³ para regar 93,409 (GRCCN, 2004).

Características descriptivas del cultivo.

La *Canola* (*Brassica napus* L.) pertenece a la Familia: *Brassicaceae*, Genero: *Brassica* y Especie: *Brassica napus* cuyo nombre común es Canola. Este cultivo es originario del área del Mediterráneo o el norte de Europa. Fue cultivada por civilizaciones antiguas en Asia y en el Mediterráneo. Se reporta su uso en la India desde 2000 años antes de cristo y en Europa se ha utilizado para la obtención de aceite para lámparas desde el siglo XIII (Colton y Sykes, 1992).

El nombre de canola fue registrado en 1979 por "Western Canadian Oilseed Crushers Association" para describir las variedades de colza, en las que el aceite procesado contiene menos de 2 % de ácido erúxico y el residuo de la semilla prensada con menor de 3 mg g⁻¹ de glucosinatos.

Estas características hacen a la canola susceptible de ser utilizada como alimento humano y para animales (Oplinger *et al.*, 1989). Cuando el aceite es extraído de la semilla, queda un concentrado alto en proteína (37 %) que es altamente palatable para el ganado bovino (Oplinger *et al.*, 1989).

Otro uso potencial de la canola es como forraje anual. Puede producir de 2 a 4 t ha⁻¹ de materia seca en una sola estación de crecimiento.

Existen variedades con ciclo precoz, intermedias e intermedias-precoces. Las variedades precoces son generalmente más convenientes en regiones donde existen condiciones de sequía y altas temperaturas durante octubre y noviembre.

Requerimientos ambientales.

La *canola* está ampliamente adaptada a las temperaturas frías extremas de las zonas templadas. Las temperaturas mínimas para crecimiento están alrededor de 0 °C. El cultivo puede germinar y emerger con temperaturas del suelo de 9 °C, pero las óptimas son de 18 °C (Oplinger *et al.*, 1989).

La canola es un cultivo de estación fresca y requiere noches con bajas temperaturas para recobrase de calor extremo y clima seco. Temperaturas altas en la etapa tardía del crecimiento reduce el rendimiento de grano (Canada – Alberta Farm Business Management Initiative. 1998). Es difícil producir canola con un contenido de aceite mayor que 40 % cuando las temperaturas entre floración y madurez son mayores a 18 °C. Temperaturas máximas

superiores a 20 °C puede causar que la floración cese (The State of Queensland – Department of Primary Industries and Fisheries. 2005).

La canola no tolera condiciones de encharcamiento o con pobre drenaje y suelos que se producen costras fácilmente (Boyles et al., 2004; Christmas y Hawkins, 1992).

Crece mejor en suelos de textura media y bien drenados. Sin embargo, puede crecer en suelos con una amplia variedad de texturas y tolera valores de pH tan bajos como 5.5 y condiciones de salinidad (Oplinger et al., 1989; Boyles et al., 2004; Berglund y McKay, 2002).

Rendimiento y calidad del forraje.

En Sonora, México, en evaluaciones de variedades tipo Hyola se encontró que el mejor rendimiento de grano fue de 2,500 kg ha⁻¹. En parcelas comerciales el rendimiento en fechas tempranas (1-15 diciembre) se obtuvo un rendimiento promedio de 3,214 kg ha⁻¹.

En la segunda fecha de siembra (16-31 diciembre) el rendimiento promedio fue de 2,749 kg ha⁻¹. En la última fecha (1-15 enero) se obtuvo un rendimiento promedio de 1,941 kg ha⁻¹ (Muñoz-Valenzuela et al., 1999).

Tanto para ensilado como para heno, los mejores rendimientos en canola se obtienen si el cultivo se corta entre la fase temprana de formación de vainas y cuando las hojas bajas comienzan a caer (Manitota Agriculture, Food and Rural Initiative, 2004). En experimentos en Idaho y Montana se han obtenido rendimientos de 4 a 26 ton/ha de materia seca (Lardy y Anderson).

El ensilado de canola tiene una buena calidad, con niveles de proteínas cruda entre 12 y 14 %, y algunas veces tan altas como 16 %, y nutrientes digestibles totales de 55 a 60 % (Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives, 2004; Agricultura, Food and Rural Development, 2004).

Identificación de áreas homogéneas de potencial productivo para pigeon pea.

Se Incluyó información de la interacción de la planta con las características el medio físico de la Comarca Lagunera, y se definió un gradiente de producción (Óptimo, Sub Óptimo, Marginal). La información sobre esta interacción se obtuvo de observaciones de campo y algunos trabajos experimentales llevados a cabo en instituciones a nivel mundial.

La estrategia general consistió en la formación de una base de datos de requerimientos agro climáticos del cultivo y mediante la sobre posición de imágenes de los requerimientos mediante e información del medio ambiente de la Comarca Lagunera, se obtuvo la imagen de las áreas con potencial óptimo y sub óptimo, así como el número de hectáreas que representan.

En el Cuadro 1, se presenta un resumen de los requerimientos de los suelos y condiciones climáticas empleados para la identificación de las áreas homogéneas de potencial

productivo de la *Canola* en la Comarca Lagunera.

Cuadro 1. Requerimientos climáticos y de suelos para el cultivo **CANOLA** (*Brassica napus* L.) para expresar su potencial productivo.

| VARIABLE | ÓPTIMO | SUB-ÓPTIMO | MARGINAL |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|------------|
| Textura (Illinois S.W.S., 2005) | Media | Ligeros | Pesados |
| Profundidad del suelo (m) | > 1 | < 1 | Litsoles |
| Pendiente del terreno (%) | < 1 | 1 - 2 | > 2 |
| pH (Illinois S.W.S., 2005 ; Duke, 2003) | 5.5 a 7.5 | > 7.5 | < 5.5 |
| Temperatura en el ciclo (°C) (Illinois S.W.S, 2005; (Duke, 1981) | 10 a 20°C, | 5 – 10 ó 20 - 41 | < 5 ó > 41 |
| Temperatura mínima invierno (°C) (Oplinger et al., 1989) | > 0 | - | < 0 |
| Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹) (Oplinger et al., 1989; Boyles et al., 2004; Berglund y McKay, 2002) | MT | MT | MT |

MT: moderadamente tolerante

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la Figura 1 se presentan las áreas óptimas y subóptimas para *canola*, ubicadas al Este de la Comarca Lagunera en las que se identificaron 703,099 hectáreas con condiciones óptimas ya que la mayoría de los requerimientos climáticos presentes en la Comarca Lagunera coincide con los de la Canola, como se puede observar en el Cuadro 1. Áreas con condiciones sub-óptimas (527,216 hectáreas) se localizan al oeste del Distrito de Riego 017 en los municipios de Gómez Palacio, en el estado de Durango y al sur oeste, en el municipio de Nazas, Durango. Una de las restricciones de importancia en el área de riego para este cultivo son los suelos con niveles de salinidad superiores a los 3.2 dS m⁻¹, localizados al oeste del Distrito de Riego 017, entre Gómez Palacio y Bermejillo, en el estado de Durango, México.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los requerimientos agroecológicos de *canola* y las características ambientales de la Comarca Lagunera es posible incorporar esta especie al patrón de cultivos forrajeros en aproximadamente 703,099 hectáreas con un potencial de rendimientos esperado de materia seca superior a las 8,000 kg/ha de materia seca por hectárea de forraje de buena calidad y en donde además se tendría una alta eficiencia en el uso del agua.

Debido a su relativa tolerancia a la salinidad, aún en áreas en donde se han detectado suelos con niveles de salinidad superiores a los 4 dS m⁻¹, la canola podría presentar buenos rendimientos de forraje y constituir una buena alternativa de producción.

Áreas de potencial para Canola (*Brassica napus* L.) en la Comarca Lagunera

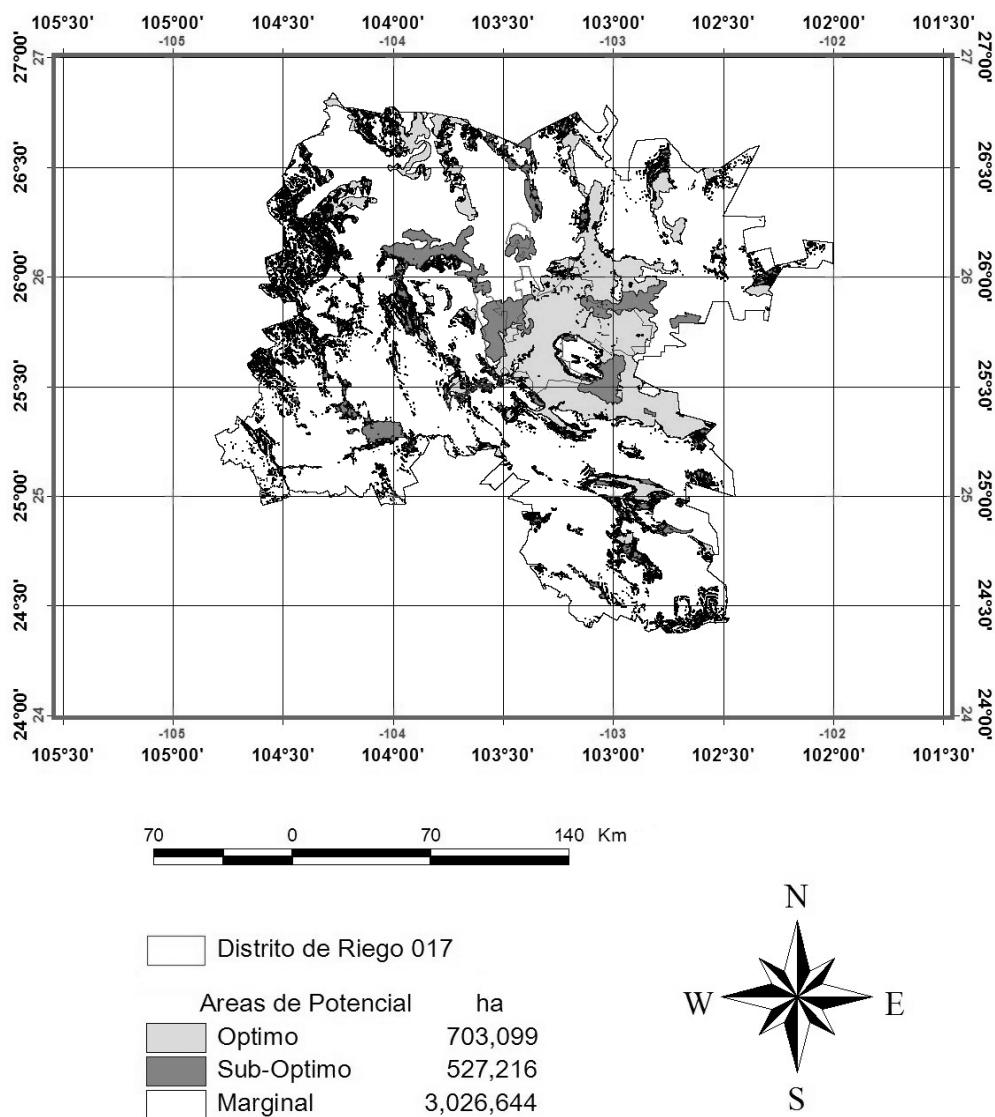


Figura 1. Áreas de potencial para canola (*Brassica napus* L.) en la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFÍA

- Agriculture, Food and Rural Development. 2004. Alternative feeds for silage and greenfeed. Government of Alberta. 4 p.
- Berglund, D.R. and K. McKay. 2002. Canola Production. A-686. NDSU Extension Service. North Dakota State University. 17 p.
- Boyles, M.C., T.F. Peeper, C.R. Medlin. 2004. Winter canola planting guide for the Southern Great Plains. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University. 4 p.
- Canada – Alberta Farm Business Management Initiative. 1998. Canola. Canadian Crop Quality. <http://members.shaw.ca/bethcandlish/cano.htm>. 4 p.
- Christmas, E.P. and S.S. Hawkins. 1992. Winter canola. An alternative crop in Indiana. Ay-272. Agronomy Guide. Purdue University Cooperative Extension Service. 12 p.
- Colton, R.T., J.D. Sykes. 1992. Canola. AgFact. P 5.2.1.
- Duke, J. A. 1981. Handbook of Legumes of World Economic Importance. Plenum Press, New York, 345 p.p. Dirección internet: http://www.sarep.ucdavis.edu/cgi-bin/ccrop.EXE/show_pubs_3112
- Duke, J.A. 1983. Hand book of energy crops. Unpublished.
- Gene Technology Regulator. 2002. The biology and ecology of canola (*Brassica napus*). Office of the Gene Technology Regulator. 35 p.
- Gregoire, T. 1999. Canola stands and yields. ProCrop. NDSU Extension Service. North Dakota State University. <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/aginfo/procrop/rps/rpsprd05.htm>. 2 p.
- Illinois State Water Survey (Illinois S.W.S, 2005) bility Maps: <http://www.sws.uiuc.edu/data/altcrops/cropeq.asp?crop=952&=croplist&letter=V&nmeType=sci&m=met>
- Lardy, G. and V. Anderson. 2003. Alternative feeds for ruminants. AS-1182. NDSU Extension Service. 23 p. North Dakota State University, Fargo, North Dakota. 58105.
- Manitota Agricultura, Food and Rural Initiatives. 2004. Salvaging immature and frosted crops for silage. Ensiling canola. News & Forecasts. 2 p.
- Muñoz-Valenzuela, S., I. Moreno-Murrieta and A. Morales-Cuen. 1999. Canola results of the research activity in South of Sonora, Mexico. 2 p. Annual Conference Diversity in Agricultural Markets: New crops and new markets. October 17-21, 1999. Eugene, Oregon.
- Oplinger, E.S., L.L. Hardman, E.T. Gritton, J.D. Doll, and K.A. Kelling. 1989. Canola. Alternative Field Crops Manual. Departments of Agronomy and Soil Science, University of Wisconsin – Madison. Department of Agronomy and Plant Genetics. University of Minnesota, St. Paul. 9 p.
- Schmidt, W.H. 1990. Potential of canola production in Ohio. P. 216-217. In: J. Janich and J.E. Simon (eds.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR.
- The State of Queensland – Department of Primary Industries and Fisheries. 2005. Canola. Broadacre field crops. Queensland Government. <http://www.dpi.qld.gov.au/fieldcrops/9372.html>. 7 p.

COMPORTAMIENTO Y NITRÓGENO UREICO EN CABRAS JÓVENES ALIMENTADAS CON RASTROJO DE MAÍZ AMONIFICADO Y SUPLEMENTADAS CON HARINA DE SOYA

Daniel Torres Romero y J. Santos Serrato Corona

Facultad de agricultura y Zootecnia – UJED sserratoc@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

En la Región Lagunera la importancia del ganado caprino en sus diferentes sistemas de producción animal consiste en gran medida en la generación empleos para el sustento de familias de escasos recursos, la SAGARPA a nivel Regional reporta que en 2002 existía una población de ganado caprino superior a las 440,000 cabezas. En la Región Lagunera año con año se producen grandes cantidades de esquilmos los cuales pueden ser utilizadas como fuente potencial de nutrientes para animales rumiantes, ya que estos animales tienen la capacidad para poder degradar y utilizar la parte fibrosa de dichos residuos agrícolas. Sin embargo, debido a su relativo bajo valor nutritivo, solamente una porción de estos esquilmos son utilizados en la alimentación del ganado. La mayoría de estos esquilmos se caracterizan por una disminución en el contenido de proteína cruda y digestibilidad de la materia seca y un incremento en el contenido de fibra (Heaney et al., 1966), lo que permite utilizarlos solamente para animales con una relativa baja necesidad de nutrientes como es el caso de animales no productivos. La lignina actúa como una barrera física entre la celulosa y las bacterias del rumen. La amonificación mejora el valor nutritivo de la paja de trigo, doblando el contenido de proteína cruda (Horton y Steacy, 1979) e incrementa el consumo en aproximadamente en 20% (Streeter et al., 1982). La utilización de residuos agrícolas, como el rastrojo de maíz en la alimentación de rumiantes necesariamente requiere de una suplementación con fuentes de energía pero mayormente de proteína con el fin de incrementar el consumo y la digestibilidad de los forrajes. En los últimos años se ha investigado fuertemente el uso de diferentes fuentes y tipos de proteína en la alimentación de rumiantes consumiendo forrajes de baja calidad (Brown y Pate, 1997). Se realizó un experimento con el objeto de determinar el comportamiento productivo y la concentración de nitrógeno ureico en sangre de ganado caprino alimentado con esquilmo de maíz amonificado y suplementado con harina de soya.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en la Villa Gregorio A García, Dgo. Se utilizaron 3 cabras con un peso aproximado de 14.8 ± 2.25 kilogramos. Las cabras recibieron una dieta

basal al 1.2 % del peso vivo en base a materia seca de esquilmo de maíz grano. Los tratamientos consistieron en ofrecer una dieta basal formada por rastrojo de maíz amonificado y 10 % de heno de Rye grass anual y tres diferentes cantidades de harina de soya: rastrojo de maíz amonificado mas 10 % de heno de Rye grass anual (Control; C); rastrojo de maíz amonificado mas 10 % de heno de Rye grass anual mas 25 g de harina de soya (AMBAJO) y rastrojo de maíz mas 10 % de heno de Rye grass anual mas 50 g de harina de soya (AMALTO). Las variables que se midieron fueron: consumo de alimento diario, cambio de peso vivo y conversión alimenticia. Se determinó también la concentración de nitrógeno ureico en suero sanguíneo.

Los animales se confinaron en jaulas individuales, recibiendo la dieta basal y el suplemento diariamente a las 08:00 a.m. bajo un diseño en cuadro latino 3x3. Los periodos tuvieron una duración de 16 días cada uno. Además se proporcionó agua limpia al ganado diariamente. La recolección del esquilmo se realizó inmediatamente después de la cosecha, los subproductos se recolectaron y molieron utilizando un molino de martillos con malla de 2 cm. El proceso de amonificación se realizó aplicando un 3% de urea en base a la materia seca del rastrojo diluyendo la urea en agua en una proporción de medio litro de agua por cada kilogramo de materia seca. Después de la aplicación de la solución urea-agua la hacina se cubrió con una capa de plástico grueso negro (3mm) para evitar la perdida del amoniaco por volatilización y favorecer su incorporación al rastrojo. El proceso de amonificación duró 15 días. Después de ese periodo la cubierta de plástico se removió para permitir que el exceso de amoniaco se volatilizara y en aproximadamente 24 horas se tomaran las muestras de forraje para determinar su composición química y ofrecerlas al ganado.

Para determinar el contenido químico del alimento se tomaron submuestras semanalmente, obteniéndose una muestra compuesta a la cual se le determinó el contenido de materia seca, cenizas, fibra neutro detergente (FND), y proteína cruda. Previo a la aplicación de los tratamientos los animales se desparasitaron internamente. El consumo de alimento se midió, pesando el alimento ofrecido y el rechazado diariamente. La determinación del cambio de peso vivo se realizó pesando los animales dos días consecutivos aproximadamente a la misma hora, al inicio y posteriormente cada 15 días. Con las variables de consumo de alimento y cambio de peso vivo se determinó la conversión alimenticia. La determinación de la concentración de urea en sangre, se realizó obteniendo la muestra (10 ml) vía yugular mediante la utilización de tubos con vacío, antes de ofrecer el suplemento y posterior al ofrecimiento del suplemento cada hora durante seis horas. Después de obtener la muestra se centrifugó en un lapso de tiempo no mayor de media hora a una velocidad de 3500 x g

durante 20 minutos a temperatura ambiente. Las muestras de suero se almacenaron a una temperatura de -20 °C, hasta que realizó la determinación del nitrógeno ureico.

Los datos obtenidos relacionados con consumo de alimento, cambio de peso corporal, y conversión de alimentos se analizaron mediante un análisis de varianza de acuerdo con el diseño cuadro latino, mientras que la concentración de urea en suero sanguíneo se analizó utilizando un análisis de varianza de acuerdo con el diseño en parcelas divididas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observó diferencia en el consumo de alimento ($P = 0.43$) debido a la suplementación con harina de soya, aunque las cabras que recibieron el nivel alto de suplementación consumieron ligeramente más alimento, como se aprecia en el cuadro 1.

Cuadro 1. Consumo de alimento y cambio de peso corporal en cabras en crecimiento alimentadas con rastrojo de maíz amonificado y suplementadas con harina de soya.

| Concepto | Tratamiento ¹ | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------|--------|------|------|
| | Control | AMBAJO | AMALTO | P | EE |
| Consumo alim. g/d | 429.2 | 451.4 | 524.9 | 0.43 | 44.1 |
| Cambio de peso, g/d | -45.5 | -22.2 | -11.1 | 0.35 | 0.01 |

¹ Control = rastrojo de maíz amonificado más heno de Rye grass anual; AMBAJO = rastrojo de maíz amonificado más Rye grass anual más 25 g de harina de soya por cabra; AMALTO = rastrojo de maíz amonificado más Rye grass anual más 50 g de harina de soya.

El cambio de peso tampoco fue influenciado por el nivel de suplementación ($P = 0.35$), aunque las cabras que recibieron solo la dieta basal perdieron más peso que el resto de los animales.

La concentración de nitrógeno ureico en sangre fue mayor en aquellas cabras que recibieron el nivel más alto de suplementación ($P = 0.02$) como se aprecia en la figura 1.

Las concentraciones de nitrógeno ureico encontradas en este trabajo fueron 16.67, 19.93, y 21.48 mg/dL para los tratamientos Control, bajo nivel de suplementación y alto nivel de suplementación respectivamente.

Los resultados encontrados están muy de acuerdo con los reportados por Serrato et al. (2003) en cabras jóvenes alimentadas con rastrojo de maíz amonificado y suplementadas con 25 y 50 gramos de proteína.

En otro estudio Serrato y Rivas (2004) encontraron niveles de nitrógeno ureico

ligeramente más altos al alimentar cabras adultas en producción con rastrojo amonificado, alfalfa y suplementadas con 50 gramos de proteína. Las concentraciones se encuentran dentro de los rangos fisiológicos normales reportados por Morros (1967) y Dukes (1955) quienes reportan un rango fisiológico normal para caprinos de 6 a 27 y de 13 a 28 mg/dL.

Eggum (1970) reporta que la cantidad, la calidad y el tiempo transcurrido después de la ingestión de alimento incrementan la concentración de nitrógeno ureico, alcanzando su máximo en aproximadamente 3 h, lo que pudo haber ocurrido en este trabajo al ofrecer una fuente de nitrógeno soluble en el forraje amonificado además de la ausencia de una fuente de energía soluble que facilitara la utilización del nitrógeno amoniacal por los microbios del rumen.

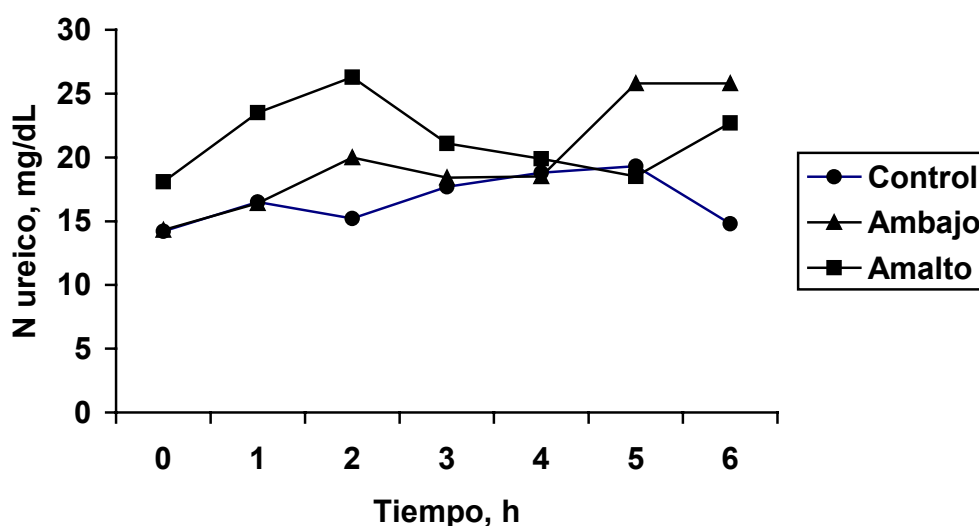


Figura 1. Concentración de nitrógeno ureico en cabras jóvenes alimentadas con rastrojo de maíz amonificado y suplementadas con harina de soya ($P = 0.02$).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el experimento se puede concluir que el tiempo de prueba no fue suficiente para detectar un cambio en el comportamiento productivo, sin embargo, en lo que respecta a la concentración de nitrógeno ureico en sangre ésta tendió a incrementarse a medida que se incrementó el nivel de suplementación con harina de soya, sugiriendo probablemente la necesidad de una fuente de energía soluble para optimizar la utilización de nitrógeno en rumen.

BIBLIOGRAFIA

- Brown, W.F. and F.M. Pate. 1997. Cottonseed meal or feather meal supplementation of ammoniated tropical grass hay for yearling cattle. *J. Anim. Sci.* 75(6):1666.
- Eggum, B.O. 1970. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. *Br. J. Nutr.* 24:983-988.
- Heaney, D.P; W.J. Pigden and G.I. Pritchard. 1966. Comparative Energy availability for lambs off four timothy varieties at progressive growth stages *J. Anim. Sci.* 25(1):142.
- Horton , G.M.J. and G.M. Steacy. 1979. Effect of anhydrous ammonia treatment on the intake and digestibility of cereal straws by steers. *J. Anim. Sci.* 48(5):1239.
- Morros, S.J. 1967. Elementos de fisiología. 9ª edición. Editorial Científico-Médica. Madrid, España. P. 385.
- SAGARPA. 2002. Resumen económico anual de la comarca lagunera. El siglo de torreón. Edición especial (Suplemento). Enero 2002. p. 30.
- Serrato, C.J.S. y A.L. Rivas. 2004. Comportamiento de cabras en lactación alimentadas con rastrojo de maíz amonificado y diferentes niveles de proteína. XXXII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Monterrey, NL. P. 191-194.
- Serrato, C.J.S., Avitia,, S., Castellanos, P.E., y S.R. Solorio. 2003. Efecto de la suplementación con proteína sobre la retención de nitrógeno en cabras en crecimiento alimentadas con rastrojo de maíz amonificado. Memoria XV Sem. Int. Agro. Facultad de Agricultura y Zootecnia – UJED. Gómez Palacio, Dgo. p. 387-392.
- Streeter, C.L., G.W. Horn, P.W. Pace, and K.S. Lusby. 1982. Stack method of ammoniation of wheat straw and effect on cow performance. *Oklahoma Agric. Exp. Sta. Res. Rep.* 824:16.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION PROTEICA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DEL RASTROJO DE MAIZ AMONIFICADO EN CABRAS JOVENES

**Daniel Torres Romero, J. Santos Serrato Corona y
Francisco Raul Solorio Sánchez**

Facultad de agricultura y Zootecnia – UJED sserratoc@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

En la Región Lagunera la importancia del ganado caprino en sus diferentes sistemas de producción animal consiste en gran medida en la generación empleos para el sustento de familias de escasos recursos, la SAGARPA a nivel Regional reporta que en 2002 existía una población de ganado caprino superior a las 440,000 cabezas. En la Región Lagunera año con año se producen grandes cantidades de esquilmos los cuales pueden ser utilizadas como fuente potencial de nutrientes para animales rumiantes, ya que estos animales tienen la capacidad para poder degradar y utilizar la parte fibrosa de dichos residuos agrícolas. Sin embargo, debido a su relativo bajo valor nutritivo, solamente una porción de estos esquilmos son utilizados en la alimentación del ganado. La mayoría de estos esquilmos se caracterizan por una disminución en el contenido de proteína cruda y digestibilidad de la materia seca y un incremento en el contenido de fibra (Heaney et al., 1966), lo que permite utilizarlos solamente para animales con una relativa baja necesidad de nutrientes como es el caso de animales no productivos. La lignina actúa como una barrera física entre la celulosa y las bacterias del rumen. La amonificación mejora el valor nutritivo de la paja de trigo, doblando el contenido de proteína cruda (Horton y Steacy, 1979) e incrementa el consumo en aproximadamente en 20% (Streeter et al., 1982). La utilización de residuos agrícolas, como el rastrojo de maíz en la alimentación de rumiantes necesariamente requiere de una suplementación con fuentes de energía pero mayormente de proteína con el fin de incrementar el consumo y la digestibilidad de los forrajes. En los últimos años se ha investigado fuertemente el uso de diferentes fuentes y tipos de proteína en la alimentación de rumiantes consumiendo forrajes de baja calidad (Brown y Pate, 1997). Se realizó un experimento con el objeto de determinar el de la suplementación con harina de soya sobre la digestibilidad del rastrojo de maíz amonificado en cabras jóvenes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en la Villa Gregorio A García, Dgo. Se utilizaran 3 cabras con un peso aproximado de 14.8 ± 2.25 kilogramos. Las cabras recibieron una dieta basal al 1.2 % del peso vivo en base a materia seca de esquilmo de maíz grano. Los

tratamientos consistieron en ofrecer una dieta basal formada por rastrojo de maíz amonificado y 10 % de heno de Rye grass anual y tres diferentes cantidades de harina de soya: rastrojo de maíz amonificado mas 10 % de heno de Rye grass anual (Control; C); rastrojo de maíz amonificado mas 10 % de heno de Rye grass anual mas 25 g de harina de soya (AMBAJO) y rastrojo de maíz mas 10 % de heno de Rye grass anual mas 50 g de harina de soya (AMALTO). Las variables que se midieron fueron: digestibilidad de la materia seca, fibra neutro detergente y nitrógeno. Los animales se confinaron en jaulas individuales, recibiendo la dieta basal y el suplemento diariamente a las 08:00 a.m. bajo un diseño en cuadro latino 3x3. Los periodos tuvieron una duración de 16 días cada uno. Además se proporcionó agua limpia al ganado diariamente. La recolección del esquilmo se realizó inmediatamente después de la cosecha, los subproductos se recolectaron y molieron utilizando un molino de martillos con malla de 2 cm. El proceso de amonificación se realizó aplicando un 3% de urea en base a la materia seca del rastrojo diluyendo la urea en agua en una proporción de medio litro de agua por cada kilogramo de materia seca. Después de la aplicación de la solución urea-agua la hacina se cubrió con una capa de plástico grueso negro (3mm) para evitar la perdida del amoniaco por volatilización y favorecer su incorporación al rastrojo. El proceso de amonificación duró 15 días. Después de ese periodo la cubierta de plástico se removió para permitir que el exceso de amoniaco se volatilizara y en aproximadamente 24 horas se tomaran las muestras de forraje para determinar su composición química y ofrecerlas al ganado.

Para determinar el contenido químico del alimento se tomaron submuestras semanalmente, obteniéndose una muestra compuesta a la cual se le determinó el contenido de materia seca, cenizas, fibra neutro detergente (FND), y proteína cruda. Previo a la aplicación de los tratamientos los animales se desparasitaron internamente. El consumo de alimento se midió, pesando el alimento ofrecido y el rechazado diariamente. La estimación de la digestibilidad de los nutrientes de la ración se determinó utilizando la técnica de la recolección total de heces, para ello se utilizaron bolsas recolectoras y sus respectivos arneses, las bolsas recolectoras se revistieron con bolsas de plástico internamente, retirando las bolsas con excreta y orina y colocando la nueva bolsa cada 12 horas. Inmediatamente después de la colección se mezcló perfectamente las heces y orina, se tomo el peso húmedo y se colecto una submuestra del 10%, para obtener una muestra compuesta por cabra y por periodo para realizar los análisis correspondientes. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza de acuerdo con el diseño cuadro latino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se puede apreciar que el consumo de nutrientes materia seca y fibra neutro detergente no fueron influenciadas por los tratamientos ($P = 0.44$ y $P = 0.68$ respectivamente).

Sin embargo, el consumo de nitrógeno tendió a incrementarse ($P = 0.08$) a medida que se incrementó el nivel de suplementación.

La efectividad de la suplementación con proteína en rumiantes que consumen forrajes con baja digestibilidad y bajo contenido de proteína se puede alcanzar cuando se proporciona una fuente de carbohidratos solubles y una buena fuente de proteína verdadera, en este trabajo solamente el último aspecto fue satisfecho.

Bowman *et al.* (1995) menciona que la suplementación con proteína puede incrementar el consumo y la digestibilidad cuando el contenido de proteína en el forraje es menor de 7%, sin embargo, aun cuando en este experimento la dieta basal contenía mas de ese nivel de proteína, los resultados parecen indicar una deficiencia de azúcares fermentables para convertir el amoníaco en proteína microbiana.

La retención de materia seca y fibra neutro detergente tampoco fue diferente entre tratamientos ($P = 0.43$ y $P = 0.62$). La retención de nitrógeno mostró una tendencia a incrementarse a medida que se incrementó el nivel de suplementación ($P = 0.09$), lo que se puede observar en el cuadro 1. Las cabras que no recibieron suplemento retuvieron la menor cantidad de nitrógeno (4.55 g) mientras que las que recibieron la mayor cantidad de suplementación retuvieron la mayor cantidad (8.41 g), con valores intermedios en aquellas cabras que recibieron el nivel bajo de suplemento.

Retenciones similares a las de este experimento fueron reportados por Serrato *et al.* (2003) en cabras jóvenes alimentadas con rastrojo de maíz amonificado y suplementadas con un suplemento proteico reportando retenciones de 3.09, 5.39, y 8.23 g de nitrógeno para los grupos suplementados con 25, 50 y 75 g de suplemento por día (51 % PC).

Serrato *et al.* (2003) encontraron retenciones de nitrógeno similares a las del trabajo anterior al utilizar paja de frijol amonificada y sin amonificar además de un suplemento proteico con 51 % de proteína, solamente las cabras del grupo control, las cuales recibieron solo paja de frijol amonificada mostraron una retención inferior a la encontrada en el grupo control de este experimento. Lo que indica que a medida que se incrementa el nivel de proteína suplementaria también se incrementa la retención de nitrógeno, lo que pudiera ser explicado parcialmente por la presencia de una fuente de proteína verdadera para los microbios del rumen.

Cuadro 1. Efecto de la suplementación proteica sobre la digestibilidad aparente de nutrientes de rastrojo de maíz amonificado en cabras en crecimiento.

| Concepto | Tratamiento ¹ | | | P | EE |
|-------------------------|--------------------------|--------|--------|------|------|
| | Control | AMBAJO | AMALTO | | |
| Consumo, g/d | | | | | |
| Materia seca | 393.9 | 414.1 | 481.2 | 0.44 | 40.8 |
| FND | 317.9 | 318.6 | 357.1 | 0.68 | 32.9 |
| Nitrógeno | 6.78 | 8.67 | 11.29 | 0.08 | 0.68 |
| Excreción, g/d | | | | | |
| Materia seca | 69.78 | 72.38 | 70.91 | 0.87 | 3.43 |
| FND | 41.55 | 36.47 | 34.79 | 0.36 | 2.66 |
| Nitrógeno | 2.23 | 2.99 | 2.88 | 0.77 | 0.77 |
| Retención, g/d | | | | | |
| Materia seca | 324.1 | 341.7 | 410.3 | 0.43 | 39.7 |
| FND | 276.3 | 282.1 | 322.3 | 0.62 | 32.2 |
| Nitrógeno | 4.55 | 5.68 | 8.41 | 0.09 | 0.63 |
| Retención, % de consumo | | | | | |
| Materia seca | 75.6 | 75.6 | 78.0 | 0.57 | 1.63 |
| FND | 54.4 | 62.4 | 61.3 | 0.38 | 1.24 |
| Nitrógeno | 1.05 | 1.28 | 1.59 | 0.24 | 0.15 |

¹ Control = rastrojo de maíz amonificado mas heno de Rye grass anual; AMBAJO = rastrojo de maíz amonificado mas Rye grass anual mas 25 g de harina de soya por cabra; AMALTO = rastrojo de maíz amonificado mas rye grass anual mas 50 g de harina de soya.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la suplementación con fuentes de proteína de buena calidad en cabras jóvenes alimentadas a base de rastrojo de maíz amonificado, propicia la disponibilidad de nitrógeno para favorecer el crecimiento y proliferación de los microbios ruminales, sin embargo, parece ser que la falta de una fuente de energía soluble podría haber propiciado una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno.

BIBLIOGRAFIA

- Bowman , J.G., B.F. Sowell and J. A. Paterson. 1995. Liquid supplementation for ruminants fed low-quality forage diets: a review. Anim. Feed Sci. And Tech. 55:105.
- Heaney, D.P; W.J. Pigden and G.I. Pritchard (1966). Comparative Energy availability for lambs on four timothy varieties at progressive growth stages J. Anim. Sci.V
- Horton , G.M.J. and G.M. Steacy. 1979. Effect of anhydrous ammonia treatment on the intake and digestibility of cereal straws by steers. J. anim. Sci. 48(5):1239.
- SAGARPA. 2002. Resumen económico anual de la comarca lagunera. El siglo de torreón. Edición especial (Suplemento). Enero 2002. p. 30.
- Serrato, C.J.S. Gallardo, I., López, M.J.D., Solorio, S.R. y V.F. Cabral. 2003. Balance de nitrógeno y urea sanguínea en cabras jóvenes alimentadas con paja de frijol amonificada y suplementadas con diferentes niveles de proteína. Memoria XV Sem. Int. Agro. Facultad de Agricultura y Zootecnia – UJED. Gómez Palacio, Dgo. p. 382-386.

Serrato, C.J.S., Avitia, S., Castellanos, P.E., y S.R. Solorio. 2003. Efecto de la suplementación con proteína sobre la retención de nitrógeno en cabras en crecimiento alimentadas con rastrojo de maíz amonificado. Memoria XV Sem. Int. Agro. Facultad de Agricultura y Zootecnia – UJED. Gómez Palacio, Dgo. p. 387-392.

Streeter, C.L., G.W. Horn, P.W. Pace, and K.S. Lusby. 1982. Stack method of ammoniation of wheat straw and effect on cow performance. Oklahoma Agric. Exp. Sta. Res. Rep. 824:16.

EL ANALISIS FODA COMO PUNTO DE PARTIDA, EN LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS PRODUCTIVOS EN LAS FAMIEMPRESAS DE CAPRINOCULTORES DE LA COMARCA LAGUNERA

Solorio S.F.R. y Serrato Corona J. S.

Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED
Maestros investigadores de la FAZ-UJED
fsolorios@msn.com.mx

INTRODUCCION

Uno de los grandes retos para cualquier sociedad y su gobierno es facilitar a su población la realización de actividades productivas que les permitan obtener los satisfactores fundamentales y realizarse como personas. Sin embargo, en nuestro país la incorporación conveniente a la sociedad a través del trabajo digno muestra deficiencias en todos los sectores por lo que está por debajo del ritmo de crecimiento de la población.

En el medio rural es, donde se ubica el 27% de la población nacional, el deterioro de la economía ha agudizado las de por sí difíciles condiciones de vida y trabajo de los pequeños productores. Un dato importante es que el 78% de los mexicanos considerados en situación de pobreza extrema se ubica en el campo.

Por otra parte, los productores rurales tienen grandes dificultades para insertarse en un ambiente de apertura económica para el que falta preparación y gradualidad.

Para aquellos productores que han llegado a situaciones límite, la estrategia de supervivencia ha sido la migración hacia las zonas urbanas o hacia el extranjero, con muy pocas expectativas reales de encontrar una mejor forma de vida.

Respecto a lo anterior, es necesario reconocer que la desocupación y/o improductividad de gran parte de la población rural, no es posible resolverla –al menos en el corto plazo– mediante la creación de empleos en otros sectores de la economía, que en muchos casos tienden a disminuir su demanda de trabajadores. Es también un hecho que las grandes unidades agropecuarias mercantiles no representan una vía amplia para asimilar a la población rural que ha dejado de laborar sus tierras.

La migración hacia las ciudades, le representa a la sociedad un costo mayor que la permanencia de la población en el campo, en estudios realizados por la (FAO, 1996). Se calcula que la creación de un empleo urbano cuesta –cuando menos– seis veces más que en una zona rural, en tanto que la dotación de servicios a una familia en las grandes ciudades es 22 veces más caro que en el campo.

La capacitación de los migrantes rurales ante un mercado de trabajo urbano cada vez más exigente respecto a la escolaridad y especialización de la población rural en las actividades agropecuarias sobre las que sí tienen antecedentes.

El desbalance entre la demanda de empleo por parte de la población rural y los medios limitados de dar respuesta a esta demanda por parte del mercado o el estado, hace necesaria una estrategia que fomente la ocupación productiva en las zonas rurales.

Es interesante conocer en este sentido lo que un estudio realizado por (Deininger 1994) y publicado por el Banco Mundial recoge de las experiencias de colectivización y compactación de tierras en algunos países en desarrollo como Etiopía, Perú, Nicaragua, China y Sudáfrica, en el que señala que estas han sido en general desalentadoras, pues no pudieron a pesar de los apoyos que recibieron, ser más eficientes que las explotaciones individuales, y que una vez que se les permitió hacerlo, los colectivos de producción se dividieron en explotaciones familiares. Por otro lado, este mismo estudio señala que las organizaciones en que los agricultores realizan la producción en forma conjunta prácticamente no existen en los países industrializados.

Por otro lado, y a pesar de estos hechos, ha permanecido históricamente en el campo mexicano y en muchos otros que se han ensayado respuestas similares a las mexicanas, una gama inmensa de formas de producción entre las que quisiera destacar la Unidad Rural de Producción Familiar ó FAMIEMPRESA fórmula que a pesar de que se han diseñado pocos instrumentos para su apoyo directo, subsiste; permanece a pesar de los pocos o nulos estímulos con que cuenta.

A la FAMIEMPRESA se le podría definir como la unidad de producción rural que integra los recursos de tierra disponible en propiedad o usufructo en manos de la familia con capacidad de absorber y aprovechar eficientemente la capacidad de trabajo de la misma, pudiendo ser altamente competitiva en la producción como este trabajo intentará demostrarlo, aunque con desventajas en la interrelación con el mercado, la transformación y el acceso a los insumos (físicos, financieros o de servicio). Zaid (1995).

Por lo que respecta a los problemas en la comercialización de la leche de cabra es necesario presentar diversos proyectos productivos, para mejorar la inocuidad y calidad de ésta, ya que debido al destino que se da como alimento humano, es necesario mejorar y también presentar proyectos productivos los que se alcanzarán a partir de los diagnósticos participativos de los diferentes grupos de productores (famiempresas) en las que se buscaran la determinación de sus fortalezas, sus debilidades (diagnostico interno), las oportunidades y amenazas (diagnóstico externo), buscando en estos grupos, su organización y, el que estén integrados todos o el mayor número de caprinocultores de la Comarca Lagunera para la

determinación de la o las mejores estrategias que les permitan por ejemplo la creación de una o varias plantas pausterizadoras que realicen el acopio de la leche de los pequeños productores y procedan a su transformación en otros productos y le den así, un mayor valor agregado a sus productos.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevo cabo con pequeños productores de cabras de la Comarca Lagunera, en sesiones con grupos de seis productores como mínimo, realizando con todos un diagnóstico participativo para determinar así un mejor análisis estratégico (foda) y posteriormente llevar a cabo un proyecto productivo y acceder a los escasos recursos financieros y solucionar así algunos de los problemas que se les presentan, esta investigación se llevo a cabo como una parte de un trabajo de acreditación en la formación de prestadores de servicios profesionales e diseño de empresas para el desarrollo rural a finales del mes de enero de 2005 y presentando resultados el 8 de abril del mismo año.

La Comarca Lagunera, se ubica al Noreste de Durango y Suroeste de Coahuila, en ésta Comarca se realiza la recolección de leche caprina más grande del país, y el 54.4% de la producción de zonas áridas, siendo el valor de la producción de carne y leche (SAGARPA, 2003), muy importante como se indica en la figura 1.

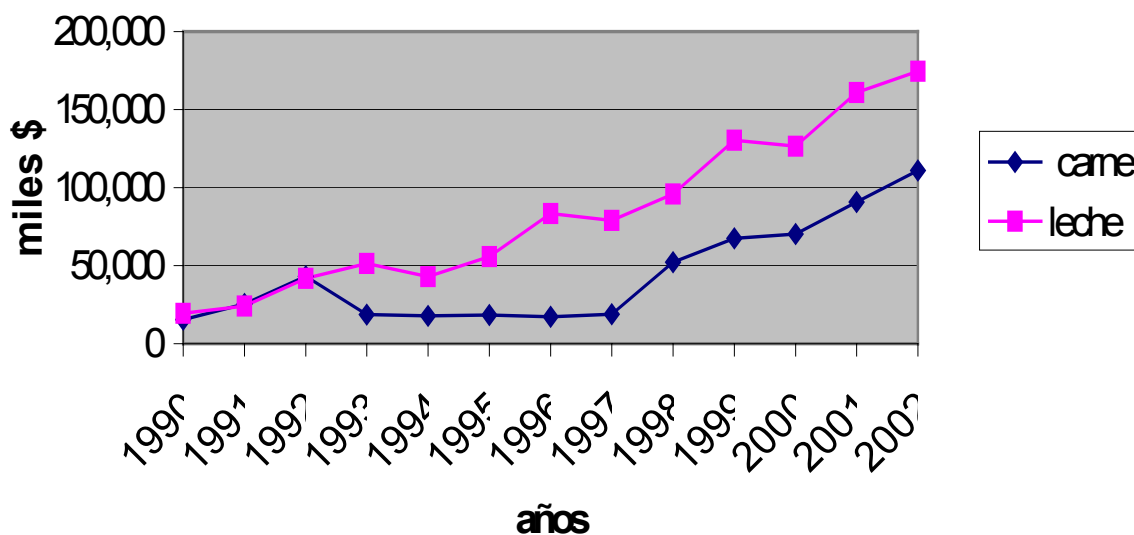


Figura 1. Valor de la producción de carne y leche de caprinos en la Comarca Lagunera. 1990-2003 (fuente SAGARPA 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La actividad caprina en la Laguna presenta una escalada significativa de 1999 a 2003, tanto en la producción de leche como en la carne, mostrando un repunte significativo la primera en 2001 y la segunda el año pasado (INEGI, 2003). La estadística indica, no obstante las dificultades y en algunos casos falta de apoyo que la leche y la carne seguirán un camino ascendente en los próximos años.

La producción caprina en la Comarca Lagunera de leche y carne en las últimas décadas a mantenido una tendencia creciente a nivel nacional. Durante el periodo descrito anteriormente mantuvo sus inventarios a pesar de los cambios en el patrón productivo y a los efectos del último ciclo de sequía; es una actividad practicada por alrededor de 3,000 pequeños productores (famiempresas), que manejan sus hatos de manera predominantemente extensiva con serias deficiencias tecnológicas y un escaso grado de integración económica que los hace dependientes de las empresas privadas que elaboran los subproductos lácteos o de los intermediarios de la carne, condición que los mantiene en una economía precaria; no obstante, su producción tiene un valor que debe considerarse, pues esta tiende a incrementarse, se debe replantear el concepto de actividad y promover su organización, su desarrollo ecológicamente sustentable y económicamente rentable.

Las famiempresas tienen entre sus principales ventajas las siguientes: es una estructura dada, esta basada en la confianza, la integración al trabajo es gradual y a base de habilidades, se busca utilizar al máximo la mano de obra, tiene apropiación, escaso requerimiento de capital financiero, costos fijos bajos, todos los integrantes son socios, etc. Sin embargo también tiene desventajas las que ocasionan los siguientes resultados en su análisis estratégico (foda), de acuerdo a su diagnóstico interno y externo:

Fortalezas:

Conocimiento en el manejo del hato, disponibilidad de mano de obra, ganado con posibilidad de mejora genética.

Debilidades:

Altos costos de alimentación y medicamentos, baja producción de leche y grasa, deficiencias en sanidad, deficiente control de calidad de leche, deficiente infraestructura y equipo, poco acceso a financiamiento, bajo precio de venta de sus productos.

Amenazas:

Intermediarismo en comercialización de carne y leche, exigencias en la calidad de la leche y carne por el consumidor, mayor incidencia de enfermedades infecciosas.

Oportunidades:

Incremento en la demanda de carne y leche, posibilidad de acceder a mejor tecnología y apoyos federales y estatales, posibilidad de obtener mayor valor agregado a sus productos.

CONCLUSIONES

Es necesario elaborar proyectos productivos a partir del diagnóstico participativo para implementar: una o varias pasteurizadoras, programas de capacitación en; organización, alimentación, sanidad, higiene, manejo y transportación de los productos, una teneduría y el uso y manejo del rastro TIF.

Aprovechar al máximo las ventajas de las famiempresas y organizarlas para poder acceder a mayores fuentes de financiamiento e integrarlas en organizaciones de segundo nivel si es necesario.

Existen tecnologías y equipo disponibles para la pasteurización y el procesamiento de la leche a pequeña escala, que permiten aumentar significativamente los ingresos de los productores caprinos.

La fabricación de variados tipos de dulce de leche a pequeña escala no exige la disponibilidad de equipo o materiales sofisticados para obtener productos de excelente calidad.

BIBLIOGRAFIA

- Deininger, Klaus. 1994. "Cooperatives and the breakup of large mechanized farms: Theoretical Perspectives and Empirical Evidence". World Bank Discussion Paper, Num. 218.
- FAO.1996. "Agroindustria y Pequeña Agricultura, enfoques y lineamientos de política". FAO, CEPAL.
- INEGI. 2003. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, 1993 Exportación en miles de pesos. Ags. México.
- Zaid, Gabriel. 1995. "*Hacen falta empresarios creadores de empresarios*". Editorial Océano de México. México, D.F.

SUPLEMENTACIÓN DE CABRAS EN LACTACIÓN CON DOS TIPOS DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES EN UN SISTEMA EXTENSIVO

Teodoro Sánchez Olvera. *, J.J. Quiñónez Vera y O. A. Herrera Espinoza.

Universidad Juárez del Estado de Durango
Facultad de Agricultura y Zootecnia

INTRODUCCIÓN

La caprinocultura en la Comarca Lagunera es un sistema de explotación pecuario importante, tanto por su inventario de 459 589 animales (SAGARPA 2004), como el sostenimiento económico de personas de bajos recursos en el sistema extensivo. Por otro lado para optimizar el sistema es necesario que su alimentación alcance un buen balance de proteínas y energía para su producción (Mayer 1989). Lo anterior con lleva a buscar alternativas de suplementación que ayuden a solucionar las deficiencias de nutrientes, principalmente en la cabra que inicia una lactación en los periodo de sequía regional que son de febrero a abril generalmente. Algunos países subdesarrollados como el nuestro han investigado la alternativa de los bloques sólidos en frío que tienen como base la melaza, urea y otros ingredientes (Sansoucy y col. 1986). En la Región Lagunera se han producido varios tipos de bloques, Tanto a nivel rustico como comercial, uno de ellos generado por la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED con una densidad energética de 1.260 Mcal / Kg. de EM y de proteína 29.1 % todo en base seca; otros fueron generados por compañías comerciales, con una composición general del 20% de PC y 1.7 Mcal / Kg, y a un precio tres veces mas caro que el de la Facultad. De acuerdo a lo anterior se planteó el presente proyecto con el objetivo de, comparar la producción de leche con la suplementación de cabras después del parto en pastoreo extensivo con dos tipos de bloques multinutricionales.

MATERIALES Y METODOS

El proyecto se realizo en el ejido Venecia Dgo. Con el productor Santiago Valenzuela R. Ubicado en el kilómetro 28 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo Dgo. Se inicio el 9 de marzo y terminó el 24 de abril del 2004. Se utilizaron 18 cabras encastadas de la raza alpina y nubia, 9 de primer parto y 9 arriba de un parto, con peso promedio de 30 a 45 Kg. y una producción promedio de 1 A 1.5 litros en las cabras de mas de una lactancia. Se utilizaron dos tipos de bloques multinutricionales, de los cuales uno es elaborado por la Facultad de Agricultura y Zootecnia con una composición de: 40% de melaza, 5% de urea, 5% de Sal Común, 10% de minerales, 10% de Cal, 10% de MAP y 25% de pollinaza (Sánchez y col. 2002) con un costo de \$13.00 sin mercadeo. El segundo bloque es producido compañía comercial

llamado bloque de proteína, minerales y melaza, con un precio de \$ 48.00. La suplementación se realizó durante el tiempo que estaban los animales en el corral durante un periodo de 45 días, teniendo una semana de adaptación. Se realizaron tres grupos de seis teniendo, 3 de primer parto y tres de más de un parto. Al primer grupo se suplementó con el bloque FAZ; al segundo se les suplementó con el bloque comercial y al tercer grupo no se suplementó. Las variables que se midieron son: Producción de leche y consumo de los suplementos. Los datos de producción de leche se analizaron estadísticamente con un completamente al azar con arreglo Bifactorial donde el tipo de bloque es el factor A y número de partos el factor B. Para el consumo se usó un completamente al azar con los días como repetición. El análisis se realizó por etapas de 15 días.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONSUMO DE SUPLEMENTOS POR ETAPAS.

En el cuadro uno se observa que en los primeros 15 días lactancia (primera etapa) el consumo fue alto alcanzando hasta un promedio de 257 gramos / cabra / día para el bloque de FAZ y 110 para el bloque comercial, Existió diferencia altamente significativa ($P < 0.01$). Los altos consumos presentados se debieron a la deficiencia de forraje en el campo, que en el caso del bloque de FAZ su palatabilidad por la melaza fue importante, en el caso del comercial no tuvieron esa alta aceptación, sin embargo este último se comportó como lo menciona la compañía que el consumo variara de 25 a 150 grs. por cabra por día (compañía comercial 2004). Y el bloque FAZ se comportó tal y como lo menciona Rica y Cambellas (1993) donde afirma que a menor disponibilidad de proteína en los forrajes el consumo del bloque se duplica y a veces se triplica.

El comportamiento del consumo para la segunda etapa (16-30 días) fue inferior a la anterior, sin embargo también el bloque FAZ fue nuevamente superior con 107 contra 60 gramos por cabra por día del bloque comercial existiendo también diferencia altamente significativa ($p < 0.01$). La disminución del consumo posiblemente se debió a que el productor compró un residuo de cosecha de alfalfa donde el pastoreo durante la tarde bajando el consumo de los bloques e inclusive fue muy irregular el consumo.

En lo que se refiere al consumo de la tercera etapa la situación fue muy cambiante donde ahora también disminuyó el consumo con respecto a las otras dos etapas pero el consumo del bloque de FAZ con 40 gramos fue inferior al comercial con 60 gramos / cabra / día, existiendo diferencia significativa ($p < 0.05$). La disminución del consumo disminuyó porque las áreas de pastoreo que son la base del sistema tuvieron humedad al llegar el primer riego de la presa, las

acequia y algunas otras áreas se lograron humedecer y así aumentar la vegetación. Bajo estas condiciones el consumo de los bloques multinutricionales es bajo. La grafica 1 muestra la tendencia del consumo donde se observa la superioridad del bloque de FAZ al comercial en las primeras dos etapas y en la ultimo son muy semejantes pero con superioridad del comercial. Con lo anterior se puede concluir que bajo condiciones de baja disponibilidad de forraje el bloque FAZ, el consumo es alto y que disminuye al aumentar la disponibilidad de alimento, en cambio el bloque comercial es mas constante en su consumo lo anterior se observa en la misma figura con las líneas de tendencia.

Tabla 1. Consumo de bloques multinutricionales como suplemento en cabras en producción en un sistema extensivo.

CONSUMO PROMEDIO POR ETAPA (gr. por cabra por día)

| ETAPAS \ TRATAMIENTOS | 0-15 días | 16-30 días | 31-45 días |
|-----------------------|-----------|------------|------------|
| BLOQUE -FAZ | **257 A | **107 A | *40 A |
| BLOQUE - COMERCIAL | 110 B | 60 B | 60 B |

* diferencia significativa (p<0.05) ** diferencia altamente significativa (P< 0.01)
 comparación de medias = medias con diferentes literales existe diferencia estadística

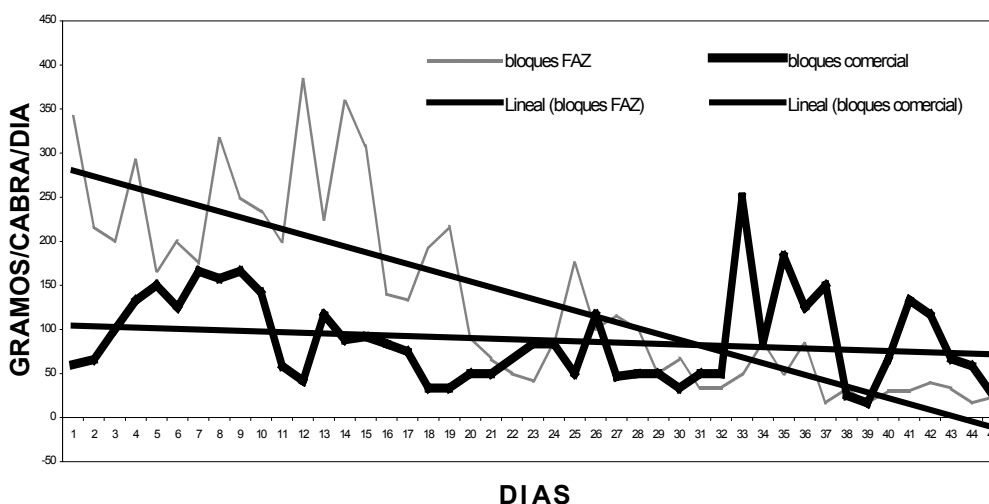


Fig 1. Consumo de bloques multinutricionales en cabras en produccion

PRODUCCION DE LECHE POR ETAPAS.

La variable de producción de leche se analizó por etapa, donde se puede observar en el cuadro 2 que en la primera etapa el factor de número de partos fue superior en las cabras de más de un parto que del primer parto teniendo 1060 y 631 ml respectivamente existiendo una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$). El factor que incluye los tipos de bloques y la no suplementación fue superior el bloque comercial con un promedio de 844 ml, siguiendo las que no se suplementaron con 514 ml. y por último el bloque de FAZ con 472 ml. Sin embargo no existió diferencia estadística ($p > 0.05$). En lo que se refiere a la etapa dos, nuevamente la producción de leche en las cabras del primer parto fueron inferiores a las de más de un parto con 610 y 1039 ml. Existiendo una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$). en esta misma etapa el factor de tipos de bloque y no suplementación, fue superior el grupo que no se suplementó que el de los bloques donde la producción fue de 911 ml para la no suplementación, el bloque comercial con 836 y el de FAZ con 726 no existiendo diferencia significativa ($p > 0.05$).

Respecto a la etapa tres el comportamiento fue semejante a la etapa dos donde las cabras de un parto fue inferior al de más de un parto con 610 y 1150 ml respectivamente con diferencia altamente significativa ($p < 0.01$). También el comportamiento de los tipos de bloques y la no suplementación fue semejante con 952 ml. para no suplementación, 863 para el bloque comercial y 826 para el bloque FAZ, no existiendo diferencia estadística ($p > 0.05$). como se puede analizar en las tres etapas de 15 días no existió efecto de los bloques en la producción de leche, posiblemente porque el periodo de disponibilidad de suplemento de los bloques es muy bajo y en el caso del bloque de FAZ el nivel de NNP fue muy alto, un 87 % de la proteína cruda.

Cuadro 2. Producción de leche (ml /cabra/día) de cabras en un sistema extensivo suplementadas con bloques multinutricionales.

| Etapas Partos Tipos de bloque | Etapa 1 (0-15 Días) | | | Etapa 2 (16-30 Días) | | | Etapa 3 (31-45 Días) | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|-----------------|-------|
| | Un parto | Mas de un parto | Media | Un parto | Mas de un parto | Media | Un parto | Mas de un parto | Media |
| Bloque FAZ | 523 | 1043 | 783ns | 472 | 981 | 726ns | 544 | 1109 | 826ns |
| Bloque comercial | 906 | 892 | 899 | 844 | 829 | 836 | 836 | 890 | 863 |
| Sin suplemento | 464 | 1244 | 854 | 514 | 1307 | 911 | 451 | 1453 | 952 |
| Media | **631 | 1060 | 845 | **610 | 1039 | 824 | **610 | 1150 | 880 |

** diferencia altamente significativa ($p < 0.01$)

ns no significancia estadística

CONCLUSIONES

1. El consumo del bloque de FAZ fue superior al comercial en periodos críticos, no reflejándose en la producción.
2. Las cabras primerizas en producción de leche son inferiores a las de mas de un parto, a pesar de que las cabras primerizas la mayoría son hijas de las mas de un parto, no existiendo efecto los tipos de bloques en la producción de ambas

BIBLIOGRAFIA

- Compañía comercial. 2004. Características de bloque comercial. recomendaciones y composición química. Tríptico comercial
- Mayer M. 1989. Explotación caprina. Primera Edición México Trillas. pp. 44-45
- Ricca, R. y J. Combellas. 1993. Influence of multinutrient blocks on liveweight gain of young bulls grazing sorghum stubble during the dry season. Livestock Research for Rural Development. (5): 31-38.
- SAGARPA 2004. informe de actividades económicas en la comarca lagunera. El siglo de Torreón. 1º de Enero. p. 24.
- Sánchez O. T., J. J. Quiñones Vera y M. J. Chacón O. 2002. Características físicas y consumo en cabras de bloques multinutricionales basados en niveles de melaza y residuos de tomate . memorias de 17ª Reunión Nacional de Caprinocultura. Durango,Dgo. México
- Sansoucy R. 1986 Fabricación de bloques de melaza y urea. Revista mundial de zootecnia pp. 40-48.

PRODUCCION Y CRECIMIENTO DE DOS GRAMINEAS FORRAJERAS EN SEIS PERIODOS DE DESARROLLO EN CONDICIONES HIDROPONICAS Y DE INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA

Sánchez Olvera T.¹, J.J. Quiñones Vera¹ y Y. Bernal Rosado²

Universidad Juárez del Estado de Durango
Facultad de Agricultura y Zootecnia

¹ Maestros investigadores del programa de zootecnia de FAZ- UJED

² Alumno del 9º semestre de Zootecnia de FAZ-UJED

INTRODUCCIÓN

La región lagunera es una zona importante en lo que se refiere a las explotaciones pecuarias, como son al ganado productor de leche y carne, así como también el ganado caprino que son explotados intensivamente; estas explotaciones requieren de grandes cantidades de forraje, pero como es conocido en la región solo se produce una parte del mismo por la falta de agua, la cual es sobre explotado por el sector industrial y agropecuario. La explotación lechera ha extraído grandes cantidades de agua del acuífero para la producción de forrajes, principalmente la alfalfa que requiere grandes cantidades de este liquido, Lo anterior conduce a buscar nuevas alternativas de producción de forraje, destacando en la actualidad producirlo por medio de invernadero, en el Estado de Durango los municipios de Gómez Palacio y Lerdo, han estado apoyando a los productores pecuarios con invernaderos rústicos, con el objetivo de producir forrajes para sus animales como son las cabras, ganado lechero y de carne, sin embargo la tecnología en la región no es muy satisfactoria; por lo tanto es necesario generar la principalmente en el tipo de gramínea a usar, existiendo en este rubro algunos estudios que han definido al maíz, trigo y avena las mas viables, sin embargo lo anterior se realizo en diferentes tipos de invernadero y condiciones ambientales (Carballo 2000 e Izquierdo 2002). De acuerdo a lo anterior, se realizo el presente proyecto en la Comarca Lagunera con el siguiente objetivo: Comparar producción y crecimiento del trigo y avena forrajera en seis periodos de desarrollo en condiciones de hidroponía e invernadero en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el invernadero de la Escuela Secundaria Técnica "Francisco Villa" No. 16 ubicada en el ejido Horizonte, Dgo. Este se localiza en el Km. 42 de la carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, Dgo. Tuvo una duración de 18 días, iniciando el 9 de noviembre y finalizando el 26 del mismo mes del 2004. El invernadero donde se realizó la investigación tiene una estructura metálica cubierta totalmente con plástico transparente.

Además tenía colocada una malla sombra sobre el hule, solamente sobre el techo. Sus dimensiones son 16 m de largo, 8 m de ancho y 3 m de altura. Se usaron dos especies vegetales trigo y avena. La técnica de producción de forraje verde hidropónico se realizó de la siguiente manera: se depositó 0.5 kg. De semilla por charola, esta de plástico con orificios en la parte inferior, y sus medidas son 40 cm. x 40 cm. y 5 cm. de profundidad, la cual se lavó dejándose en una solución de hipoclorito de sodio al 1 % durante un minuto.

Después se le dio un enjuague con agua limpia; posteriormente se colocaron las semillas dentro de una bolsa de tela y se sumergieron completamente en agua limpia por un periodo de 24 horas para lograr una completa imbibición.

Después las semillas se colocaron en las charolas y encima se colocó plástico negro. Una vez germinadas las semillas se retiró el plástico negro. Iniciándose los riegos cada 3 horas con un tiempo de 2 minutos. Las variables que se midieron fueron: altura, peso, porcentaje de materia seca, y se calculó: materia seca, aumento de peso y de altura.

El procedimiento para determinar las variables anteriores fue de la siguiente manera: De las 8 charolas que se usaron para cada especie, cuatro fueron para determinar materia seca por periodo y las otras cuatro para determinar altura y peso de los forrajes. Los datos se analizaron estadísticamente con un completamente al azar y un arreglo combinatorio bifactorial donde el factor A es las especies y el factor B los periodos de crecimiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso. El cuadro 1 aprecia que al comparar las dos especies, fue superior el trigo con 2918.75 gramos, sobre la avena con 1260.83 gramos, el análisis estadístico mostró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$). En lo que se refiere a los periodos en el trigo se observa que a mayor periodo es mayor el peso variando desde 1712.5 gramos en el primer periodo hasta 3775 gramos en el sexto y último periodo. Estadísticamente se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$).

En la comparación de medias se aprecia que en el periodo 6 y 5 no existe diferencia como en los periodos 4 y 3, en todos los demás si existió diferencia al 0.05.. Los resultados obtenidos son coincidentes con los reportados por Arano (1998) donde reporta una producción de 6 a 10 Kg. de forraje verde con un Kg. de semilla de trigo. En lo que respecta a la avena también se comportó semejante donde a mayor días de crecimiento mayor peso, encontrándose diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), en comparación de medias no se encontró diferencia al 0.05.

Cuadro 1. Promedio de peso por periodo de dos especies forrajeras producidas con hidroponía en la comarca lagunera.

| Periodo (días) \ Especie | Trigo gr. | Avena gr. |
|--------------------------|------------|-----------|
| 0 – 3 | 1712.5 a | 1112.5 a |
| 3 – 6 | 2362.5 ab | 1125 a |
| 6 – 9 | 2900 bc | 1140 a |
| 9 – 12 | 3162.5 bc | 1212.5 a |
| 12 – 15 | 3600 c | 1300 a |
| 15 - 18 | 3775 c | 1675 a |
| Media | ** 2918.75 | 1260.83 |

** Diferencia altamente significativa Literales iguales no diferencia entre medias

Cambio de peso.

El cuadro 2. Presenta esta variable mostrando que al comparar las dos especies fue superior el trigo con 157.47 gramos sobre la avena con 55.47 gramos, al realizar el análisis estadístico mostró diferencia significativa ($P < 0.05$); En lo que se refiere a los periodos en el trigo se muestra que en los primeros periodos de crecimiento es mayor el cambio de peso variando desde los 216.64 gramos en el primer periodo hasta 158.30 en el quinto y penúltimo periodo, estadísticamente se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$). En la comparación de medias se aprecia que en todos los periodos no existió significancia al 0.05. En lo que respecta a la avena se comportó igual donde a menor días de crecimiento es mayor el cambio de peso encontrándose diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), en la comparación de medias no se encontró diferencia al 0.05. La información coincide con la de Rivera (2004) donde concluyo que en los primeros periodos son altos los aumentos de peso por día y por periodo.

Cuadro 2. Promedio de cambio de peso por día de dos especies forrajeras producidas con hidroponía en invernadero rustico en la Comarca Lagunera.

| Periodo(días) \ Especie | Trigo gr. | Avena gr. |
|-------------------------|-----------|-----------|
| 3 – 6 | 216.64 | 54.15 |
| 6 – 9 | 179.12 | 44.97 |
| 9 – 12 | 87.50 | 24.15 |
| 12 – 15 | 145.82 | 29.12 |
| 15 - 18 | 158.30 | 124.97 |
| Media | 157.47 a | 55.47 b |

Literales iguales no diferencia entre medias

Altura

El cuadro 3 presenta esta variable donde se observa que fue superior el promedio de altura media en el trigo con 14.48 cm. con respecto a la avena con 9.35 cm. al realizar el análisis estadístico mostró que hay diferencia altamente significativa ($P < 0.01$). Con respecto a los periodos en el trigo se observa que mayor son los días de crecimiento mayor es la altura que alcanzan variando desde los 5.57 cm. en el primer periodo, hasta 21.75 en el último periodo; estadísticamente se encontró que si hay diferencia altamente significativa ($P < 0.01$). la información anterior coincide con los datos de varios autores (Carballo 2000 y FAO 2001) donde informan que la altura tomada por el trigo es de 15 a 20 cm. en 12 a 15 días de crecimiento En lo que respecta a la avena, a mayor es el periodo de crecimiento mayor es la altura que se alcanza; encontrándose diferencia altamente significativa ($P < 0.01$).

Cuadro 3. Promedio de altura por periodo de dos especies forrajeras producidas con hidroponía en invernadero rustico en la Comarca Lagunera.

| Periodo (días) \ Especie | Trigo cm. | Avena Cm. |
|--------------------------|-----------|-----------|
| 0 – 3 | 5.57 | 1.92 |
| 3 – 6 | 11.25 | 5.41 |
| 6 – 9 | 13.0 | 8.12 |
| 9 – 12 | 16.42 | 11.40 |
| 12 – 15 | 18.94 | 13.47 |
| 15 - 18 | 21.75 | 15.80 |
| Media | 14.48 a | 9.35 b |

Literales iguales no existe diferencia entre medias

Cambio de altura.

El cuadro 4. Presenta esta variable donde se aprecia que al comparar las dos especies fue superior el trigo con 1.07 cm. sobre la avena con 0.9 cm. el análisis estadístico demostró que no hay diferencia significativa ($P = 0.195$). En lo que son los periodos en el trigo se observa que en el primer periodo se dio mas aumento de altura con 1.87 cm. por que en los primeros días es mayor el crecimiento de la planta, hasta 0.77 cm. en el último periodo. Estadísticamente se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), al realizar la comparación de las medias se observa que en el periodo 1 y 3 si se encontró diferencia y en todos los demás no existió diferencia al 0.05. En lo que respecta a la avena también se obtuvo un comportamiento lógico donde a menor es el periodo mayor es el cambio de altura, encontrándose diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), al realizar la prueba de medias no se encontró diferencia al

0.05 %. Lomeli (2000) en su ensayo dice que el trigo tuvo una germinación uniforme coincidiendo con lo observado en la presente investigación donde el trigo fue mas homogéneo que la avena en su crecimiento final.

Cuadro 4. Promedio de cambio de altura diaria de dos especies forrajeras producidas en invernadero rustico en la Comarca Lagunera.

| Periodo (días) \ Especie | Trigo (cm.) | Avena (cm.) | Media (cm.) |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 3 – 6 | 1.87 | 1.22 | 1.55 a |
| 6 – 9 | 0.57 | 0.85 | 0.71 b |
| 9 – 12 | 1.10 | 1.05 | 1.07ab |
| 12 – 15 | 1.05 | 0.66 | 0.85b |
| 15 - 18 | 0.77 | 0.72 | 0.75b |
| Media | NS 1.07 | 0.9 | |

NS = no significancia

Literales iguales no existe diferencia estadística

Porcentaje de materia seca.

El cuadro 5. Presenta esta variable donde se muestra que al comparar las dos especies fue superior la avena con 16.37 % sobre el trigo con 13.70 %, el análisis estadístico demostró que no hay diferencia significativa ($P = 0.178$).

En lo que se refiere a los periodos en la avena se observa que a menor es el periodo es mayor el porcentaje de materia seca variando desde el 20 % en el primer periodo hasta el 8.50 % en el ultimo periodo; estadísticamente se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$).

Al realizar la comparación de medias se aprecia que en los periodos 2 y 1, se encontró diferencia y en todos los demás no hubo diferencia al 0.05.

En lo que respecta al trigo también se comporto igual donde a menor es el periodo mayor es el porcentaje de materia seca encontrándose diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), sin embargo al realizar la comparación de medias no se encontró diferencia significativa (0.05).

La facultad de ciencias Químicas de Chihuahua (Rodríguez 2000) menciona en una investigación realizada, que a mayor son los días de crecimiento mayor es el porcentaje de materia seca y en los datos que se obtuvieron en este proyecto se muestra que a menor son los días de crecimiento mayor es el porcentaje de materia seca.

La no coincidencia de los datos se debe a que los granos que no germinaron tienen alta materia seca y en el caso de chihuahua solo se determino del forraje.

Cuadro 5. Promedio del porcentaje de materia seca por periodo de dos especies forrajeras producidas en invernadero rustico en la Comarca Lagunera.

| Espece Periodo(días) | Trigo % | Avena % | Media de especies |
|-------------------------|------------|------------|----------------------|
| 0 – 3 | 26.25 | 20.0 | 23.1ab |
| 3 – 6 | 20.50 | 30.25 | 25.3 a |
| 6 – 9 | 11.75 | 17.50 | 14.6bc |
| 9 – 12 | 8.0 | 8.50 | 8.2c |
| 12 – 15 | 6.75 | 13.50 | 8.7c |
| 15 - 18 | 9.0 | 8.50 | 10.1c |
| Media | 13.70 a | 16.37 b | |

Literales iguales no diferencia estadística

Producción de materia seca.

El cuadro 6. Presenta esta variable donde se observa que al hacer la comparación de las dos especies fue superior el trigo con 348.60 gramos, sobre la avena con 196.93 gramos al realizar el análisis estadístico demostró diferencia altamente significativa ($P=0.01$).

En lo que se refiere a los periodos en el trigo se observa que en el primer periodo hay mas producción de materia seca, variando desde 460 gramos hasta 313 gramos en el último periodo, al analizar los datos estadísticamente se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$); al comparar las medias se observa que en el periodo 2 si hay diferencia con los periodos 1, 3, 6 , pero en estos tres no hubo ninguna diferencia, así como también en los periodos 5 y 4; estos dos con los demás periodos existió diferencia al 0.05.

La avena se comporto igual donde a menor es el periodo mayor es la producción de materia seca encontrando diferencia altamente significativa ($P<0.01$)

Cuadro 6. Promedio de la producción de materia seca por periodos de dos especies forrajeras producidas en invernadero rustico en la comarca lagunera.

| Espece Periodo(días) | Trigo (gr.) | Avena (gr.) |
|-------------------------|----------------|----------------|
| 0 – 3 | 460.0 | 224.25 |
| 3 – 6 | 480.37 | 321.50 |
| 6 – 9 | 338.0 | 240.0 |
| 9 – 12 | 266.25 | 110.37 |
| 12 – 15 | 234.0 | 163.0 |
| 15 - 18 | 313.0 | 158.50 |
| Media | 348.60 a | 196.93 b |

Literales iguales no diferencia significativa

CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos y las condiciones en que se llevo a cabo el experimento se puede concluir:

- 1.- El trigo fue superior a la avena para producir forraje verde hidropónico debido a la baja germinación del último.
 1. La mayor producción de forraje se realiza en los primeros 12 días.
 2. El porcentaje de materia seca es superior en los primeros días si se determina en forma integral con la semilla no germinada.

BIBLIOGRAFÍA

- Arano, C. 1998, forraje verde hidropónico y otras técnicas de cultivo sin tierra. Editado por el propio autor. Buenos Aires, Argentina.
- Carballo M. C. R. 2000. Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal. Culiacán Sinaloa. pp. 12.
- FAO. 2001. Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Izquierdo J. 1993. Manual Técnico "Producción de Forraje Verde Hidropónico" fue preparado por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe
- Lomeli Z. H. 2000. Agricultura, México D.F..
- Rivera G. G.2004 . Niveles de fertilización y agua en la producción de forraje verde hidropónico en invernadero rustico en la Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura . FAZ-UJED. Gómez Palacio Dgo
- Rodríguez, S. 2000. Hidroponía Agricultura y bienestar. Colección de textos Universitarios Universidad Autónoma de Chihuahua

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LOS TIPOS DE PROGRAMAS COMPUTACIONALES USADOS POR LAS EXPLOTACIONES BOVINAS LECHERAS EN LA COMARCA LAGUNERA

Sánchez Olvera T. ¹, L. M. Estrada Arellano² y S. S. Perez Hernandez ²

Universidad Juárez del Estado de Durango
Facultad de Agricultura y Zootecnia

¹ Maestros investigadores del programa de Zootecnia de FAZ- UJED

² Alumnas del 3º semestre de Zootecnia de FAZ-UJED

INTRODUCCIÓN

El uso de tecnologías de punta en las explotaciones pecuarias se ha intensificado en la mayoría de los países, donde destacan la inseminación artificial con semen sexado, salas de ordeño automatizadas, alimentación controlada por medios electrónicos, transferencia de embriones y el uso de programas computacionales para bancos de datos de producción y reproducción. La Comarca Lagunera como primera cuenca lechera en México con 238 establos (Flores 1998) no ha estado exenta de la tendencia de las tecnologías de punta , tratando de competir en este mundo globalizante. Dentro estas tecnologías el uso de programas de informática para realizar bancos de datos y calcular índices de los indicadores mas importante en la explotación, y así tomar decisiones fundamentales del negocio se ha destacado. Sin embargo existen una gran diversidad de programas que le ofrecen al ganadero, tanto a establos pequeños como a los grandes, que después de instalados se han encontrado en algunos de ellos problemas en su operación, cambiando algunos de ellos por otros que el mercadeo ofrece con otros ventajas y otros por cuestiones económicas siguen trabajando con ellos.

De acuerdo a lo anterior, se realizo el presente proyecto con la finalidad de determinar los tipos de programas computacionales usados para el control de producción y reproducción en los establos de bovino lechero de acuerdo al tamaño de los hatos.

MATERIALES Y METODOS

El presente proyecto se realizo en la zona noreste de la Comarca Lagunera tomándose una muestra de 28 establos que es aproximadamente un 10 % de los establos de la Región. Donde 20 fueron donde existían mas de 1000 vacas y ocho de menos de 1000. se realizo una encuesta donde se pregunta va nombre del programa usado, si lo ha cambiado en los últimos dos años y porque, ventajas y problemas de su programa actual. La información se organizo y analizo por medio de estadística descriptiva determinando porcentajes de algunos índices de las variables tales como: % de establos del Estado de Durango y Coahuila, % de mas y menos

de 1000 vacas, % de establos que cambiaron su programa, programas mas usados en los establos lecheros de mas y menos de mil vacas.

RESULTADOS Y DISCUSION

INFORMACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA DE ESTABLOS LECHEROS:

De acuerdo a la información recabada se puede afirmar que los programas son operados por un 100 % de personas de sexo masculino. También de acuerdo a la figura 1, 2 y 3 se aclara que existió un porcentaje de 71% que son de mas de 1000 vacas y el restante de 100% son de menos de 1000 vacas. Así también se observa que un 17 % de los establos no actualizaron el programa en los últimos dos años, y además el 53 fueron del estado de Durango y 47 %de Coahuila.

PROGRAMAS COMPUTACIONALES EN ESTABLOS MAYORES DE 1000 VACAS:

En la figura 4 se observa que el programa que mas usan los ganaderos de mas de 1000 vacas es Lacto fox con un 40 % y los que menos se utilizan son el Lacto win y Dairy Flex con un 5 % cada uno. Así también aparecieron algunos con uso intermedio como son Afifarm, cow 2000 y Dairy Plan 5 con un 10, 25 y 15 % de uso entre los establos productores de leche bovina respectivamente.

Sin embargo han estado apareciendo algunos programas que el productor le esta viendo mas bondades por su forma y facilidad de operar. En total de acuerdo a la muestra aparecieron 6 programas en este tipo de establo.

PROGRAMAS COMPUTACIONALES EN ESTABLOS MENORES DE 1000 VACAS:

En la Figura 5 se aprecia que el numero de programas disminuyo a 5 donde volvieron aparecer 3 de establos de mas de 1000 vacas que son Afifarm, Cow 2000 y Dairy Flex . Asi tambien se observa que el programa que mas se utiliza en los establos de menos de 1000 vacas son dos el Cow 2000 y Afifarm con un 25 % cada uno y usándose un 12.5 % los programas de Dairy Flex, Alpro Win y DPU-C20 y apareció un establo que no esta usando programa y sigue utilizando tarjetas de control.

La información no coincide con la de regiones de otros países debido que existen proyectos gubernamentales como en el caso de proyecto del gobierno de costa Rica donde realizo un programa computacional para pequeños productores tomando como base uno de Holanda (CRIPAS 2004), no existiendo una variedad de programas computacionales como en la comarca Lagunera.

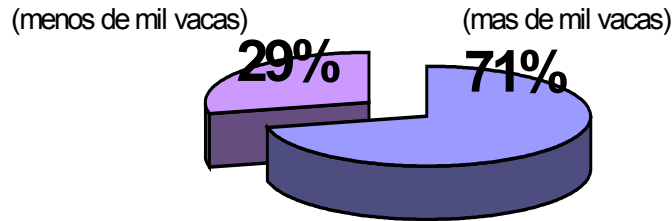


Fig. 1. Porcentaje de mas y menos de mil vacas en establos lecheros.

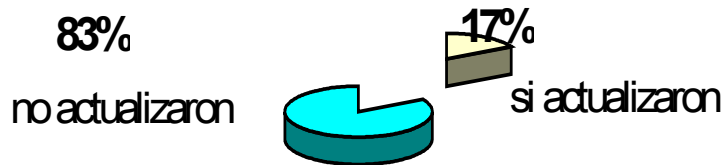


Fig. 2 Establos de bovino lechero de la comarca lagunera que actualizaron su programa computacional



Fig. 3. Porcentajes de establos ubicados en los estados de Durango y Coahuila

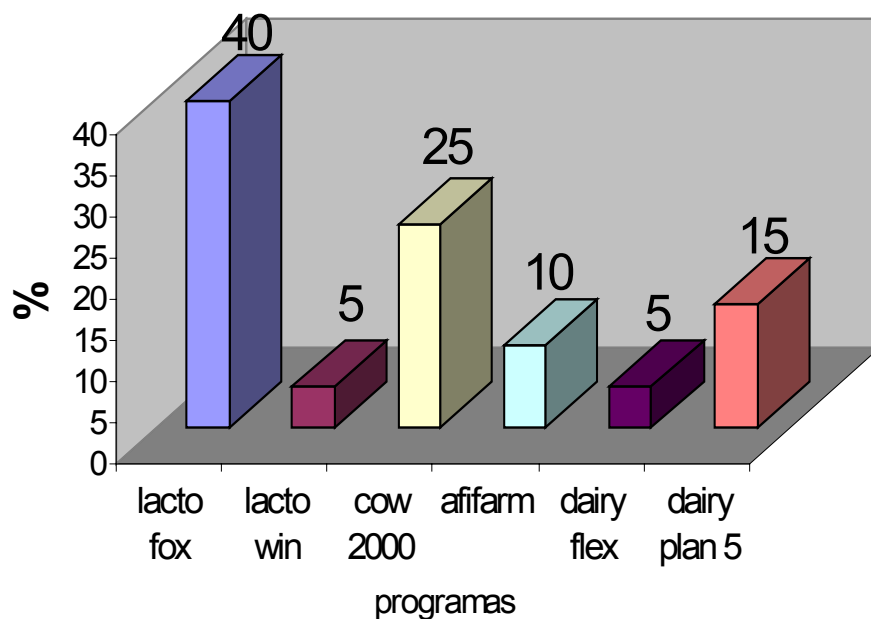


Fig 4. Programas computacionales usados en establos lecheros de mas de 1000 vacas en la Comarca Lagunera

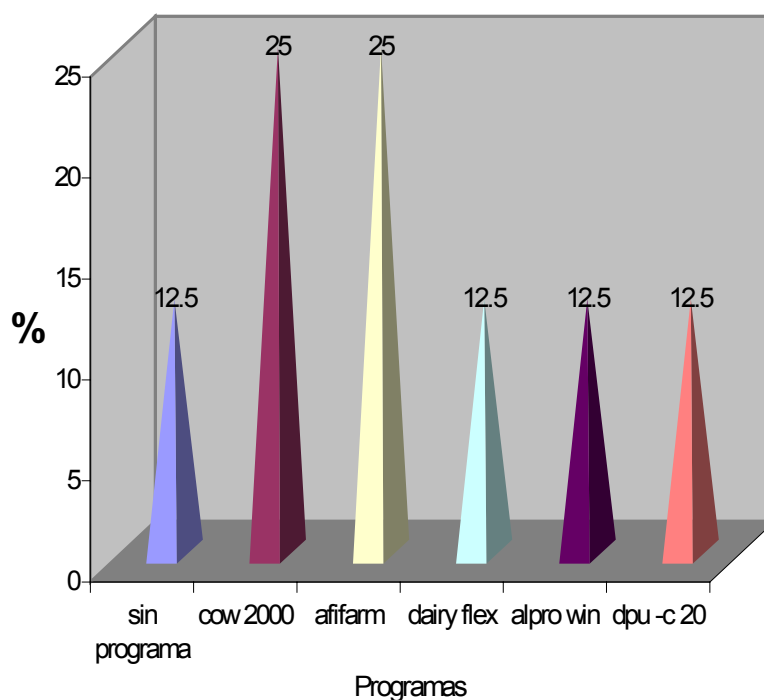


Fig 5. Programas computacionales de establos bovinos lecheros de menos de 1000 vacas de la Comarca Lagunera

CONCLUSIONES

De acuerdo a la muestra realizada y a las condiciones en que se llevo a cabo el proyecto se puede concluir que el programa que mas se usa en los establos de mas de 1000 vacas es el Lacto Fox y el de menos de 1000 vacas el Cow 2000 y Afifarm. Y que todavía existen establos de menos de 1000 vacas que no manejan programas computacionales. Así también que un 17 % de los establos productores de leche bovina se actualizan en sus programas computacionales para el control de variables de producción y reproducción.

BIBLIOGRAFÍA

Flores A. W. 1998. Área de crianza de reemplazos. Coordinadora. Del Área de Crianza. Gerencia Técnica. Grupo Industrial LALA. Gómez Palacio, Durango.
Centro Regional de Investigación Para La Producción Animal Sustentable (CRIPAS). 2004. programas computacionales para pequeños establos de Costa Rica.
INTERNET :WWW.VAMPP-cr.com./creditos.htm

LA SUSTENTABILIDAD COMO POLÍTICA DE DESARROLLO

Tomás Martínez Saldaña , Josefina Martínez Saldaña¹ y Enriqueta Tello García

Programa en Estudios para el Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados.
Carretera Federal México Texcoco Km 36.5. Montecillo, Edo. De México. C.P 56230.
E-mail tms@colpos.mx

INTRODUCCIÓN

En México es urgente implementar acciones que fomenten el desarrollo del sector agropecuario mediante un programa que implique el desarrollo equilibrado sin costos sociales y políticos. Por ello, la reconsideración y evaluación de sistemas de producción en condiciones de pequeño riego² ha permitido identificar que dichos sistemas tienen un alto grado de sostenibilidad, con bajos costos económicos y altos rendimientos de producción; mostrándolos como una alternativa para generar estrategias de desarrollo. Sin embargo, dichos sistemas han sido relegados y desatendidos y en algunas partes de las llamadas zonas tradicionales de agricultura están en proceso de desaparición. La necesidad de reconocer su capacidad productiva, y validar su fuerza económica y política los hace un instrumento como un agente de cambio.

Las comunidades rurales que sobreviven sobre la base de estos pequeños y elaborados sistemas de riego tiene que tener sus propias leyes reconocidas, así como sus ámbitos de influencia y esfera de trabajo. A su vez deben de tener una capacidad legal de manejo dentro de todos sus atributos. Se les debe de dar una presencia legal delante de las autoridades.

El interés por estudiar los sistemas de pequeño riego ha permitido conocer su capacidad hemostática y auto reproductiva y sin embargo están en proceso de extinción. En este sentido el presente trabajo hace un análisis de las condiciones actuales de estos sistemas de producción en condiciones de pequeño riego y el papel que pueden jugar para el manejo sustentable de los recursos e incorporarlos como una política de desarrollo.

Método de trabajo

El estudio de los sistemas de pequeño riego se realizó en dos fases. La primera es

¹ Investigadora del INIFAP programa del agua Gómez Palacio Durango México.

² Un sistema de pequeño de riego no es el conjunto técnico de obras civiles de ingeniería complejas o simples, esa es la parte más sencilla y visible. El pequeño riego es una estructura social de una comunidad o una parte pequeña de una comunidad organizada y estructurada sobre la base de una obra hidráulica que le permite tener como objetivo permanente; el dotar de agua a los campos de cultivo. Esta organización social puede implicar complejas estructuras sociales, y generar diversos ritos de integración, comunicación y diferenciación.

una fase documental donde se hizo una revisión bibliográfica en documentos históricos, periódicos, revistas, libros artículos, fotografías aéreas y todo tipo de documentos que nos permitan conocer sus orígenes y distribución. La segunda fase fue en campo a través de la observación directa y participante para conocer las formas de producción y manejo que los productores realizan en sus terrenos de cultivo; se aplicaron entrevistas directas y semiestructuradas a productores e informantes clave para conocer las formas de organización para la obtención de insumos, el manejo del agua y la venta de sus productos. También se hizo un levantamiento botánicos para conocer la diversidad ecológica y un etnográficos que nos permiten describir las estructuras materiales utilizadas para el manejo o captación del agua como son los canales de riego, tomas de derivación, tomas de agua, presas, jagüeyes etc.

RESULTADOS

De acuerdo al estudio realizado encontramos que el desconocimiento del mundo hidráulico campesino o lo que se ha denominado sistemas de pequeño riego pasa desapercibido para los funcionarios y técnicos, ya que apenas en el registro de la Comisión Nacional de Agua aparecen como pequeñas obras, pero su diversificación, su origen, su organización interna y su capacidad productiva son datos que no existen en el ámbito nacional.

El pequeño riego, representa una compleja gama de sistemas técnicos y organizacionales asociados al mantenimiento, operación y construcción de obras de pequeño riego. Son sistemas que van desde un simple transporte de agua por gravedad desde una altura hasta las galerías filtrantes y sistemas hidráulicos chinamperos que cuentan con miles de años de existencia en Mesoamérica y que implica la derivación del agua para su provechamiento en la producción agrícola. Los sistemas de riego abastecen de agua a las comunidades, no a los individuos en las zonas campesinas e indígenas por lo que provocan sistemas muy intrincados, intercomunicados y complejos para compartir la responsabilidad de la distribución del agua y para mantener los sistemas en funcionamiento sobre la base de la participación de todos los beneficiarios. Este aspecto de la participación permite hablar de los comités de agua, de los mayordomos de agua, de los repartidores, aguadores, canaleros etc. cuya estructura es una fuente básica para organizar a los productores ante una necesidad futura de representación externa a la comunidad.

Esta organización interna para la distribución del agua, si bien antigua y estructuralmente basada en las raíces de las comunidades, muchas veces no esta preparada para los nuevos cambios a los que se enfrentan las comunidades rurales, como es el hecho de que su fuente de agua se vuelvan de interés regional o nacional. Estas comunidades con su

organización no están preparadas para defender sus intereses y muchas veces ellas mismas han provocado que su agua se desperdicie, se derroche y se pierda. De allí que ante una integración regional, y una planificación de los recursos las comunidades se sientan perdidas ante la insensibilidad de las autoridades que buscan a toda costa solucionar los problemas ingentes de las grandes urbes, de su crecimiento y de abasto de agua. Nadie puede en su sano juicio negar agua a un ser humano, pero también no se les puede pedir el agua a aquellos que la tienen y que han trabajado por cientos de años para mantener su fuente de agua³. El problema estriba en que las únicas fuentes de agua disponibles hasta el momento que no tienen un valor adicional son las que utilizan los campesinos. Estos son vistos por los especialistas y por urbanizadores como un estorbo. Pero no debemos olvidar que las fuentes de agua han sido mantenidas, controladas y sobre todo cultivadas por los campesinos; con su desaparición irán junto las fuentes de agua. No es posible pues pensar en que esas aguas sean la única solución posible al crecimiento urbano. También cabe destacar que los mismos campesinos han provocado en cierto sentido la crisis habida, ya que los sistemas de riego son jerárquicos por naturaleza, alguien debe tener el control y el mando, si bien este mando se transfiere esporádicamente, no toda la comunidad tienen acceso a ese mando, como el agua es un recurso escaso, no todos los campesinos tienen derecho al agua y por lo tanto algunos de ellos no les interesa el sistema, aunque su fuente de aprovisionamiento para sus necesidades domésticas sea el canal de riego. De allí que todos los sistemas de riego para sobrevivir requieren de una aceptación explícita de toda la comunidad para su mantenimiento. Mantenimiento que en lo general descansa en la capacidad tenía de los mismos campesinos, trabajo manual y algunas habilidades tradicionales para el trazo de canales heredadas entre los especialistas locales. Por otro lado, la dinámica política y social que se genera dentro de estas comunidades pasa inadvertida para muchos de los políticos, funcionarios y representantes populares, acostumbrados al lenguaje burocrático centralizado, donde estas comunidades rurales no tienen voz ni voto. Lo difícil de esta situación es que las mismas organizaciones campesinas poco reflejan esta diversidad, de allí que la representación que las organizaciones campesinas oficiales manifiestan no conduzca a políticas unificadoras de los campesinos

³ La integración de pueblos hortelanos a las ciudades, es quizá todavía una quimera pero el caso de Xochimilco en la CD. De México y de otros pueblos que han conservado sus sistemas tradicionales de riego en medio del masivo crecimiento urbano permite creer que en lugar de ser una maldición para las ciudades el que exista campesinos hortelanos, es una bendición ya que estos permiten una producción local de hortalizas y frutos, mantienen el medio ambiente sano y hacen que su mundo rural se adapte a los grandes cambios que esta sufriendo nuestra sociedad. El campesino requiere del creciente mercado de alimentos frescos para sobrevivir, y los habitantes urbanos necesitan tanto de esos productos como del medio ambiente que produce el campesino en sus huertas, en sus campos de cultivo para producir.

interesados en mejorar sus sistemas de riego y en incrementar su capacidad de producción. Por la sencilla razón de que ni siquiera se les reconoce como campesinos especializados en sistemas de pequeño riego.

También, estos sistemas entran en crisis cuando dentro de las mismas comunidades campesinas se inicia el proceso de distribución de agua por redes entubadas que no requieren más el manejo de canales. Muchos de los campesinos que no tienen derecho al agua, ya no les interesa cuidar del canal, algunos otros encuentran los canales estorbosos para su vivienda y el resultado es que ya no toda la comunidad le es útil el cuidar del sistema en su conjunto. Además con la electrificación de la mayoría de las comunidades ahora se puede contar con una fuente propia de agua, sin recurrir a la comunidad, las bombas eléctricas y de combustible han ahorrado a muchos productores de las engorrosas discusiones de distribución de agua. Los comités de agua potable han resuelto el problema del agua sin necesidad de recurrir a los antiguos sistemas de riego, o en algunos casos los han absorbido.

El problema más grave que han enfrentado las comunidades hidráulicas es que no han llamado la atención, tan solo ha aparecido el interés por sus recursos hídricos de parte de los inversionistas urbanos y de los políticos ciudadanos, que ven en el agua utilizada por los campesinos una mercancía rentable para la urbanización y para la realización de urbanizaciones costosas y rentables. Además no solo la amenaza de los especuladores urbanos se cierne sobre los sistemas tradicionales de riego. Un problema alterno radica en que cada vez más los productos que se logran producir en las pequeñas huertas y jardines y campos regados de las comunidades rurales tienen un significado comercial mínimo, una proporción insignificante del recurso financiero que permite a una comunidad sobrevivir se genera en los campos de cultivo, apenas pequeños grupos de hortelanos han hecho de su huerta una forma de vida que los ha especializado y maniatado a los mercados de consumo urbano. Campesinos hortelanos productores de flor, de hierbas de olor, de hortaliza de clima frío que venden sus productos en los mercados de México, Puebla y otras ciudades. Las ganancias son insignificantes que inclusive estos productores tienen otras fuentes de ingresos, como son cultivos no irrigados, trabajo artesanal, recursos provenientes de la migración de sus parientes, de sus hijos, vecinos y conocidos.

Lo anterior lleva a la lógica debilidad de los sistemas de riego tradicionales, enfrentados a una urgente reestructuración, estos sistemas ya no son autosostenibles, la autoridad comunal en la que se basaban ha sido removida, o por lo menos puesta en duda. La estructura jerárquica en la que se cimentaban ya no es reconocida y las reglas tradicionales poco son observadas. Hay que añadir a esto la creciente ola de inmigrantes, muchos de ellos

campesinos sin trabajo en las ciudades que han regresado a sus propias comunidades, quienes encuentran que los sistemas jerárquicos son para ellos un obstáculo más que un apoyo, ya que al haber migrado, muchos de ellos perdieron el derecho al usufructo de los recursos naturales, derivado de los usos y costumbres locales, que constituyen los derechos que se derivan no solo del hecho de pertenecer y haber nacido en el campo y estar asociado a una comunidad rural, sino sobre todo por el trabajo dado a la misma comunidad en el ciclo de vida tanto del individuo como de la familia a la que pertenece y esta asociado dentro la comunidad mediante los sistemas llamados de costo social del trabajo como lo es la mano vuelta. En el ámbito de familia o grupo de parientes, los prestamos en dinero o en especie y sobre todo en su relación con la comunidad y con las autoridades que la representan en los trabajos de faenas locales y regionales en los servicios gratuitos a las autoridades locales, en la participación en los festejos y celebraciones anuales, en la integración local de nexos domésticos, familiares y locales mediante el compadrazgo, y más que nada la pertenencia activa y adscripción a las jerarquías y mayordomías locales.

La desaparición de los sistemas de riego, hace atractiva la participación a todos estos advenedizos quienes aprovechan la oportunidad para recibir beneficios comunales sin esperar cubrir el costo social de la adscripción que muchos otros han cubierto. La ruptura de estas normas, así como la ampliación de servicios de riego, quizá tan solo de agua potable a parientes lejanos vecindados en las comunidades sin exigirles una adscripción comunal ha provocado que muchos campesinos ya no se vean comprometidos a trabajar en el cuidado de los sistemas de riego y se sientan libres de romper las reglas de manejo de agua y generar nuevos sistemas de aprovechamiento, abriendo pozos artesianos, sin autorización de la comunidad, o inclusive montando nuevos sistemas de riego sobre la base de pozos profundos que pueden poner en riesgo los actuales sistemas de riego al bajar los mantos freáticos.

Por ello, cuando se estudian los problemas del pequeño riego hay que analizar si se deben tan solo a las circunstancias en las que están ubicados o si se derivan de su propia naturaleza, de allí que un análisis comparado sirva para entender y aclarar cual es la posición real de estos sistemas. En este sentido existe una literatura abundante con relación a los sistemas tradicionales de riego ubicados en diversas partes del mundo, la más relevante que ha surgido entre ellas es la que se refiere al rescate de los sistemas de riego en el mundo árabe en especial las galerías filtrantes en la península arábiga, en el reino de Omán (Dutton 1995).⁴

⁴ Dutton mismo hace una clara identificación de la problemática encontrada en la zona, este estudio realizado en la península Arábiga ofrece una semejanza extraordinaria a lo que se ha venido

CONCLUSIONES

El estudio de estos sistemas de producción se encuentran básicamente en zonas denominadas campesinas, requieren de alta cantidad de mano de obra por lo cual se han vuelto incosteables por su baja capacidad productiva, la mano de obra que se utilizaba en su mantenimiento y conservación se ha vuelto costosa o por lo menos encuentra acomodo en otras actividades de la economía con mayor rendimiento financiero y la mas notoria es porque sus recursos hidráulicos han sido contaminados por las grandes ciudades y finalmente el peligro mayor de todos porque las tierras dedicadas a la agricultura de riego en pequeñas parcelas se ha vuelto una mercancía codiciada para el desarrollo de fraccionamientos residenciales cerca de las ciudades o parques de recreación o zonas de desarrollo turístico.

Aún con estas limitantes, la sustentabilidad como desafío encuentra una respuesta en el manejo del riego en pequeña escala por parte de los usuarios, a pesar de que esta en peligro en las zonas cercanas a las ciudades, y en aquellas regiones donde se ha alcanzado altos niveles de contaminación ambiental provocada por los cambios en el uso del suelo agrícola, la industrialización y la carencia de políticas de conservación del medio ambiente.

También es importante mencionar que estos cambios se traducen en el incremento de movimientos de población provocados gracias a los impactos de la economía nacional, han exacerbado las debilidades y fallas de los sistemas de pequeño riego. Sin embargo también han sacado a flote sus ventajas, como lo es su bajo costo económico en términos monetarios, lo cual les permite sobrevivir sin gastar recursos financieros en ellos, la capacidad que tienen de congregar la población a su alrededor y sobre todo el éxito que han logrado generar por la producción de pequeñas dosis de productos comerciales que lleva a satisfacer la demanda de legumbres, vegetales, hierbas de ornato, de olor, medicinales, aromáticas y enervantes que surten de los pequeños mercados regionales.⁵

rescatando de la experiencia mexicana, separando obviamente, las diferencias culturales e históricas de Omán. Otros países también han señalado el interés por el rescate del estudio del riego, el caso de España es fundamental, ya que allí se encuentra una de las tradiciones mas arraigadas de los antiguos sistemas de riego tanto romanos como árabes, en otras partes del mundo aparece la urgencia del rescate, lo que surge del estudio de otra literatura referente al tema. (Dutton, 1995, Martínez, 1994, E. 1944. España 1993. Palerm, 1992, Melville 1992).

⁵ Ante esta dinámica salta a la vista la incapacidad que ha existido en las instituciones oficiales para manejar de una manera adecuada estos sistemas, hay un total desconocimiento de ellos, y sobre todo no existe una política adecuada para aprovecharlos en su máximo rendimiento. No hay idea de como resolver los problemas y las crisis que ocasionalmente se presentan, las leyes civiles que regulan el reparto de agua nada tienen que ver con los problemas que se generan dentro de las comunidades sobre la base de manejos y leyes consuetudinarias cuyas autoridades no son reconocidas por las leyes civiles. Inclusive el aporte que estas estructuras dan a la economía no se toma en cuenta y se la cataloga como una parte mas de la economía informal que abunda en el mundo rural.

Los mismos sistemas tradicionales de organización impiden de una forma u otra adoptar el sistema de nuevos cultivos de una manera inmediata y eficaz, estos cambios toman tiempo y muchas veces están fuera del alcance de un productor en particular. El trabajo que se genera en los sistemas de riego tradicionales se ha venido ampliando y muchas veces su resultado es negativo ya que implica costos sociales y económicos que muchos campesinos en su proceso de cambio y vinculación con el exterior ya no están dispuestos a aceptar, tal es el caso de los campesinos que tienen un trabajo diurno temporal o permanente y por obligación tienen la responsabilidad del manejo del riego a deshoras, como el trabajo nocturno de irrigación o cuidado del sistema, (el riego parcelario realizado durante la noche o en las avanzadas horas de la madrugada). En algunas comunidades esto ha conducido a desintegrar los sistemas, de la misma forma el trabajo permanente en pequeñas parcelas de riego, todos los días del año, incluidos sábados y domingos cuando las entregas de agua se realizan en esos días. Se vuelve una carga muchas veces insostenible porque ya no se obtienen mayores recursos financieros de las parcelas. Pero también ocurre lo contrario, campesinos que están dispuestos a trabajar sin importar fechas ni horas de trabajo.

Finalmente, la reestructuración de las funciones de las instituciones dedicadas al apoyo al riego es fundamental, porque en algunos casos ya no existen y por lo tanto habrá que crearlas. Donde existen habrá que coordinarlas y darles un nuevo enfoque para que sean útiles a los planteamientos señalados. El apoyo que más se requiere no es el técnico. Los campesinos en la actualidad manejan sus sistemas con mayor éxito que antes, algunas veces un producto nuevo tiene que ser evaluado y habrá que enseñarles técnicas de cultivo, pero la mayoría de los casos el apoyo es para defender los sistemas y evitar la contaminación del agua y lograr que las tierras agrícolas no sean convertidas en predios urbanos, pero en especial para que la habilidad organizacional tenga una justificación legal y burocrática.

Los técnicos deben estar integrados a las comunidades y deben sufrir los costos que estas sufren así como obtener los beneficios que las comunidades rurales obtienen. Estos técnicos no pueden ser parte de consultores externos, ni de otras instancias pagadas en base a costos fijados. Deben de ser pagados por el estado en una primera instancia como defensores del medio ambiente y evaluadores de políticas de buen manejo ecológico y por otra parte deben de estar integrados a las comunidades para percibir los beneficios económicos y políticos.

La perspectiva del uso del pequeño riego como sostén de las comunidades rurales y como guardianes de la ecológica ambiente da un valor nuevo al pequeño riego, así se ve que estos sistemas pueden generar grandes logros en el mediano plazo. El objetivo sustantivo de

este riego será no solo el lograr que poblaciones agrícolas vivan de él sino que conjuntamente exista una continuidad y conservación de manto acuífero, que se genere una tecnología sustentable en la agricultura que pueda ser medida por el efecto positivo en el medio ambiente y que logre un mejoramiento en los mantos freáticos de acuerdo a una norma racional de uso. Esta norma la da el mismo costo de extracción de agua y el mantenimiento de la vegetación en las zonas donde existe el pequeño riego. De esta manera el pequeño riego es un instrumento manejo sustentable por parte de los productores y puede ser utilizado como instrumento de política pública para apoyar el bienestar de las sociedades campesinas y sobre todo lograr un mejoramiento ambiental en las poblaciones urbanas adyacentes a los sistemas y conservar el equilibrio regional.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Beltrán Gonzalo. 1991, "Un largo camino de Antropología en indigenismo "en El Gallo Ilustrado, 1529 Semanario Ilustrado del Día México D.F. 13 de octubre de 1991
- Aguirre Rivera Rogelio. 1994, "La Agricultura Tradicional" Martínez Saldaña Tomás Agricultura Campesina Colegio de Postgraduados 1994 Montecillo Texcoco Mex.
- Altieri Miguel A. 1992 "Sobre la sostenibilidad comienza la agroecología un trabajo de base en América Latina en CERES FAO, Marzo abril 1992 Roma Italia.
- Alexander Michael, J. 1995 "The Effectiveness of Small Scale Irrigate Agriculture in The Reclamation Of Mine Land Soils On the Jos Plateau of Nigeria "Department of Geography, University of Durham Durham South Road, Durham City England U. K.
- Bejarano González Fernando 1993, Agricultura Sustentable, una opción de desarrollo. Tesis de maestría, Centro de Estudios del Desarrollo Rural Colegio de Postgraduados México
- Cabrera Arias Alejandrina , Martínez Saldaña Tomás 1990 " La Organización campesina y aprovechamiento de recursos hidráulicos : la Unidad de riego el Tule Arandas Jalisco" Revista Agro ciencia Nueva Serie no 72 Colegio de Postgraduados Montecillo Texcoco México.
- Calva, J. L. 1988 Probables efectos de un tratado de libre comercio en el campo mexicano Editorial Fontanamara, México D. F.
- Campos, Carlos 1987, Caracterización tecnológica del proceso de producción campesina en las comunidades de Istahuixtla y Nexatango Atlixco, Puebla Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Centro de Estudios del Desarrollo Rural.
- CEPAL 1982 Economía Campesina y agricultura empresarial tipología de productores del agro mexicano, Editorial Siglo XXI México.
- Comisión Nacional del Agua (CNA) 1993 Política Hidráulica 1989-1994 México, México.
- Cronk Lee "Human Behavioral Ecology " in Annual Review of Anthropology Vol 20 , 1991 Palo Alto Calif USA
- Chayanov Alexander V. 1974 La organización de la unidad económica campesina , Ediciones Nueva Visión Buenos Aires Argentina .
- Dutton R.W. 1995 " Towards a Secure Future for the Aflaj in Oman " in Water Resources Management in Arid Countries , Muscat Sultanate of Oman , March 1995.
- Escobedo Castillo J.F. 1991 Análisis del funcionamiento de organizaciones de usuarios de obras de pequeña irrigación. El caso de San Buenaventura de Tecalcingo Pue. tesis de maestría Colegio de Postgraduados CEDERU Montecillo Mexico.
- Escobedo Francisco, Martínez Saldaña Tomás 1995, Los sistemas de riego en la zona Puebla, Tlaxcala, una opción para el desarrollo de la agricultura sustentable. ISEI CP. Instituto de Socioeconomía Estadística e Informática, PROEDERU, PROEDAR, Programas de Desarrollo Rural y Desarrollo Regional. Colegio de Postgraduados Montecillo Texcoco, Puebla México. 1995

- Escobedo, J. F. 1991 Análisis del funcionamiento de organizaciones de usuarios de pequeña irrigación. El caso de San Buenaventura Tecalcingo, Puebla Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados.
- Ferry Lucy "La Ecología Profunda" en Vuelta año XVI noviembre 1992 no. 192 México D.F. México.
- Fortanelli Martínez, J. 1981 Sistemas de producción de cosechas de riego en cañadas y planicies de inundación aledañas a San Luis Potosí, SLP Tesis Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, Escuela de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Gelles, P. H. 1984 Agua, faenas y organización comunal en los Andes: El caso de San Pedro de Casta. Tesis Maestría en Antropología, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- González Luna, A. 1994 Manejo de los recursos y producción agrícola en un sistema de pequeña irrigación, Caso Buenavista de Juárez, Puebla Tesis Maestría, Estrategias para el desarrollo Agrícola Regional, Colegio de Postgraduados.
- Martínez Saldaña Tomas, Escobedo G. Francisco Los sistemas de pequeño riego en Mexico, modelo de investigación Colegio de Postgraduados, programa de investigación línea de trabajo 1990. Inédito. Documento de Trabajo.
- Martínez Saldaña Tomás Bejarano Fernando Agricultura Sostenible Antología Vol. I CEDERU CP. Mimeografiado 1991
- Martínez, J. M. 1992 Análisis de factores que limitan la operación del sistema nacional de extensión agrícola en Tehuacán, Puebla Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo.
- Martínez Saldaña Tomás et al. Agricultura Tradicional Atraso o alternativa Centro de Estudios del Desarrollo Rural Colegio de Postgraduados Montecillo 1994.
- Martínez Saldaña Tomás 1991 Agricultura y Estado en México siglo XX en Rojas Teresa La Agricultura en tierras mexicanas desde los Aztecas hasta nuestros días. CONACULTA- Grijalbo.
- Martínez Saldana Tomas , Palerm Viqueira Jacinta 1997 : Antología sobre pequeño riego vol I Colegio de Postgraduados Montecillo Texcoco Mexico
- Ocampo Fletes, I. 1994 Importancia social y económica de la producción hortícola, en un sistema de pequeña irrigación con aguas contaminadas, el caso del canal Santa Lucía, Atlixco, Puebla Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados.
- Ocampo Fletes Ignacio, Martínez Saldana Tomas, Escobedo Francisco 1996 , El sistema de riego en el Valle de Atlixco, Revista Agrociencia , Colegio de Postgraduados Montecillo Mexico.
- Tijerina Chavez, L. 1993 "Investigación aplicada, la ingeniería de riego" en Ciencias especial pp 37-50, Colegio de Postgraduados.
- Toledo Victor M. Los Campesinos y la Cuestión Ecológica en IX Coloquio Las Sociedades Rurales Hoy Colegio de Michoacán Zamora, Mich. México 1988
- Palerm Viqueira Jacinta 1991, "Sistemas hidráulicos y organización social un debate teórico en el caso del Acolhuacan Septentrional". Simposio de Sistemas Hidráulicos modernización de la agricultura y migración Universidad Autónoma del Estado de Mexico UIA septiembre de 1991 Colegio Mexiquense Toluca Mex.
- Palerm Viqueira Jacinta , Martínez Saldana Tomas 2000 Antología del Pequeño riego vol II las organizaciones autogestivas Plaza y Valdez editores, Colegio de Postgraduados Mexico.
- Peggy Polk 1994 "El Riego, mejor pequeño , barato y eficaz" en Ceres Revista de la FAO Roma no 146 vol 26 no 2, marzo abril
- Wionczek, M. 1982 "La aportación de la política hidráulica entre 1925 y 1970 a la actual crisis agrícola mexicana" (pp 394-409)

IDENTIFICACIÓN Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DE CHRYSOPIDAE ASOCIADAS A MAÍZ FORRAJERO EN LA COMARCA LAGUNERA

Manuel Ramírez Delgado¹, José Isabel López Arroyo² y Urbano Nava Camberos³

¹Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, San Nicolás de Los Garza, N. L.

²CEGET-INIFAP, General Terán, N. L. ³CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah.

INTRODUCCIÓN

La importancia del maíz en la Comarca Lagunera se debe a la superficie (alrededor de 14,000 ha) que se siembra en la región y su principal uso es como forraje para el ganado bovino que existe en el área. Una limitante de la productividad de este cultivo, lo constituyen las plagas, entre las cuales se consideran de importancia primaria a la araña roja, *Oligonychus pratensis* (Banks), y el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Otros insectos considerados plagas de importancia secundaria son el gusano elotero, *Heliothis zea*, los pulgones, *Schizaphis graminum* (Rondani) y *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), los barrenadores del tallo, *Diatraea* sp. y *Zeadiatraea* sp., la gallina ciega, *Phyllophaga* sp., las diabroticas, *Diabrotica undecimpunctata* Mannerheim y *D. balteata* LeConte, el gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hubner), y la pulguita negra, *Chaetocnema* sp (Nava y Ramírez, 2001). El control de estas plagas es a base de insecticidas sintéticos, lo cual ha generado problemas de resistencia de estos insectos y ácaros a los plaguicidas y, contaminación a diferentes niveles en este agroecosistema. Una alternativa para reducir estos problemas, es el control biológico, para lo que primeramente se requiere conocer la fauna benéfica nativa en el cultivo de interés. Considerando estos antecedentes, los objetivos planteados en este trabajo fueron, determinar las especies de Chrysopidae y sus épocas de mayor abundancia en maíz forrajero, durante el ciclo primavera-verano del 2004, en tres localidades de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el ciclo agrícola primavera-verano del 2004, en los siguientes lotes de maíz forrajero sembrados y manejados por los dueños: P.P. Campanario, Campo Experimental La Laguna (Matamoros, Coahuila) y P.P. Ampuero (Torreón, Coahuila). Se hicieron muestreos mensuales con red de golpeo (1000 redadas) y colecta directa de huevecillos de crisopas de agosto a noviembre del 2004. Los adultos y larvas capturadas en la red, se conservaron en bolsas de plástico, para su traslado y posterior determinación en el laboratorio. Los huevecillos de crisopas colectados de manera directa, se colocaron en cápsulas de gel con huevecillos de *Sitotroga cerealella* (alimento para las larvas), dejándolos en el laboratorio hasta obtener larvas de segundo o tercer instar para su identificación. Para la

determinación de especies de Chrysopidae, se utilizaron las claves taxonómicas de: Agnew *et al.* (1981), Brooks (1994) Brooks y Barnard (1990), Penny *et al.* (2000), Flint y Dreistadt (1998), Tauber (1974), Tauber *et al.* (2000) y Tauber y De León (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron las siguientes cinco especies de Chrysopidae en predios de maíz forrajero de la Comarca Lagunera: *Chrysoperla comanche*, *C. carnea*, *Chrysopa nigricornis*, *Chrysoperla rufilabris* y *C. externa*. La especie más abundante en las tres localidades fue *Chrysoperla comanche*, con cantidades totales que oscilaron entre 49 (Ampuero) y 89 crisopas (CELALA). Se aprecia claramente que en los muestreos de agosto y noviembre, hubo mayor densidad de esta especie (Cuadro 1). *Chrysoperla carnea* fue la segunda especie en abundancia, con totales de 50 adultos en el CELALA, 25 en Ampuero y 14 en Campanario.

Cuadro 1. Especies de adultos de Chrysopidae en maíz forrajero en tres localidades de la Comarca Lagunera, 2004.

| Especie | Localidad | 13 ago. | 22 sep. | 1 nov. | Total | Media |
|-------------------------------|--------------|---------|---------|--------|-------|-------|
| <i>Chrysoperla comanche</i> | CELALA | 30 | 6 | 53 | 89 | 29.7 |
| | Ampuero | 35 | 1 | 13 | 49 | 16.3 |
| | Campanario | 60 | 1 | 8 | 69 | 23.0 |
| | Total | 125 | 8 | 74 | 207 | |
| | Media | 41.7 | 2.7 | 24.7 | 69.0 | |
| <i>C. carnea</i> | CELALA | 3 | 10 | 37 | 50 | 16.7 |
| | Ampuero | 3 | 20 | 2 | 25 | 8.3 |
| | Campanario | 0 | 4 | 10 | 14 | 4.7 |
| | Total | 6 | 34 | 49 | 89 | |
| | Media | 2.0 | 11.3 | 16.3 | 29.7 | |
| <i>C. externa</i> | CELALA | 2 | 1 | 16 | 19 | 6.3 |
| | Ampuero | 6 | 0 | 0 | 6 | 2.0 |
| | Campanario | 1 | 0 | 2 | 3 | 1.0 |
| | Total | 9 | 1 | 18 | 28 | |
| | Media | 3.0 | 0.3 | 6.0 | 9.3 | |
| <i>Chrysopa nigricornis</i> | CELALA | 6 | 0 | 3 | 9 | 3.0 |
| | Ampuero | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| | Campanario | 2 | 0 | 0 | 2 | 0.7 |
| | Total | 8 | 0 | 3 | 11 | |
| | Media | 2.7 | 0 | 1.0 | 3.7 | |
| <i>Chrysoperla rufilabris</i> | CELALA | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.3 |
| | Ampuero | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Campanario | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.3 |
| | Total | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| | Media | 0 | 0.7 | 0 | 0.7 | |

En la primera fecha se capturaron pocos adultos, los cuales se incrementaron en el segundo y tercer muestreo (Cuadro 1). *Chrysoperla externa*, *Chrysopa nigricornis* y *Chrysoperla rufilabris*, se capturaron en cantidades relativamente bajas, en comparación a las registradas para *Chrysoperla comanche* y *C. carnea*, además, no se aprecia alguna tendencia de incremento en las tres fechas de muestreo (Cuadro 1).

Las especies de Chrysopidae que se obtuvieron de los huevecillos colectados directamente en campo se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Especies de larvas de Chrysopidae en maíz forrajero provenientes de huevecillos de campo, en tres localidades de la Comarca Lagunera, 2004.

| Especie | Localidad | 13 ago. | 22 sep. | 14 oct. | 1 nov. | Suma | Media |
|-----------------------|--------------|---------|---------|---------|--------|------|-------|
| <i>C. comanche</i> | CELALA | 6 | 13 | 10 | 13 | 42 | 10.5 |
| | Ampuero | 9 | 0 | 5 | 3 | 17 | 4.3 |
| | Campanario | 3 | 1 | - | 19 | 23 | 7.7 |
| | Suma | 18 | 14 | 15 | 35 | 82 | |
| | Media | 6.0 | 4.7 | 7.5 | 11.7 | 27.3 | |
| <i>C. carnea</i> | CELALA | 3 | 8 | 0 | 7 | 18 | 4.5 |
| | Ampuero | 3 | 14 | 0 | 3 | 20 | 5.0 |
| | Campanario | 0 | 3 | - | 0 | 3 | 1.0 |
| | Suma | 6 | 25 | 0 | 10 | 41 | |
| | Media | 2.0 | 8.3 | 0 | 3.3 | 13.7 | |
| <i>C. nigricornis</i> | CELALA | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.3 |
| | Ampuero | 0 | 0 | 16 | 0 | 16 | 4.0 |
| | Campanario | 2 | 9 | - | 0 | 11 | 3.7 |
| | Suma | 2 | 2 | 16 | 1 | 28 | |
| | Media | 0.7 | 0.7 | 8.0 | 0.3 | 9.3 | |
| <i>C. rufilabris</i> | CELALA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Ampuero | 0 | 11 | 0 | 0 | 11 | 2.8 |
| | Campanario | 2 | 9 | - | 0 | 11 | 3.7 |
| | Suma | 2 | 20 | 0 | 0 | 22 | |
| | Media | 0.7 | 6.7 | 0 | 0 | 7.3 | |

Huevecillos colectados: CELALA, 152; Ampuero, 125; Campanario, 104; Total, 381.

Las especies fueron las mismas que se determinaron en adultos, excepto *Chrysoperla externa*. Con respecto a abundancia, se observó que las cantidades altas, correspondieron a las especies de adultos con mayores densidades, como *Chrysoperla comanche* y *C. carnea*.

Se detectaron dos situaciones adversas, lo primero fue un porcentaje de parasitismo alto (8 a 21%) en huevecillos de crisopas por la avispa *Telenomus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae) y porcentajes bajos de parasitismo (0 a 2%) por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae); en segundo lugar, hubo un alto porcentaje de huevecillos que no

eclosionaron (40 a 50%), lo cual se pudo deber a que no fueran viables o a que estuvieran dañados por otros depredadores.

Se considera como muy buena señal la gran diversidad y abundancia de crisopas encontradas en maíz forrajero de las tres localidades consideradas en este trabajo, ya que a pesar de que se realizan aplicaciones de diversos insecticidas para el control de plagas, las crisopas sobreviven a lo largo del ciclo fonológico del cultivo. Las crisopas pueden depredar a las plagas más comunes del maíz, como pulgones, ácaros y lepidópteros como gusano cogollero y gusano elotero en sus primeros instares larvarios.

CONCLUSIONES

Se identificaron las siguientes cinco especies de crisopas: *Chrysoperla comanche*, *C. carnea*, *Chrysopa nigricornis*, *Chrysoperla rufilabris* y *C. externa*. La especie más abundante en las tres localidades fue *Chrysoperla comanche*.

BIBLIOGRAFIA

- Agnew, C. W., W. L. Sterling and D. A. Dean. 1981. Notes on the Chrysopidae and Hemerobiidae of eastern Texas with keys for their identification. Southwest. Entomol. Suppl. 4: 1-20.
- Brooks, S. J. 1994. A taxonomic review of the common green lacewing genus *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae). Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.) 63 (2): 137-210.
- Brooks, S. J., and P. C. Barnard. 1990. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.) 59: 117-286.
- Flint, M. L., and S. H. Dreistadt. 1998. Chapter 8: Predators of arthropods. In: Natural enemies handbook, The illustrated guide to biological pest control. University of California Press, Berkeley, Los Angeles and London. pp. 79-116.
- Nava C., U. y M. Ramírez D. 2001. Descripción y combate de plagas de maíz y sorgo forrajeros. In: Producción y Utilización del Maíz Forrajero en la Región Lagunera. Disco Compacto. INIFAP-CIRNOC. Torreón, Coah.
- Penny, N. D., C. A. Tauber, and T. de León. 2000. A new species of *Chrysopa* from Western North America with a key to North American species (Neuroptera: Chrysopidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 93 (4): 776-784.
- Tauber, C. A. 1974. Systematics of North American chrysopid larvae *Chrysopa carnea* (Neuroptera). Can. Ent. 106: 1133-1153.
- Tauber, C. A., and T. De León. 2001. Systematics of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): Larvae of *Ceraeochrysa* from Mexico. Ann. Entomol. Soc. Am. 94(2): 197-209.
- Tauber, C. A., T. De León, N. D. Penny, and M. J. Tauber. 2000. The genus *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) of America North of Mexico: Larvae, adults, and comparative biology. Ann. Entomol. Soc. Am. 93(6): 1195-1221.

PATRONES DE INFESTACION DE ARAÑA ROJA EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA DE MAÍZ FORRAJERO

**Urbano Nava Camberos, Gregorio Núñez Hernández,
Emigdio Morales Olais y Ma. de Lourdes Escobedo Altamirano**

Campo Experimental La Laguna (CELALA) -INIFAP, Matamoros, Coah.
nava.urbano@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

Durante el 2004 se sembraron 26,539 ha de maíz forrajero, las cuales produjeron 1,310,327 toneladas de forraje con un valor de \$281.3 millones (El Siglo de Torreón, 2005).

Uno de los factores que limitan la productividad de este cultivo, lo constituyen las plagas, las cuales afectan negativamente el rendimiento y la calidad del forraje. Los principales problemas entomológicos son el gusano cogollero, la araña roja, el complejo de pulgones, el complejo de plagas del suelo (gallina ciega, gusano alfilerillo y gusano de alambre), el gusano elotero y el gusano soldado (Nava y Ramírez, 2000). Adicionalmente, el costo de producción de los forrajes se incrementa debido a la necesidad de realizar aplicaciones de insecticidas para reducir las infestaciones y daños de dichas plagas.

Se estima que para el control de estas plagas se realizan en promedio 2.0 aplicaciones de insecticidas, con un costo de \$700 por hectárea, lo cual equivale a un gasto de \$9.5 millones a nivel regional. Por lo anterior, es necesario realizar estudios básicos y aplicados para generar información y tecnología para un manejo integrado de la araña roja en maíz forrajero. El presente estudio se estableció durante el 2004 con el siguiente objetivo: determinar los patrones de infestación y daños de la araña roja en maíz forrajero, en diferentes fechas de siembra.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del estudio.

El presente estudio se llevó a cabo en predios de maíz forrajero de las siguientes localidades: Ampuero, Sante Fé, Granja Ana, Campanario y CELALA de la Comarca Lagunera, durante el ciclo agrícola P-V 2004.

Muestreo de niveles de infestación.

Se revisaron 25 plantas de maíz con frecuencia semanal para determinar el número total de hojas por planta y el número de hojas infestadas por la araña roja en cada fecha de muestreo, para lo cual se revisaron cuidadosamente cada una de las hojas desde la parte basal hasta la punta de la planta. Los muestreos iniciaron el 4 de mayo y terminaron el 29 de junio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Niveles de infestación por fechas de siembra.

En general, a medida que se sembró más tarde el maíz forrajero las infestaciones de araña roja fueron más bajas. En siembras tempranas de primavera las infestaciones fueron altas. Por lo tanto, usualmente se requiere realizar acciones de control en esta época de siembra. En siembras intermedias de primavera las infestaciones fueron moderadas. En siembras tardías de primavera y en siembras de verano las infestaciones fueron bajas o nulas (Figura 1).

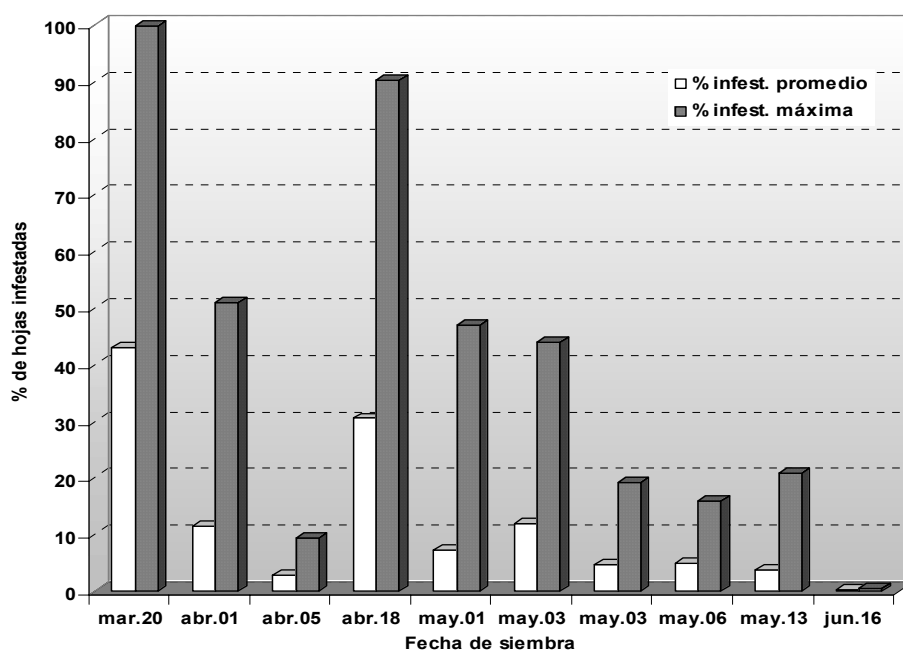


Figura 1. Niveles de infestación de araña roja en maíz forrajero en diferentes fechas de siembra, durante el 2004.

En siembras tempranas de primavera las infestaciones se desarrollan rápidamente, observándose un período crítico de fines de mayo a fines de junio, durante el cual el incremento de los niveles de infestación son prácticamente exponenciales. Estas infestaciones elevadas son propiciadas por la temperatura alta y la humedad relativa baja (Figura 2); mientras que en siembras intermedias de primavera las infestaciones se desarrollan lentamente (Figura 3).

Las siembras tempranas de primavera (fines de marzo a fines de abril) son las más afectadas por la araña roja, por lo que se debe muestrear desde principios de mayo para detectar oportunamente a la plaga y realizar aplicaciones de acaricidas selectivos cuando se tenga un 10% de hojas infestadas.

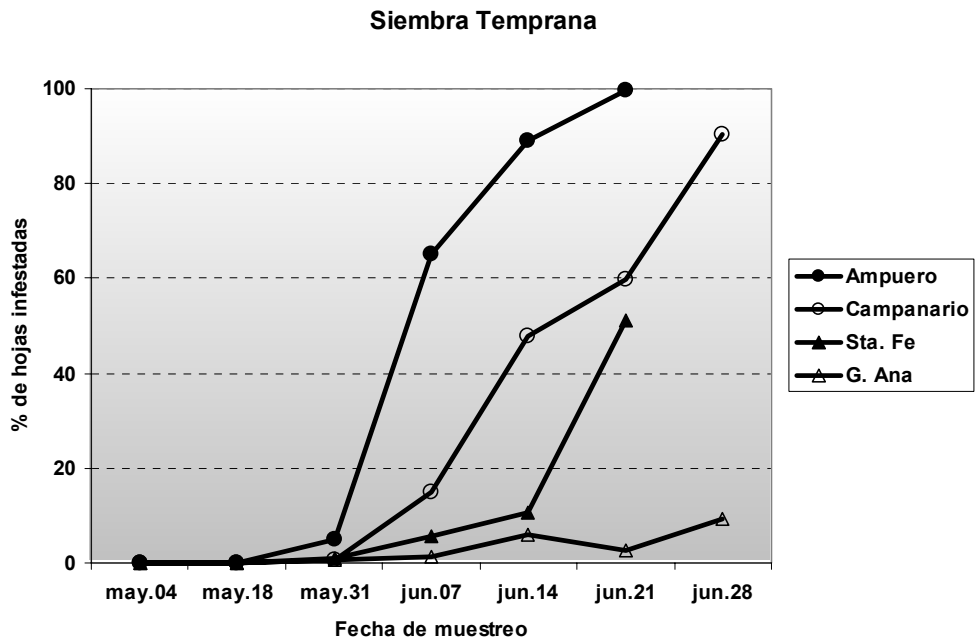


Figura 2. Niveles de infestación de araña roja en maíz forrajero en siembra temprana de primavera, en cuatro localidades de la Comarca Lagunera, durante el 2004.

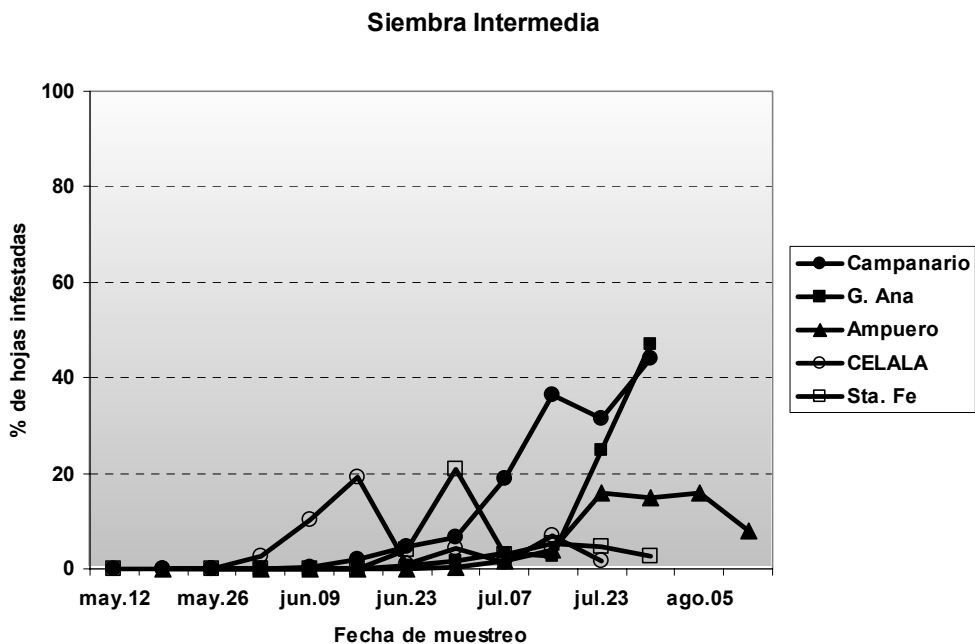


Figura 3. Niveles de infestación de araña roja en maíz forrajero en siembra intermedia de primavera, en cinco localidades de la Comarca Lagunera, durante el 2004.

Distribución vertical de las infestaciones.

Las infestaciones de la araña roja empezaron en las hojas inferiores (hoja 2 a 5) entre el 31 de mayo y el 1 de junio. Posteriormente las infestaciones progresaron rápidamente en forma ascendente, de tal manera que en solo tres semanas la araña roja logró infestar toda la planta de maíz, particularmente en Ampuero (Figura 4) y Campanario; mientras que en Santa Fé y Granja Ana las plantas fueron parcialmente infestadas. Por lo anterior, la oportunidad de las aplicaciones de acaricidas y el buen cubrimiento del follaje en la parte basal de las plantas son factores críticos para lograr un control efectivo de la plaga.

En general las aplicaciones aéreas son deficientes, debido a que cuando se inician las infestaciones de la araña roja las plantas ya están muy desarrolladas (12 hojas o más) y no se logra un buen cubrimiento de las hojas inferiores.

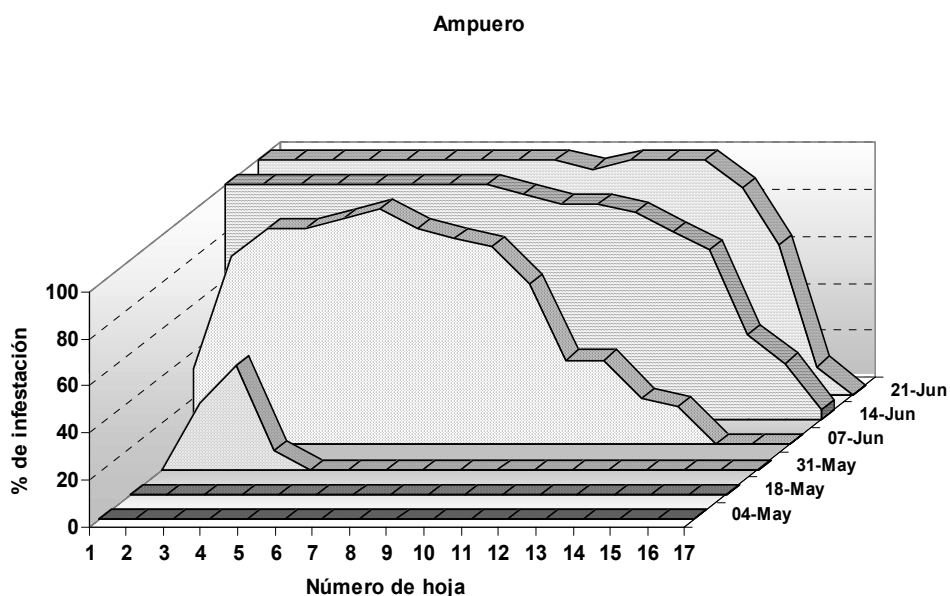


Figura 4. Distribución vertical de las infestaciones de araña roja en siembra temprana de primavera de maíz forrajero, Ampuero, 2004.

CONCLUSIONES

En general, a medida que se sembró más tarde el maíz forrajero las infestaciones de araña roja fueron más bajas.

Las siembras tempranas de primavera (fines de marzo a fines de abril) fueron las más afectadas por la araña roja, por lo que se deben muestrear desde principios de mayo para detectar oportunamente a la plaga y realizar aplicaciones de acaricidas selectivos cuando se tenga un 10% de hojas infestadas.

Las infestaciones de la araña roja empezaron en las hojas inferiores hacia fines de mayo y progresaron rápidamente en forma ascendente, de tal manera que en solo tres semanas la plaga logró infestar toda la planta de maíz. Por lo anterior, la oportunidad de las aplicaciones de acaricidas y el buen cubrimiento del follaje en la parte basal de las plantas son factores críticos para lograr un control efectivo de la plaga.

BIBLIOGRAFIA

El Siglo de Torreón. 2005. Resumen económico Comarca Lagunera 2004. Suplemento Especial. Torreón, Coah. 1 enero de 2005. p. 31.

NAVA C., U. Y M. RAMÍREZ D. 2000. descripción y combate de plagas de maíz y sorgo forrajeros. en: producción y utilización del maíz forrajero en la región lagunera. compact disc. celala-INIFAP.

OPTIMIZACION DE ESTIERCOL BOVINO EN LA PRODUCCION DE CULTIVOS FORRAJEROS

Uriel Figueroa Viramontes¹, Rodolfo Faz Contreras¹, H. Mario Quiroga Garza¹,
J. Antonio Cueto Wong² José Luis Márquez Rojas³, Arturo Palomo Gil⁴

¹Campo Experimental La Laguna-INIFAP;

²CENID-RASPA-INIFAP;

³Estudiante de Doctorado, UAAAN-UL;

⁴Maestro Investigador UAAAN-UL.

figueroa.uriel@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

Dentro de los abonos orgánicos que son utilizados por los productores agrícolas se encuentra el estiércol bovino, el cual se ha venido utilizando como complemento de requerimientos nutricionales de las plantas, pero además como un mejorador de la estructura del suelo, lo que además de la aportación de nutrimentos para las plantas modifica la cantidad de microorganismos en general, asegurándose la formación de agregados que permiten una mayor retención de humedad, intercambio de gases y nutrientes a nivel de las raíces del suelo.

La calidad de los estiércoles dependerá de la dieta utilizada en la alimentación del ganado, el manejo del estiércol y el tiempo de almacenamiento antes de la aplicación al suelo.

La producción de estiércol de ganado bovino leche en la Comarca Lagunera es de aproximadamente de 650,000 tn (en peso seco) por año, las cuales son incorporadas al suelo.

En base al contenido de nitrógeno, el estiércol bovino que se genera en la Comarca lagunera puede aportar alrededor de 14 kg tn⁻¹ (en base a peso seco) de nitrógeno aprovechable por el cultivo durante el año de aplicación (Castellanos, 1981) es decir la producción anual de estiércol bovino en esta región puede aportar mas de 2,000 tn de nitrógeno aprovechable, las cuales pueden beneficiar mas de 10,000 ha por año, al sustituir la aplicación de fertilizantes inorgánicos.

En este trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

1) Optimizar el uso del estiércol en base a la demanda del cultivo, al potencial productivo del suelo y al nitrógeno disponible en el estiércol y 2) Evaluar la respuesta agronómica de rendimiento de cultivos forrajeros a la aplicación de estiércol. La hipótesis planteada es que el estiércol bovino puede utilizarse como un fertilizante orgánico en sustitución de fertilizantes inorgánicos, cuando es calcula la cantidad de nitrógeno en el estiércol, que es aprovechable al cultivo durante el ciclo.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se estableció en el Campo Experimental de la Laguna (INIFAP-CELALA) de la Ciudad de Matamoros, Coahuila, en tres ciclos de cultivo, PV 2003-2003, OI 2003-2004 y PV 2004-2004. Estableciéndose en el primer ciclo maíz forrajero y sorgo forrajero, para el segundo ciclo se estableció trigo y avena forrajera y para el tercer ciclo se estableció sorgo forrajero.

La dimensión de la parcela experimental fue de 10 x 15 m y la parcela útil de 2x12 m.

Cada parcela tenia 12 surcos de los cuales se sembraron en el primer ciclo 6 surcos de maíz forrajero y seis surcos de sorgo forrajero, en el segundo ciclo la mitad de la parcela con trigo y el resto con avena forrajera y para el tercer ciclo se sembró la totalidad de la parcela con 12 surcos de sorgo forrajero.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, con una separación de medias según Tukey al 0.05.

La cantidad de fertilizante nitrogenado (220 kg N ha^{-1}) se aplicó en base al requerimiento de N del maíz forrajero de 14 kg ton^{-1} de materia seca producida (Quiroga y Cueto 1991), estimándose un rendimiento de 18 ton ha^{-1} de materia seca y 32 kg ha^{-1} de N residual.

Se evaluaron cinco tratamientos, T1) sin incorporación de ningún tipo de fertilizante, T2) fertilización química con fertilizantes inorgánicos a razón de $220 \text{ unidades de N ha}^{-1}$, T3) $50 \text{ tn}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de estiércol bovino más fertilizante inorgánico, T4) $80 \text{ tn}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de estiércol bovino y T5) $20 \text{ tn}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de composta más el complemento de N con fertilizante inorgánico.

Maíz y sorgo forrajero

En el ciclo PV 2003, el estiércol se incorporó con rastra. La siembra se llevó a cabo el 5 de mayo. La variedad utilizada fue la SB-302 de maíz forrajero y la Beef Builder de sorgo forrajero. Se dieron cuatro riegos de auxilio, a los 28, 50, 71 y 92 días después de la siembra (dds).

Avena y trigo para forraje.

En el ciclo OI-2003-04 la fecha de siembra fue el 6 de noviembre y las variedades utilizadas fueron avena Cuauhtemoc y trigo Anahuac. Se dieron tres riegos de auxilio y se cosechó en la etapa de embuche. Se aplicaron 140-40-00 de N-P-K en el tratamiento 2. En este ciclo no se aplicó estiércol por considerar el efecto residual del estiércol aplicado en el ciclo PV-2003. El tratamiento tres no requirió fertilizante complementario, mientras el tratamiento 5 se aplicaron 100 kg ha^{-1} .

Sorgo forrajero

En el ciclo PV 2004, La variedad utilizada fue la Beef Builder. Se dieron cuatro riegos de auxilio, a los 26, 50, 71 y 90 días después de la siembra (dds). La siembra se realizó el 9 de julio. En el tratamiento dos se aplicaron 220 kg N ha⁻¹ considerando el N residual del suelo.

En el tratamiento 3 se incorporaron 50 ton ha⁻¹ de estiércol más 140 kg N Ha⁻¹; en el tratamiento 4 se incorporó 75 ton ha⁻¹ y en el tratamiento 5 se incorporó 20 ton ha⁻¹ de composta de estiércol más 200 kg N ha⁻¹.

Cuadro 1. Análisis de suelo en el lote donde se establecieron los tratamientos de estiércol, en un estrato 0-30 cm. CELALA UAAAN 2003

Cuadro 2. Concentración de nutrientes en el estiércol y Composta utilizados en el estudio CELALA UAAAN 2003

| Parámetro | Unidad | Valor |
|---------------------------|--------|-------|
| pH | | 8.61 |
| Conductividad eléctrica | dS/m | 1.3 |
| Materia orgánica | % | 1.34 |
| Carbonatos totales | % | 10.49 |
| Arena | % | 20.2 |
| Arcilla | % | 52.2 |
| Nitratos | Mg/kg | 33.0 |
| Fósforo | Mg/kg | 20.0 |
| Potasio | Mg/kg | 1120 |
| % de sodio intercambiable | % | 5.86 |

| Nutriente | Estiércol | Composta |
|-----------|-----------|----------|
| | % | |
| Nitrógeno | 1.25 | 1.15 |
| Fósforo | 0.64 | 0.49 |
| Potasio | 2.75 | 1.24 |
| Calcio | 5.30 | 4.15 |
| Magnesio | 1.07 | 0.84 |
| Fierro | 0.83 | 0.86 |
| Manganeso | 0.030 | 0.034 |
| Zinc | 0.017 | 0.019 |
| Cobre | 0.006 | 0.005 |

RESULTADOS**Maíz forrajero.**

La producción de materia seca y variables asociadas al rendimiento si fueron afectadas por los tratamientos evaluados. El rendimiento de forraje fue estadísticamente superior en los tratamientos que recibieron N en cualquiera de las formas evaluadas con respecto al control. Además, la parcela de composta más fertilizante fue también superior a la que recibió fertilizante inorgánico (Cuadro 3)

Sorgo forrajero

El rendimiento en verde fue estadísticamente igual en los tratamientos que recibieron estiércol, aunque el tratamiento con fertilizante inorgánico produjo 68 ton ha⁻¹ mientras que las parcelas con abono orgánico rindieron entre 85 y 88 ton ha⁻¹ (Cuadro 4).

Cuadro 3. Rendimiento de forraje, altura y densidad de plantas en maíz forrajero con diferentes tratamientos de estiércol. CELALA, UAAAN 2003

| Trat. | AP m | DP Miles ha ⁻¹ | RV Ton ha ⁻¹ | MS % | RMS Ton ha ⁻¹ |
|---------------|---------|---------------------------------|-------------------------------|---------|--------------------------------|
| T1 | 2.21 | 63 | 26.0 | 34.0 | 7.9 |
| T2 | 2.36 | 83 | 33.1 | 40.0 | 14.2 |
| T3 | 2.48 | 90 | 36.0 | 43.5 | 17.2 |
| T4 | 2.57 | 90 | 43.9 | 40.2 | 19.5 |
| T5 | 2.50 | 97 | 44.9 | 43.2 | 20.8 |
| Tukey 0.05 | 0.26 | 33 | 7.9 | 18.2 | 6.6 |

Cuadro 4. Rendimiento de forraje, altura y densidad de tallos en sorgo forrajero con diferentes tratamientos de estiércol. CELALA, UAAAN 2003

| Trat. | AP m | DP Miles ha ⁻¹ | RV Ton ha ⁻¹ | MS % | RMS Ton ha ⁻¹ |
|---------------|---------|---------------------------------|-------------------------------|---------|--------------------------------|
| T1 | 2.88 | 103 | 53.8 | 26.3 | 14.1 |
| T2 | 3.08 | 105 | 68.1 | 29.8 | 20.2 |
| T3 | 3.0 | 137 | 88.5 | 29.8 | 26.6 |
| T4 | 3.15 | 134 | 85.5 | 25.5 | 22.1 |
| T5 | 3.26 | 119 | 85.6 | 31.3 | 26.9 |
| Tukey 0.05 | 0.42 | 35.6 | 24.9 | 10.9 | 11.8 |

AT= altura de planta, DP= densidad de planta, RV= rendimiento en verde, MS= % de materia seca y RMS= Rendimiento de materia seca AT= altura de planta, DP= densidad de planta, RV= rendimiento en verde, MS= % de materia seca y RMS= Rendimiento de materia seca

Avena

En este ciclo de invierno se detectaron diferencias significativas por efecto de tratamientos.

El rendimiento en verde alcanzo 65 ton ha⁻¹ en las parcelas que recibieron solo estiércol comparado con el tratamiento de fertilizante convencional, que solo rindió 37 ton ha⁻¹.

Trigo

El tratamiento con estiércol fue el rendimiento mas alto en forraje verde, alcanzando 44 ton ha⁻¹

El porcentaje de materia seca fue menor en el tratamiento con estiércol, de 26%, por lo que el rendimiento de materia seca fue de 11.5 ton ha⁻¹, comparado con 9 ton ha⁻¹ que produjo el tratamiento con fertilizante (Cuadro 6).

Sorgo PV 2004

El rendimiento de forraje en verde y seco fue estadísticamente superior en los tratamientos que recibieron estiércol, con respecto al tratamiento que recibió fertilizante inorgánico y el tratamiento control.

Observando al tratamiento de solo estiércol bovino con 75.4 ton ha⁻¹ en verde y 21.8 ton ha⁻¹ en materia seca.

Cuadro 5. Rendimiento de forraje y altura de planta en avena forrajera con diferentes tratamientos de estiércol bovino.

CELALA UAAAN 2003-2004

| Trat. | RV | RMS | MS | AP |
|---------------|----------------------|----------------------|----|-------|
| | ton ha ⁻¹ | ton ha ⁻¹ | % | cm |
| T1 | 21.2 | 4.5 | 22 | 84.0 |
| T2 | 36.8 | 8.8 | 25 | 107.2 |
| T3 | 48.5 | 9.1 | 19 | 131.0 |
| T4 | 64.6 | 10.2 | 16 | 131.3 |
| T5 | 40.3 | 8.7 | 22 | 122.2 |
| Tukey 0.05 | 21.0 | 3.9 | 5 | 31.9 |

Cuadro 5. Rendimiento de forraje y altura de planta en avena forrajera con diferentes tratamientos de estiércol bovino

CELALA UAAAN 2003-2004

| Trat. | RV | RMS | MS | AP |
|---------------|----------------------|----------------------|----|-------|
| | ton ha ⁻¹ | ton ha ⁻¹ | % | cm |
| T1 | 6.9 | 2.65 | 38 | 57.0 |
| T2 | 25.9 | 9.0 | 35 | 84.5 |
| T3 | 36.9 | 13.2 | 36 | 100.4 |
| T4 | 44.8 | 11.5 | 26 | 101.5 |
| T5 | 25.5 | 9.3 | 37 | 86.4 |
| Tukey 0.05 | 14.4 | 5.0 | 10 | 10.2 |

Cuadro 7. Rendimiento de forraje, altura y densidad de plantas en sorgo forrajero con diferentes tratamientos de estiércol. CELALA, UAAAN 2004

| Trat. | AP | DP | RV | MS | RMS |
|---------------|------|------------------------|----------------------|------|----------------------|
| | m | Miles ha ⁻¹ | Ton ha ⁻¹ | % | Ton ha ⁻¹ |
| T1 | 2.74 | 211.75 | 41.2 | 28.4 | 11.6 |
| T2 | 2.54 | 187.75 | 52.2 | 28.9 | 15.1 |
| T3 | 2.75 | 188.75 | 64.5 | 28.4 | 18.4 |
| T4 | 2.89 | 166.75 | 75.4 | 28.9 | 21.8 |
| T5 | 2.98 | 162.75 | 71.8 | 28.0 | 21.2 |
| Tukey 0.05 | 0.37 | 106.5 | 12.9 | 5.1 | 5.4 |

DISCUSIÓN

Después de tres ciclos de cultivo se observaron mayores rendimientos en las parcelas que solo recibieron estiércol, con respecto a los ciclos anteriores, así como un mayor diferencial de rendimiento con respecto a la aplicación de fertilizante inorgánico. Lo anterior puede deberse a dos efectos del estiércol en el suelo: 1) Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, como permeabilidad, densidad aparente, retención de humedad, entre otras y 2) Incremento de la materia orgánica del suelo, además de la aportación directa de nitrógeno, fósforo, potasio y otros nutrimentos durante la mineralización, además de que aporta una mayor capacidad de intercambio catiónico ayudando a retener nutrimentos que de otra manera se pueden lixiviar.

CONCLUSIONES

1. Es posible estimar dosis de estiércol en base al requerimiento de nitrógeno del cultivo, y a la cantidad de nitrógeno en el estiércol que es disponible al cultivo durante el ciclo.
2. El rendimiento de forraje verde y seco en las parcelas que recibieron solamente estiércol fue similar al de las parcelas que recibieron fertilizante inorgánico o bien una combinación de abono orgánico mas fertilizante inorgánico.

BIBLIOGRAFIA

- Castellanos, J.Z. 1987. Características de los estiércoles de bovino y gallinaza en la Comarca Lagunera. Informe de investigación agrícola en forrajes, 1984. Campo Experimental de la Laguna. INIFAP.
- Castellanos, J.Z. 1994. Efecto del estiércol de bovino sobre las propiedades del suelo y el rendimiento de forrajes. Informe de investigación agrícola en forrajes, 1987. Campo Experimental de la Laguna. INIFAP.
- Castellanos, J.Z. 1995. El estiércol para uso agrícola en la Región Lagunera. Folleto técnico No. 1. Campo Experimental Bajío. INIA. SARH. México.
- Castellanos, J.Z. y J.F. Cano, 1981. Caracterización de los suelos y aguas en las unidades de explotación forrajera en la Comarca Lagunera. Informe de labores 1981. campo Agrícola Experimental de la Laguna, CIAN-INIA-SARH.
- Becerra M., C.T. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad del ballico italiano (*lolium multiflorum* L.) bajo diferentes condiciones de nitrógeno inicial disponible en el suelo. Tesis de Maestría en Ciencias. ITA No. 10
- Durieux, R.P., H.J. Brown, E.J. Stewart, J.Q. Zhao, W.E. Jokela and F.R. Magdoff. 1995. Implications of nitrogen management strategies for nitrate leaching potencial: roles of nitrogen source and fertilizer recommendation system. Agron. J. 87:884-887.
- Eubank, W., J. Carpenter and B. Maltzberger et al. 1998. Nitrate in drinking water. University of Missouri. WQ 103.5 pag.
- Figueroa V. U., J.P. Flores M., M. Palomo R. y M.A. Flores O. 2000. Establecimiento de parcelas demostrativas con biosólidos en suelos agrícolas del Valle de Juárez, Chih. Reporte de Investigación. Campo Experimental Valle de Juárez. INIFAP.

EFEECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOSOLIDOS EN LA SALINIDAD DEL SUELO

Uriel Figueroa Viramontes², María del Carmen Potisek Talavera¹ y
Rodolfo Jasso Ibarra¹

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP.
potisek.carmen@inifap.gob.mx

²Campo Experimental La Laguna, INIFAP.

INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales o negras de áreas urbanas se han utilizado para el riego agrícola por décadas, sin recibir ningún tratamiento previo. De acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, las ciudades con más de 50,000 habitantes deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, la cual establece los límites permisibles de contaminantes en el agua residual cuando ésta va a dar a cuerpos de agua y bienes nacionales.

Para cumplir con la Norma anterior es necesario el establecimiento de plantas tratadoras de agua residual (PTAR). En la Comarca Lagunera está en inicio la construcción y funcionamiento de PTAR. Durante el tratamiento de agua residual se producen alrededor de 60 ton día⁻¹ de lodos residuales por cada m³ s⁻¹ de agua tratada.

Los métodos convencionales para disponer los lodos residuales de PTAR son el confinamiento en rellenos sanitarios o la incineración. Ambos métodos tienen un alto costo económico, además de algunas desventajas desde el punto de vista ecológico. Los rellenos sanitarios tienen el inconveniente de concentrar grandes cantidades de lodos en un solo sitio, con el riesgo de que ocurra una lixiviación de compuestos como metales y nitratos que pueden llegar a contaminar el acuífero.

La descomposición de la materia orgánica en los rellenos sanitarios genera gases contaminantes como el bióxido de carbono y el metano. La operación de incineradores para disponer de lodos residuales de PTAR tiene una alta demanda energética y generan humos que contaminan la atmósfera.

Cuando los lodos residuales de PTAR cumplen con la Norma NOM-052-ECOI-1993, que establece los límites permisibles para considerar a un residuo como peligroso por su toxicidad al ambiente, y con la Norma NOM-004-SEMARNAT-2002, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para el aprovechamiento y disposición final, se les conoce como biosólidos y su aplicación en suelos agrícolas y pastizales es una opción viable de disposición final. Desde el punto de vista ecológico, con la aplicación de biosólidos al suelo se reciclan muchos de los nutrientes que se remueven del suelo con la cosecha de los cultivos. Cuando las aplicaciones

se hacen en base al requerimiento de nitrógeno del cultivo, se minimiza el riesgo de contaminar el acuífero con nitratos en comparación con el uso de fertilizantes inorgánicos.

Además, cuando se contabilizan las cantidades incorporadas de metales pesados y no se rebasan los límites permisibles, se evitan riesgos de contaminación por estos compuestos y se logra un uso más sustentable del suelo y agua.

Un aspecto agronómico que es necesario vigilar cuando se utilizan biosólidos en suelos agrícolas o pastizales es la acumulación de sales, ya que puede limitar la productividad de los cultivos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la condición de salinidad de un suelo arenoso cuando se aplican dosis altas de biosólidos.

MATERIALES Y METODOS

Para evaluar la condición de salinidad del suelo con la aplicación de biosólidos, se utilizaron columnas de PVC de 10.2 cm de diámetro y 60 cm de alto. Cada tramo de PVC fue parafinado antes de empacar el suelo, para minimizar el flujo preferencial de agua por las paredes (Figueroa et al., 2000).

El suelo utilizado se colectó, de acuerdo a los estratos encontrados en el perfil, de un lote del Campo Experimental La Laguna, en Matamoros, Coah. Se colocó en tres estratos: el estrato de 40 a 60 cm (arena de río) con una densidad aparente (D_a) de 1.5 g cm^{-3} ; el estrato intermedio de 10 a 40 cm (arena de duna) con una D_a de 1.4 g cm^{-3} , mientras que en el estrato superficial de 0 a 10 cm el suelo se depositó libremente mezclado con los tratamientos de biosólidos o fertilizante.

Los tratamientos evaluados fueron: a) biosólidos en dosis de 100 ton ha^{-1} ; b) biosólidos en dosis de 200 ton ha^{-1} ; c) nitrógeno en dosis de 100 kg N ha^{-1} , utilizando como fuente sulfato de amonio, 20.5 % de N; y d) testigo, columna de suelo sin aplicación de biosólido ni fertilizante. Las dosis de biosólido y fertilizante se aplicaron de manera proporcional al área de las columnas.

En cada columna se aplicó agua en un volumen aproximado a dos veces el volumen de saturación del suelo. Al final del experimento, se desmontaron las columnas y se dividió el suelo en cuatro estratos: 0-5, 5-10, 10-35 y 35-60 cm.

El suelo de cada estrato se analizó el suelo en laboratorio para conocer los valores de: pH, conductividad eléctrica (CE), iones solubles y cationes intercambiables. Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza con el programa estadístico SAS, versión 8.02 (SAS Institute, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSION

El efecto de los tratamientos en las variables de salinidad a cada profundidad se anota en el Cuadro 1. En general, a mayor profundidad menor número de variables con diferencias significativas. En el estrato superior, el pH y la CE fueron afectados por los tratamientos, junto con calcio, magnesio, bicarbonatos y sulfatos solubles, además de magnesio, sodio y potasio intercambiables. En el estrato de 35-60 cm solo el pH varió significativamente en función de los tratamientos.

Cuadro 1. Significancia estadística de las variables evaluadas por efecto de dosis de biosólidos y fertilizante nitrogenado.

| Parámetro | Profundidad (cm) | | | |
|-------------------------------|------------------|----|----|----|
| | 5 | 10 | 35 | 60 |
| pH | ** | ** | ** | ** |
| CE | ** | ** | ** | |
| Cationes solubles | | | | |
| Ca ⁺² | * | | | |
| Mg ⁺² | ** | ** | | |
| Na ⁺ | | | | |
| K ⁺ | | | | |
| Aniones solubles | | | | |
| CO ₃ ⁻² | | | | |
| HCO ₃ ⁻ | * | | * | |
| SO ₄ ⁻² | ** | ** | | |
| Cl ⁻ | | | | |
| Cationes intercambiables | | | | |
| Ca ⁺² | | | | |
| Mg ⁺² | ** | * | ** | |
| Na ⁺ | ** | ** | | |
| K ⁺ | ** | ** | * | |
| PSI | | | | |

La Figura 1 muestra la distribución del pH y la CE en el suelo con los diferentes tratamientos evaluados. Se aprecia que la dosis de 200 ton ha⁻¹ de biosólidos disminuyó el pH del suelo significativamente en el estrato de 0-5 cm, hasta un valor de 6.84.

En este mismo estrato, el pH también fue significativamente menor en los tratamientos de

100 ton ha⁻¹ de biosólidos y 100 kg N ha⁻¹, con valores de 7.63 y 7.69 respectivamente, mientras el tratamiento testigo tuvo un pH de 8.26. Esta misma tendencia se observó en el estrato de 5-10.

En los estratos de 10-35 y 35-60 las diferencias fueron menores entre los tratamientos.

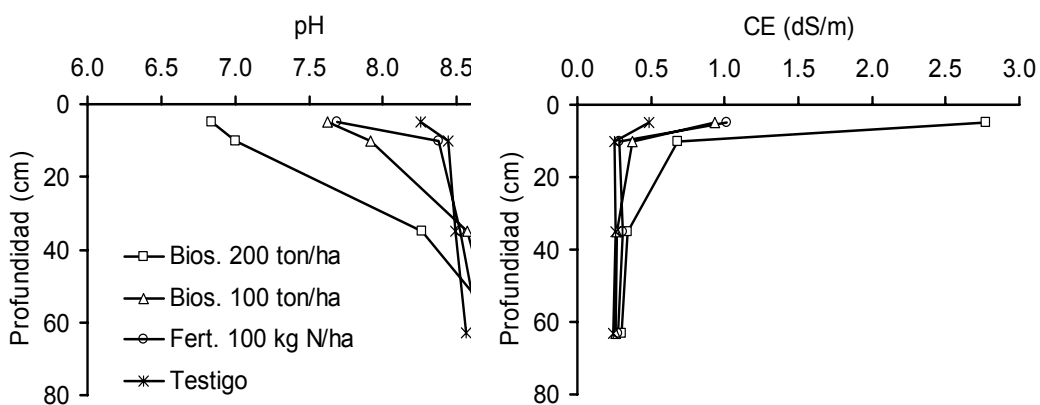


Figura 1. Distribución del pH y la conductividad eléctrica en función de la profundidad de suelo y dosis de biosólidos y fertilizante nitrogenado.

Los biosólidos pueden bajar el pH del suelo mediante la formación de ácidos orgánicos durante la descomposición de la materia orgánica. El sulfato de amonio, por su parte, tiene un residuo ácido en el suelo, el cual se observó en el estrato de 0-5 cm del suelo tratado con este fertilizante.

La CE del suelo en los tratamientos con fertilizante y biosólidos fue mayor con respecto al testigo. Sin embargo, el tratamiento de 200 ton ha⁻¹ de biosólidos fue superior a los demás tratamientos, con un valor de 2.78 dS m⁻¹, comparado con 0.5 dS m⁻¹ del testigo y alrededor de 1.0 dS m⁻¹ en los otros dos tratamientos.

El aumento de la CE estuvo en función de la carga de iones solubles incorporados. En el tratamiento de 100 kg N ha⁻¹, la carga de iones se incrementa ya que se aplicó la cantidad de 487 kg ha⁻¹ de sulfato de amonio [NH₄(SO₄)₂].

Los valores de CE fueron menores en los estratos inferiores y las diferencias entre tratamientos fueron menores. A excepción del tratamiento de 200 ton ha⁻¹, que tuvo un valor de 0.68 dS m⁻¹, los valores de CE en los demás tratamientos y profundidades fueron similares al testigo e inferiores a 0.5 dS m⁻¹. Aun los valores mas altos de CE no alcanzaron la clasificación de suelo salino (Ayers y Wescot, 1989).

Con respecto a la distribución de cationes individuales, solo Ca y Mg fueron estadísticamente mayores con el tratamiento de 200 ton ha⁻¹ en el estrato de 0-5 cm, mientras que

en el estrato de 5-10 cm solo el Mg fue significativamente mayor. En general, las tendencias observadas de la distribución de Ca y Mg fueron similares a la de CE (Figura 1). Las diferencias observadas en el caso de Na y K no fueron significativas, aunque en el estrato de 0-5 cm los valores mayores fueron también para el tratamiento de 200 ton ha⁻¹.

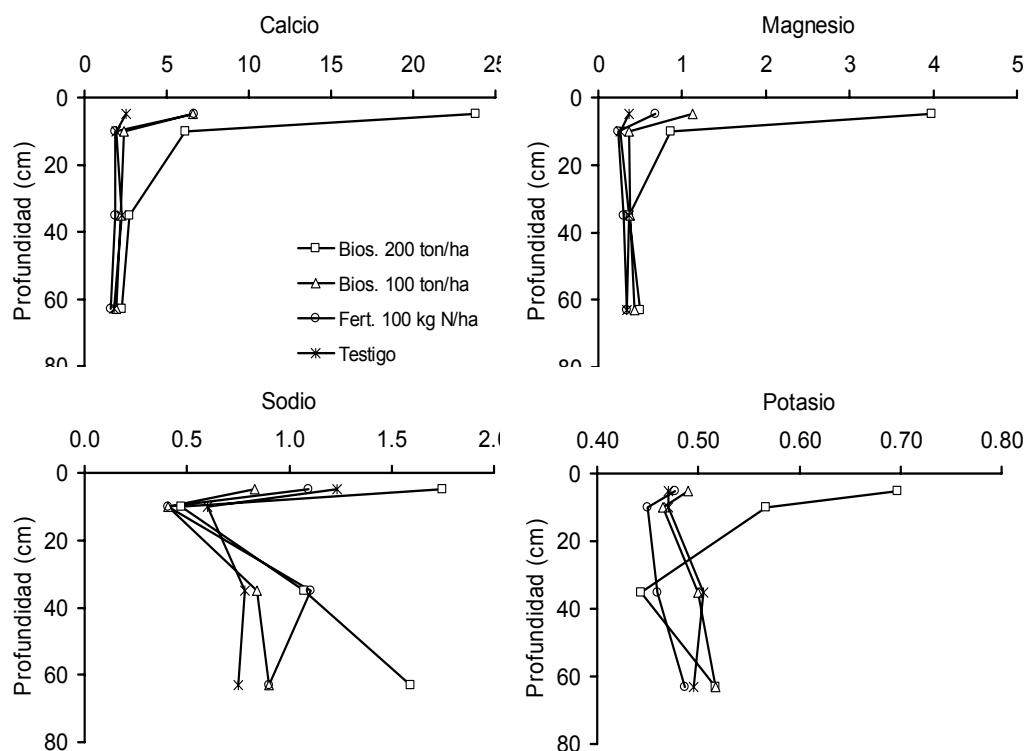


Figura 2. Distribución de cationes solubles en función de la profundidad del suelo y tratamientos de biosólidos y fertilizante.

En el caso de aniones solubles, solo los bicarbonatos y los sulfatos mostraron diferencias significativas (Cuadro 1). Los sulfatos mostraron una tendencia similar a la de CE, valores mayores en el tratamiento de 200 ton ha⁻¹ en el estrato superior, mientras que en los estratos inferiores los valores son menores y similares entre tratamientos.

Los valores de bicarbonatos la tendencia fue inversa, valores menores en el estrato superior y aumentan con la profundidad.

De los cationes intercambiables, todos excepto el Ca tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, los valores de Mg, Na y K intercambiables fueron muy bajos, menos de 5 meq por 100 g de suelo, mientras que los valores de Ca variaron entre 40 y 60 meq 100 g de suelo.

Lo anterior dio como resultado valores bajos de porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

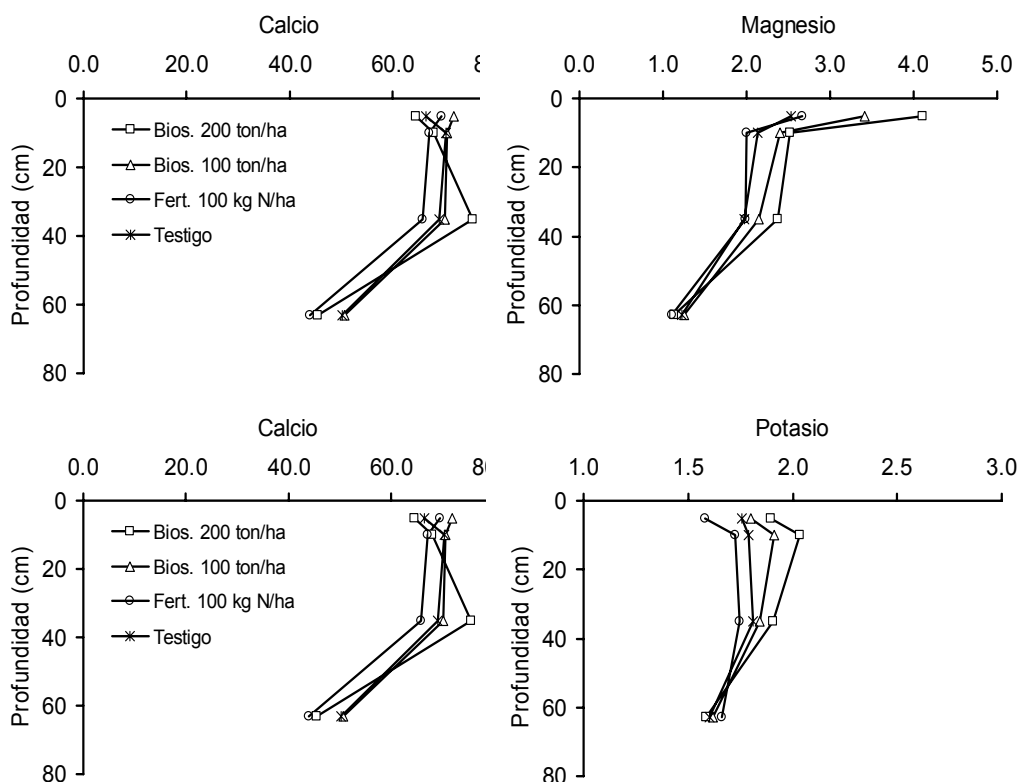


Figura 3. Distribución de cationes intercambiables en función de la profundidad del suelo y tratamientos de biosólidos y fertilizante.

CONCLUSIONES

La adición de 200 ton ha⁻¹ de biosólidos disminuyó significativamente el pH y aumentó la CE del suelo durante el periodo de evaluación de los tratamientos. Mientras que la disminución del pH favorece la asimilación de micronutrientes, el aumento de la CE no afectaría el desarrollo de la mayoría de los cultivos. El Ca fue el catión intercambiable más abundante y el Na no aumentó significativamente con los tratamientos, por lo que los biosólidos no cambiaron el PSI del suelo.

BIBLIOGRAFIA

- Ayers, R. S. y D. W. Westcot. 1989. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and drainage paper No. 29. Rev. 1. FAO, Rome.
- Figueroa V., U., M. Palomo R., M. A. Flores O., B. Corral D. y J. P. Flores M. 2000. Establecimiento de parcelas demostrativas con el uso de biosólidos en suelos agrícolas del Valle de Juárez, Chih. INIFAP. Praxedis G. Guerrero, Chihuahua. Informe de Investigación.
- SAS Institute. 1999. Cary, NC.
- Instituto Nacional de Ecología. 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002.

MODIFICACIÓN DEL MATORRAL DESÉRTICO POR LA GANADERÍA EJIDAL EN EL “SEMIDESIERTO” LAGUNERO

Valencia C. C. M¹., J. J. Quiñones V¹., J. J. Martínez R¹.,
G. Jiménez G¹., E. Castellanos P¹., J. L. Blando N².

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia

² Universidad Autónoma de Chapingo, Unidad Regional de Zonas Áridas

INTRODUCCIÓN

Se estima que aproximadamente entre una y dos terceras partes de la vegetación del matorral desértico se encuentra alterada por actividades antropogénicas, entre las que destacan el aprovechamiento forestal no maderable y la ganadería extensiva de bovinos, equinos y caprinos. Este tipo de aprovechamiento es típico de los predios ejidales ganaderos, y ocurre particularmente en aquellos terrenos considerados de propiedad comunal.

Es ampliamente conocido que el tipo de propiedad mencionado, promueve por un lado el uso y abuso de los recursos involucrados, generalmente por unos cuantos, y por el otro, debido a la sobreexplotación, ocasiona degradación y pérdida de la integridad del ecosistema; estos costos provocados por el abuso, son pagados en principio por toda la comunidad (Hardin, 1968; Hardin y Baden, 1977).

En esta tesitura, se planteó el presente trabajo, cuyo objetivo principal fue: Evaluar las modificaciones de la vegetación del matorral desértico ocasionadas por el pastoreo de ganado en el sur de Coahuila y noreste de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los agostaderos comunales de los Ejidos: Charcos de Risa y tres Manantiales en el Estado de Coahuila, y El Zacate, Agua Nueva y Pedro Celestino Negrete en Durango. La ubicación de esta área se encuentra entre los paralelos 24° 39' y 26° 12' LAT N y los meridianos 103° 8' y 102° 46' LON W.

En el área de estudio el mesoclima está determinado por como un clima Bsohw(e): seco semicálido con régimen de lluvias en verano, la temperatura media anual entre 18° y 20°C, y la del mes más frío menor a 18°C, con invierno fresco y un coeficiente P/T inferior a 22.9. El rango de precipitación media anual es de 300 a 200 mm, la temporada de lluvias es en verano, de junio a septiembre, con lluvias aisladas el resto del año.

La cubierta vegetal está compuesta por diferentes comunidades del matorral desértico, en las laderas y parte alta de cerros y lomas predomina el matorral rosetófilo con especies como *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Agave striata*, *Euphorbia antisyphilitica* (candelilla),

Foquieria splendens (ocotillo) entre otras. En las lomas bajas de cimas redondeadas o casi planas, están caracterizadas por la presencia de comunidades alternadas de matorral rosetófilo y micrófilo, haciendo su aparición especies como *Larrea tridentata* (gobernadora), *Acacia neovernicosa* (largoncillo), *F. Splendens*, *Flourensia cernua* (Hojasen), entre otras. En las planicies y escorrentías se presentan bosquecillos de mezquite, (*Prosopis velutina* y *P. glandulosa*), en los planos se presentan otras especies como *L. Tridentata*, *Opuntia rastrera* (nopal rastrero), *Opuntia leptocaulis* (tasajillo), entre otras.

METODOLOGÍA

Entre 1998 y 2000, se utilizó un muestreo aleatorio estratificado para realizar 50 censos de vegetación en parcelas rectangulares de 10 m² en los cinco predios mencionados, en la esquina base de cada rectángulo se ubicó un cuadro de un m² para medir cobertura y producción de gramíneas y otras herbáceas. Con relación a los arbustos se registraron las variables: número de plantas por especie, diámetros de la corona por especie y estatura de las plantas. Con éstas se calculó la densidad, la cobertura y la frecuencia, tanto absolutas como relativas, y mediante la suma de los valores relativos de dichas variables se calculó el valor de importancia de las especies.

Como índice de diversidad se calculó el Índice Recíproco de Simpson, en la forma $1 - \sum (P_i)^2$, en la que P es la probabilidad para cada especie en términos de la razón de su importancia al total de valores de importancia (Odum, 1980)

Se utilizó estadística descriptiva para presentar y resumir la información y se aplicó el análisis de componentes principales (ACP) a la matriz de especies para evaluar la contribución de las mismas, mediante el uso de la cobertura media de cada especie como variables (Digby y Kempton, 1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cincuenta censos realizados no se encontraron, dentro de las parcelas, gramíneas o algún otro tipo de herbáceas, únicamente se observaron en los sitios menos accesibles, con pendientes muy inclinadas, o en las partes altas de la sierra, o en los más alejados del agua, algunas gramíneas del género *Bouteloua* y *Muhlenbergia*. También fueron encontrados los restos de algunos intentos de resiembra con zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*).

Es importante destacar que aun durante la época de lluvias las gramíneas y otras efímeras estuvieron ausentes, quizás el pastoreo continuo de bovinos y equinos, particularmente de burros, sea la causa de la desaparición de dichas especies. Aunque lo más

probable es que se trate de un efecto conjunto de la escasa precipitación pluvial que ocurrió en el periodo del estudio y del pastoreo de ganado.

En los Cuadros 1 y 2 se presentan dos casos típicos del matorral desértico presente en lomeríos altos (1610 msnm) y en planicies en la parte media baja de la ladera (1470 msnm). En todos los casos, el valor de importancia de las especies fue inferior a 150%, sólo *Larrea tridentata* alcanzó un valor máximo de 142% con un valor promedio de $70.97\% \pm 56.05\%$.

Cuadro 1. Valores de importancia relativa de las principales especies presentes en un sitio de lomeríos con una altitud de 1610 msnm y una pendiente de 4.5%

| Especie | Valor de importancia relativa, % |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Acacia berlandieri | 45.47 |
| <i>Agave lechuguilla</i> | 128.82 |
| <i>Cordia gregii</i> | 29.71 |
| <i>Euphorbia antyphilitica</i> | 49.66 |
| <i>Fouquieria splendens</i> | 12.9 |
| <i>Jatropha dioica</i> | 5.50 |
| <i>Krameria gragy</i> | 10.11 |
| <i>Larrea tridentata</i> | 7.51 |
| Efímera no identificada | 10.28 |

Cuadro 2. Valores de importancia relativa de las principales especies presentes en un sitio de planicie con una altitud de 1470 msnm y una pendiente de 1.5%

| Especie | Valor de importancia relativa, % |
|------------------------------|----------------------------------|
| Cordia gregii | 20.26 |
| <i>Echinocereus merkerii</i> | 13.96 |
| <i>Fouquieria splendens</i> | 20.61 |
| <i>Jatropha dioica</i> | 2.02 |
| <i>Larrea tridentata</i> | 142.76 |
| <i>Menodora scabra</i> | 41.11 |
| <i>Opuntia bradtiana</i> | 12.39 |
| <i>Opuntia imbricata</i> | 1.77 |
| <i>Opuntia leptocaulis</i> | 23.47 |
| <i>Opuntia microdasys</i> | 9.25 |
| <i>Opuntia rastrera</i> | 1.15 |
| <i>Parthenium incanum</i> | 1.79 |
| Hierba del golpe | 4.79 |

El resto de las especies mostró siempre un valor inferior al 100%, aunque con una aportación proporcional a la dominancia, densidad y frecuencia. Los valores más bajos se obtuvieron en los potreros cercanos a los caseríos y en torno a los pocos abrevaderos existentes.

En el sitio de lomeríos las especies con los valores más altos de importancia fueron la lechuguilla y la candelilla, y los más bajos se encontraron en la sangre de drago y la gobernadora.

En el sitio de planicie, la gobernadora elevó notablemente su importancia y otras como las cinco especies de nopal aparecieron con números extremadamente bajos igual que la mariola.

Es probable que la baja importancia de las especies de *Opuntia* se deba a que son utilizadas mediante chamuscado o corte durante las épocas críticas de forraje, todos los años. Aunque se prefiere el nopal rastrero, cuando no hay más se utilizan todos.

El Índice de Simpson toma valores entre 0 y 1, siendo cero la diversidad más baja posible y aproximándose a uno las diversidades más elevadas.

En el Cuadro 3 se presentan los valores de dicho índice, puede observarse en ocho de las nueve asociaciones que el índice de diversidad es alto (.70 - .90), y medio sólo en una. Como se señaló antes en la mayoría de los sitios se presenta un gran número de especies de importancia relativamente igual, esto dio lugar a que se presentaran índices altos, mostrándose de medios a bajos en las asociaciones vegetales con predominio ecológico de *Larrea tridentata* y *Cordia greggii*.

No obstante, cuando una especie como la *Larrea tridentata* aumenta su importancia el índice de diversidad disminuye. Esto es trascendente si se considera el hecho de que las comunidades en las que predomina dicha especie son las más sobrepastoreadas (Noy Meir, 1973; Valiente-Banuet, 1995).

Cuadro 3. Resumen de Índices de diversidad calculados para las principales asociaciones vegetales

| Altitud | Asociación vegetal | Índice de diversidad |
|---------|----------------------------------|----------------------|
| 1470 | Larrea - Menodora | .8019 |
| 1495 | Larrea - Jatropha | .8176 |
| 1515 | Cordia - Larrea | .8172 |
| 1520 | Larrea - Cordia - Echinocereus | .7334 |
| 1521 | Cordia - Larrea - O. Leptocaulis | .7889 |
| 1584 | Larrea | .5596 |
| 1649 | Cordia - Larrea - Acacia | .8670 |
| 1660 | Cordia - Euphorbia - Jatropha | .8826 |
| 1667 | Euphorbia - Foquiera - Krameria | .9033 |

Resultados del análisis de componentes principales

Se utilizó el análisis de componentes principales para reducir la dimensionalidad y de esta manera resumir la información de las variables, correspondiente a la cobertura de 23 especies, en un menor número de variables compuestas, los resultados se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Coeficientes de las variables originales y porcentaje de la varianza total explicada por cada uno de los componentes principales

| Especie | C 1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Krameria gragy | -0.02398 | 0.016123 | -0.038636 | 0.054275 | -0.033251 |
| <i>Yucca spp.</i> | -0.02482 | 0.014847 | -0.042469 | -0.043675 | 0.387488 |
| <i>Cordia gregii</i> | -0.06320 | 0.690294 | -0.061030 | -0.386927 | -0.267638 |
| <i>Opuntia microdasys</i> | -0.05748 | 0.063962 | 0.044676 | -0.022929 | -0.092567 |
| <i>Euphorbia antyphilitica</i> | -0.13495 | 0.085966 | -0.162920 | 0.187575 | -0.136224 |
| <i>Lippia graveolens</i> | 0.000181 | 0.000328 | -0.000331 | -0.000325 | -0.000742 |
| <i>Fouquieria splendens</i> | 0.022740 | 0.007379 | -0.076540 | -0.068878 | -0.179776 |
| <i>Dalea tuberculata</i> | -0.000528 | -0.001415 | -0.000202 | -0.003425 | 0.000803 |
| <i>Jatropha dioica</i> | 0.164703 | -0.088130 | -0.097739 | -0.157612 | -0.357953 |
| <i>Menodora scabra</i> | 0.001944 | -0.015108 | -0.001997 | -0.005058 | -0.002757 |
| <i>Larrea tridentata</i> | 0.940688 | 0.046162 | 0.056452 | 0.178902 | 0.010840 |
| <i>Opuntia imbricata</i> | 0.002075 | -0.02994 | -0.005728 | -0.017524 | -0.000914 |
| <i>Opuntia leptocaulis</i> | 0.042184 | 0.092048 | -0.022702 | -0.113790 | -0.041639 |
| <i>Acacia neovernicosa</i> | -0.055021 | -0.675795 | -0.023347 | -0.354173 | -0.208843 |
| <i>Echinocereus merkerii</i> | 0.023189 | 0.066808 | 0.014493 | -0.026637 | -0.01473 |
| <i>Forestiera angustifolia</i> | 0.060960 | -0.065785 | -0.013037 | 0.007187 | -0.017043 |
| <i>Opuntia rastrera</i> | -0.01654 | -0.086015 | -0.020081 | -0.06758 | 0.131152 |
| <i>Acacia berlandieri</i> | -0.05577 | -0.002307 | -0.096573 | 0.229237 | -0.038056 |
| <i>Acacia constricta</i> | -0.05528 | 0.109521 | 0.042926 | -0.081922 | 0.620847 |
| <i>Agave lechuguilla</i> | -0.170353 | -0.007047 | -0.294949 | 0.700117 | -0.116187 |
| <i>Flourensia cernua</i> | 0.015370 | -0.078159 | 0.083259 | -0.07195 | 0.306678 |
| <i>Parthenium incanum</i> | 0.010891 | -0.78159 | 0.083259 | -0.07195 | 0.023210 |
| <i>Prosopis glandulosa</i> | -0.12598 | 0.028166 | 0.915816 | 0.22239 | -0.177105 |
| Varianza explicada, % | 29.31 | 17.83 | 13.24 | 10.67 | 8.50 |

C = Componente principal

Casi el 80 % de la variación total, esto es de las 23 variables originales, se logró explicar con los primeros cinco componentes principales.

Para distinguir entre las diferentes variables que integran cada componente se utilizó el criterio de considerar aquellas que tuvieran un coeficiente mayor o igual a 0.6, así en el primer componente destacó la cobertura de *Larrea* con un coeficiente de 0.94068, (Cuadro 4) lo cual significa que un valor alto del componente se asocia a coberturas elevadas de *Larrea*. Para fines prácticos, este componente puede denominarse cobertura de *Larrea*, y establece un gradiente entre los sitios con predominio ecológico de *Larrea* en las planicies y los sitios generalmente de lomeríos elevados en donde predomina cualquiera de las demás especies.

En el componente dos, que explicó un 17.83% de la variación acumulada se muestra un contraste entre la cobertura de *Cordia greggii* (0.69024) y *Acacia neovernicosa* (-0.67579).

Esto significa que valores altos del segundo componente se asocian a valores de cobertura elevados de *Cordia* y bajos de la cobertura de *Acacia* y viceversa.

Siguiendo este criterio se definió el resto de los componentes, así el tercero fue denominado cobertura de *Prosopis*, el cuarto cobertura de *Agave lechuguilla* y el quinto *Yucca* spp (Cuadro 4).

Los resultados anteriores confirman un proceso de simplificación que parece estar ocurriendo en los lomeríos suaves y planicies accesibles al ganado y aun en aquellos a donde sólo pueden llegar los burros.

Estos últimos se encuentran permanentemente en los agostaderos comunales en cantidades generalmente elevadas, llueva o no llueva (Noy Meir, 1973; Valiente-Banuet, 1995).

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la modificación del matorral desértico debido al pastoreo continuo de diferentes especies y al efecto de una baja precipitación pluvial, se caracteriza por una disminución de los valores de importancia de todas las especies que lo constituyen, aunque dentro de este contexto se presenta un predominio ecológico de *Larrea tridentata*. Lo cual se expresó en menores índices de diversidad.

Esta simplificación biológica se expresó también en los resultados del análisis de componentes principales.

BIBLIOGRAFIA

- Digby, P. G. N. And R. A. Kempton. Multivariate analysis of ecological communities. Chapman & Hall. 206 p
- Hardin, Garrett. 1968. The Tragedy of the commons. Science, 162:1243-1248.
- Hardin, Garrett and John Baden. 1977. Managing the Commons. Ed. W. H. Freeman and Company. San Francisco. USA. 294 p
- Odum, E. P. 1980. Flujo de energía y materia entre niveles tróficos. En: Van Dobben W. H. Y R. H. Lowe-McConnell. 1980. Conceptos unificadores en ecología. Ed. Blume ecología. Pp. 14-18.
- Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. Annual Review of ecology and Systematics 4:25-51.
- Valiente-Banuet Alfonso.** 1995. Bases ecológicas del desarrollo sustentable en zonas áridas: en el caso de los bosques de cactáceas, columnares en el Valle de Tehuacán y Baja California Sur, Méx. En: Anaya Garduño, M. y F. Díaz Calero S. IV curso sobre desertificación y desarrollo sustentable en America Latina y el Caribe. Méx.

**EVALUACIÓN FINANCIERA EN DOS SISTEMAS DE RIEGO:
GOTEO DE BAJA PRESIÓN Y MULTICOMPUERTAS EN MAÍZ
EN EL DDR 006 CUAUHTEMOC.**

Martha I. Valverde Flores y Pedro Ortiz Franco

Investigadores de los Programas de Socioeconomía y Conservación de Suelos y Agua del Campo Experimental "Sierra de Chihuahua", Centro de Investigación Regional Norte Centro del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Av. Hidalgo No. 1213, Cd. Cuauhtémoc, Chih., C.P. 31500. e-mail: valverde.martha@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Se estima que para el año 2025 el 35% de la población mundial se verá afectada por la escasez de agua, ya que en los pasados dos decenios en los países en desarrollo, la extracción del agua ha estado aumentando de 4 a 8% por año; el crecimiento de la población, la urbanización, la contaminación y la gran demanda para su uso en la agricultura son los principales problemas que enfrenta este recurso. Cerca del 70% del agua extraída en todo el mundo se usa en la agricultura, de ésta, sólo se utiliza entre el 15% y 50%, la mayor parte se pierde por infiltración, fugas o evaporación ya que por lo general todos los sistemas de riego desperdician agua. (6).

La explotación de las aguas subterráneas en el acuífero Cuauhtémoc se hace mediante 4,200 pozos profundos con volumen medio anual de extracción concesionada de 293.2 millones de metros cúbicos (Mm³), el cual sólo se recarga con 115.2 Mm³ anuales habiendo un déficit medio anual de 178 Mm³, dicho bombeo es principalmente para la agricultura (90%). (2)

En el área que comprende el Distrito de Desarrollo Rural 006 Cuauhtémoc se siembra una superficie de 53,400 hectáreas de riego de las cuales el 80% se siembran con el cultivo de maíz (1), regadas generalmente con bombeo multi compuertas cuya eficacia es del 45%. (3).

Por lo anterior se requiere implementar sistemas de riego más efectivos que incidan en una agricultura sostenible.

Con motivo de conocer la efectividad del riego por goteo, durante el año 2004 se hizo la validación de un sistema de baja presión en el cultivo de maíz en dos localidades considerando su evaluación financiera, por lo que se obtuvieron los costos, ingresos y ganancias del mismo comparado con el sistema de riego utilizado por el productor (multicompuertas).

Una limitante del estudio fue que la magnitud del beneficio económico no se observa debido a que el recurso del m³ del agua no tiene un precio, es decir, no se paga por su utilización, sólo por el bombeo y aplicación de ésta, mismo que si fue considerado en la evaluación financiera.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en dos localidades, una en el Campo Menonita No. 25 del Mpio. de Cuauhtémoc y otra en el Campo Menonita No. 51-T del Mpio. de Riva Palacio, Chih., donde se evaluó financieramente el proceso productivo del cultivo de maíz durante el ciclo 2004.

La metodología utilizada fue un análisis de presupuesto financiero, con el cual se obtuvieron los actuales costos, ingresos y ganancias a través de un análisis de ingreso de la actividad que se realizó, mismo que indica la rentabilidad del cultivo, lo que se puede comparar con los ingresos de otras actividades. Incluye un importe para depreciación que señala la parte utilizada a través de años de los gastos de capital a largo plazo.

La principal ventaja de esta metodología, es que cuantifica la eficiencia a precios de mercado y permite actualizar el análisis financiero año con año, por lo que es posible contar con la información reciente. (4, 5).

La tecnología del productor fue recabada a través de entrevistas informales con visitas semanales para obtener los datos de las actividades realizadas durante el ciclo del cultivo (cantidades de insumos o jornales utilizados por hectárea y por actividad), otro parámetro necesario fueron los precios de mercado obtenidos por kilogramos ó litros de insumos, jornales por hectárea por actividad, los que se cotizan en casas comerciales de insumos, de maquinaria y equipo, Comisión Federal de Electricidad, compañías que se dedican al bombeo y perforación de pozos; así como el precio por kilogramo del producto.

Para el cálculo de los parámetros anteriores es necesario hacer las matrices auxiliares de bombeo, maquinaria y equipo, combustible y electricidad, se realizan los cálculos de recuperación de capital, de maquinaria e implementos y equipo bombeo, para con dicha información elaborar los precios por hora de labor o actividad. Las tasas de interés utilizadas son proporcionadas por FIRA. La cobertura de crédito es aplicada sobre el total de costos de insumos comercializables y los factores internos por la tasa de interés nominal, respecto a la maquinaria se estimaron los costos con precios de equipo en uso, ya que al considerarse con precios actuales (maquinaria nueva), se incrementarían demasiado los costos y sería incosteable cualquier actividad de este tipo.

Para el análisis financiero los cálculos fueron hechos en dos modalidades: Incluyendo y excluyendo el valor de la tierra, con objeto de conocer la remuneración con y sin este factor.

Desde el punto de vista económico, un estudio enfocado sólo a un análisis de ingreso, su principal limitante es que los resultados son para un año específico, por lo que se requiere ir actualizando los precios de mercado, además de analizar las ventajas que pueda tener el cultivo en el mercado internacional a precios económicos.

Presupuesto.

Es el ingreso o valor de la producción y los costos generados con la información tecnológica a partir de las actividades realizadas y los precios de mercado. El análisis de los presupuestos permite definir la estructura del valor de la producción o ingreso que es el rendimiento por hectárea, multiplicado por el precio del producto obtenido, Para la captura de esta información se utilizan los formatos que contienen la información básica por componente de los presupuestos agrícolas.

Rentabilidad.

Los presupuestos son la base para determinar la rentabilidad, la cual es un indicador que se obtiene de la relación entre la ganancia neta y los costos del cultivo.

Esta parte representa el estado financiero de la actividad del productor en cuanto a los costos y beneficios que se puedan esperar del cultivo en cuestión, es decir, conocer cuánto cuesta producir un kilogramo de maíz y qué tan rentable es el cultivo para el productor.

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO**Riego por goteo de baja presión (LPS, Low Pressure System)**

El objetivo principal del LPS es proveer al productor de un sistema de riego por goteo de baja presión (3 - 4 lbs/pulg²), donde se apliquen agua y nutrientes en forma simultánea, reduciendo los costos de inversión iniciales del sistema por goteo tradicional que opera a presiones altas (20 lbs/pulg²).

El sistema de riego por goteo de baja presión es un sistema de riego localizado, que consiste en la aplicación de pequeños volúmenes de agua (0.55 lps), en o cerca de la zona de raíces, mediante dispositivos especiales llamados goteros; donde se riega sólo la parte del suelo ocupado por las raíces, con lo cual se ahorra agua y se aumenta la eficiencia de su uso.

Este sistema permite incorporar fertilizantes al agua de riego (fertirrigación), la cual presenta la ventaja de que el agua y fertilizante juntos forman una solución nutritiva que se aplica directamente en la época y proporción adecuadas (Fig. 1). (7)

Un LPS típico, consiste de algunos componentes específicos, dependiendo del tamaño del sistema, la topografía del terreno, las características del suelo, el cultivo, sus requerimientos de agua, nutrientes y la cantidad y calidad de agua disponible.

En el caso de los sitios manejados en el ciclo 2004, el sistema de riego estuvo constituido por: a). Filtro de discos; b). Válvula de control; c). Sistema de Inyección de fertilizantes (Venturi de ¾"); d). Línea de conducción (Polinet de 10" de diámetro); e).

Líneas regantes (mangueras de 20 mm de diámetro con goteros incrustados cada 40 cm y $Q = 0.55$ lps); f). Conectores y g). Depósito de control de la presión (2,000 a 3,000 lts) (Figs. 1 y 2).



Fig. 1. Distribución uniforme de agua y nutrientes en el sistema de riego por goteo de baja presión (LPS) .



Figura 2. Sistema de riego por goteo de baja presión (LPS) al inicio de su operación.

RIEGO POR MULTICOMPUERTAS

Es un sistema muy simple, que consiste en colocar regantes principales (conectados a hidrantes o tomas de agua), con tubería de pvc de 6 y 8" de diámetro principalmente, provistos de pequeñas aberturas a lo largo del tubo y separadas 30, 32 o 34", llamadas comúnmente "compuertas", a las que se les acopla un dispositivo para el control del flujo.

Estos tubos son dispuestos en la cabecera de la parcela, procurando que cada

compuerta quede ubicada en la entrada de cada surco. Este sistema es utilizado en el 99% de los predios sembrados con el cultivo maíz del Distrito 006 Cuauhtémoc. (Fig. 3).



Figura 3. Sistema de riego por multicompuertas al inicio de su operación.

MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

Presiembra

En los dos módulos de validación, el manejo del suelo incluyó tres labores previas a la siembra que fueron: En el Campo 25, dos pasadas del subsuelo, dos pasadas del rastreo y nivelación y en el Campo 51-T; un barbecho con un paso de rastra de discos y nivelación de terreno para facilitar el riego.

Siembra

La siembra se realizó en el Campo 25, el día 15 de Abril del 2004, y el 5 de mayo en el Campo 51-T; los híbridos utilizados fueron el Frontier para el primero y Golden Harvest para el segundo, con densidad de población de 105 y 85 mil plantas por ha, respectivamente.

Fertilización

En el Campo 51-T, el cultivo fue fertilizado con la fórmula 363-62-30 (N -P₂O₅ - K₂ O) adicionando 5 kg de Zn por hectárea para los dos sistemas de riego. En el sistema multicompuertas se aplicaron 363 kg/ha de nitrógeno en tres oportunidades y en el goteo en 7 ocasiones (179 kg/ha en tres y 184 kg/ha en cuatro).

En el Campo 25, se aplicaron diferentes dosis en los sistemas de riego, en multicompuertas, se empleó la fórmula 368-101-15 (N – P₂ O₅ – K₂ O) y en goteo 327-131-15 (N – P₂O₅ - K₂ O) y se le agregaron 15 kg de Zn a los dos sistemas marcándose dos diferencias entre ellos; una en nitrógeno y otra en fósforo, la primera a favor de multicompuertas y la otra a favor del goteo.

Lo más trascendente en este caso fue que en goteo se hicieron nueve aplicaciones del nitrógeno contra sólo tres para multicompuertas.

Control de maleza

La competencia de maleza fue controlada en forma diferente en los sistemas de riego evaluados. En el Campo 51-T, en el sistema multicompuertas, sólo fue posible hacerlo mecánicamente mediante dos pasos de cultivadora, combinado con la aplicación 4 kg/ha de Gesaprim 90; para el caso de riego por goteo, se aplicaron 7.5 kg/ha de Gesaprim 90. En el Campo 25, la maleza se controló en forma combinada con dos pasos de cultivadora + 5 kg/ha de Gesaprim 90 y 0.75 lt/ha de Herbipol para maleza de hoja ancha, en los dos sistemas de riego.

Control de plagas

En el Campo 25, el control de plagas se realizó con los mismos productos agroquímicos y dosis iguales en los dos sistemas de riego; para la araña roja (*Tetranychus urticae* (Kach, 1836)) se utilizó AK20 y aceite invernal y para gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797)) Parathion metílico, Azufre 93% y Cal; sólo fue diferente el uso de Dimetoato en dosis de 3.19 kg/ ha, utilizado en el sistema de riego por goteo para el control de roedores.

En el Campo 51-T, las plagas se controlaron de manera distinta; para gusano cogollero se utilizaron 3 kg/ha de Interfuran 250 y 1 lt/ha de Furadan líquido en el sistema de riego por goteo, mientras que en el sistema multicompuertas sólo se utilizaron 3 kg/ha de Furadan granulado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del trabajo mostraron los costos, ingresos y las ganancias obtenidos en los dos sistemas de riego utilizados por los productores a precios actuales de mercado. Los costos que aquí se mencionan corresponden a la modalidad de incluyendo la tierra, ya que el costo de ésta representa un factor de capital del productor.

Los costos totales fueron muy similares en el Campo 25, tanto para goteo (\$13,790.) como para el testigo multicompuertas (\$13,419.). La diferencia fue en el costo de insecticidas debido a que en riego por goteo hubo una aplicación para proteger al equipo contra roedores.

En el Campo 51-T fueron de \$13,465. y \$12,246. respectivamente. En este caso las diferencias fueron: En insecticidas, se aplicó contra gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797)) en el tratamiento de riego por goteo, además en el rubro de los herbicidas se aplicaron 3.5 lt más en riego por goteo que en riego multicompuertas porque en éste último se realizaron dos cultivos para controlar la maleza.

La diferencia importante fueron las horas utilizadas en los sistemas de riego, ya que en el Campo 51-T en riego por goteo fueron 43 horas y en riego multicompuertas 75 horas, mientras que en el Campo 25 fueron de 76 en riego por goteo y 66 horas en multicompuertas, debido al gasto del agua diferente de los pozos en ambas localidades ($Q=38$ y $90 \text{ m}^3/\text{hr}$), respectivamente

No hubo mucha variación en los costos en las dos localidades, debido a que el manejo agronómico fue muy similar en ambos sistemas, sin embargo, las diferencias observadas fueron principalmente en la energía eléctrica que se usó. En el Campo 25 el costo por este concepto fue de \$1241.34 en riego por goteo y de \$2,096.44 en riego multicompuertas, debido a que en éste último se utilizó una bomba de 125 Hp y para el riego por goteo una de 50 Hp.

Para el Campo 51-T fue de \$549.00 en goteo y de \$1,026 en multicompuertas, en este caso aunque la bomba fue igual para los dos sistemas (75 Hp) el incremento fue por el aumento en las horas de riego en el sistema de multicompuertas.

Por otro lado la cantidad de agua utilizada, en el Campo 25 en riego por goteo fue de $8,406 \text{ m}^3/\text{ha}$, mientras que para el testigo fue de $13,068 \text{ m}^3/\text{ha}$, lo que significa un ahorro de agua del 36% en el riego por goteo, mencionando que cuando se empezó a trabajar con el riego de baja presión (goteo) ya se le habían dado dos riegos de multicompuertas a toda la parcela con una cantidad de agua de $5,544 \text{ m}^3/\text{ha}$; por lo que si se hubiera iniciado el cultivo con el sistema de goteo, se incrementaría el ahorro en un 42%.

En el Campo 51-T el agua utilizada fue de $3,878 \text{ m}^3/\text{ha}$ en riego por goteo y de $6,720 \text{ m}^3/\text{ha}$ para el testigo, el ahorro fue del 42%. (Cuadro 1),

Por lo anterior, se menciona que no se le dio un precio a los $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de agua utilizada debido a que es un recurso que no se paga por volumen, sólo por el bombeo de ésta, mismo que si fue considerado en el costo total y que al darle un precio por m^3 utilizado el incremento sería considerable.

Otra de las diferencias fue el costo de la tierra, ya que en la región la renta de la tierra por hectárea se determina en función de la ganancia neta de la producción, siendo para este caso una tercera parte de la misma. Cuadro 2.

Cuadro 1. Principales diferencias entre tratamientos. 2004

| ACTIVIDAD | CAMPO 25 | | CAMPO 51-T | |
|----------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | GOTEO | RODADO | GOTEO | RODADO |
| Consumo agua | $8,406 \text{ m}^3$ | $13,068 \text{ m}^3$ | $3,878 \text{ m}^3$ | $6,720 \text{ m}^3$ |
| Horas de riego | 76 hr | 66 hr | 43 hr | 75 hr |
| Electricidad | 3,879 kwh | 6,155 kwh | 2,465kwh | 4,274 kwh |

Cuadro 2. Costos, ingresos y ganancias del cultivo de maíz con riego goteo y multicompuertas en dos localidades del D.D.R 006 Cuauhtémoc. 2004

| CONCEPTO | Campo No. 25 | | | | Campo No. 51 | | | |
|------------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | BG | | BM | | BG | | BM | |
| | \$ | % | \$ | % | \$ | % | \$ | % |
| Insumos Comerciables | 6,944. | 50.4 | 6,655. | 49.6 | 6,825. | 50.7 | 5,649. | 46.1 |
| Fertilizantes | 3,529. | 25.6 | 3,550. | 26.5 | 3,587. | 26.6 | 3,587. | 29.3 |
| Herbicidas | 714. | 5.2 | 714. | 5.3 | 1,080. | 8.0 | 576. | 4.7 |
| Semilla | 862. | 6.3 | 862. | 6.4 | 851. | 6.3 | 851. | 7.0 |
| Insecticidas | 630. | 4.6 | 321. | 2.4 | 775. | 5.8 | 80. | 0.7 |
| Servicios Contratados | 0. | 0.0 | 0. | 0.0 | 170. | 1.3 | 170. | 1.4 |
| Diesel | 1,208. | 8.8 | 1,208. | 9.0 | 361. | 2.7 | 384. | 3.1 |
| Factores Internos | 4,747. | 34.4 | 4,778. | 35.6 | 4,995. | 37.1 | 4,490. | 36.7 |
| Labores manuales | 159. | 1.2 | 248. | 1.9 | 215. | 1.6 | 180. | 1.5 |
| Labores mecanizadas | 230. | 1.7 | 230. | 1.7 | 148. | 1.1 | 154. | 1.3 |
| Crédito (Interés) | 1,123. | 8.1 | 1,205. | 9.0 | 993. | 7.4 | 901. | 7.4 |
| Electricidad | 1,241. | 9.0 | 2,096. | 15.6 | 549. | 4.1 | 1,026. | 8.4 |
| Materiales diversos | 375. | 2.7 | 375. | 2.8 | 175. | 1.3 | 175. | 1.4 |
| Tierra | 1,619. | 11.7 | 623. | 4.6 | 2,917. | 21.7 | 2,055. | 16.8 |
| Agua | 0. | 0.0 | 0. | 0.0 | 0. | 0.0 | 0. | 0.0 |
| Maquinaria y Equipo | 1,549. | 11.2 | 1,437. | 10.7 | 1,095. | 8.1 | 1,557. | 12.7 |
| Tractor e Implementos | 544. | 3.9 | 544. | 4.1 | 490. | 3.6 | 549. | 4.5 |
| Equipo Bombeo | 1,005. | 7.3 | 892. | 6.7 | 606. | 4.5 | 1,008. | 8.2 |
| Admón. y Servicios | 550. | 4.0 | 550. | 4.1 | 550. | 4.1 | 550. | 4.5 |
| Ingreso Total | 17,078. | | 14,685. | | 19,388 | | 16,418. | |
| Costo Total (Exc Tierra) | 12,171. | | 12,796. | | 10,548 | | 10,191. | |
| Costo total (Inc. Tierra) | 13,790. | 100 | 13,419. | 100 | 13,465 | 100 | 12,246. | 100 |
| Ganancia Total (Exc. Tierra) | 4,907. | | 1,889. | | 8,839 | | 6,226. | |
| Ganancia Total (Inc. Tierra) | 3,287. | | 1,266. | | 5,922 | | 4,171. | |

BG=Bombeo Goteo; BM=Bombeo Multicompuertas

Estructura de costos

En cuanto a la estructura de los costos el parámetro que representa el mayor costo fueron los insumos, en el Campo 25 con un 50.4% en riego por goteo y de 49.6% en el rodado, mientras que para el Campo 51-T fue de 50.7% en goteo y de 46.1% para el testigo, de éstos, los fertilizantes son los que ocupan el mayor porcentaje para las dos localidades, con 27% en promedio en los dos sistemas.

Le sigue a los insumos los factores internos, en el Campo 25 con 34.4% en riego por goteo y 35.6% en el rodado y en el Campo 51-T, de 37.1% y 36.7% respectivamente. El mayor porcentaje de éstos corresponde al factor tierra de 11.7% para goteo en la primera localidad y en la segunda localidad de 21.7% en goteo y 16.8% para el testigo. Otro de los parámetros

que entran en esta categoría es la electricidad, en el Campo 25 con 9% para riego por goteo y 15.6% en rodado; y en el Campo 51-T de 4.1% en goteo y 8.4% en el testigo. En estos factores se observa la importancia que radica en el sistema de riego por goteo. Dentro de esta misma clase se encuentra el crédito, es decir, el valor del dinero o interés cobrado por el mismo que en promedio de los cuatro factores evaluados es del 8%.

Otro aspecto importante es el costo de la maquinaria y equipo utilizado (depreciación) que corresponde en promedio a los sistema de baja presión y multicompuertas y en las dos localidades a un 11%.

Finalmente se encuentra el costo de administración y servicios que en promedio es del 4.2% para los cuatro parámetros evaluados.

Valor de la producción.

Con relación al ingreso total o valor de la producción, dada por el rendimiento obtenido y el precio de mercado. Para el Campo 25 el rendimiento fue de 10.35 ton/ha en riego por goteo y 8.9 ton/ha en el de multicompuertas y para el Campo 51-T éste fue de 11.75 ton/ha en goteo y 9.95 ton/ha en el testigo.

El precio del maíz fue de \$1,650. por tonelada; lo que corresponde a un total de \$17,078 y \$14,685 para la primera localidad y de \$19,388. y \$16,418. para la segunda localidad, respectivamente.

En cuanto a las ganancias obtenidas se tiene que para el Campo 25 fueron de \$3,287. por hectárea en riego por goteo y de \$1,266. en el riego de multicompuertas.

En el Campo 51-T fueron de \$5,922. para goteo y de \$4,171. para multicompuertas. Figura 4.

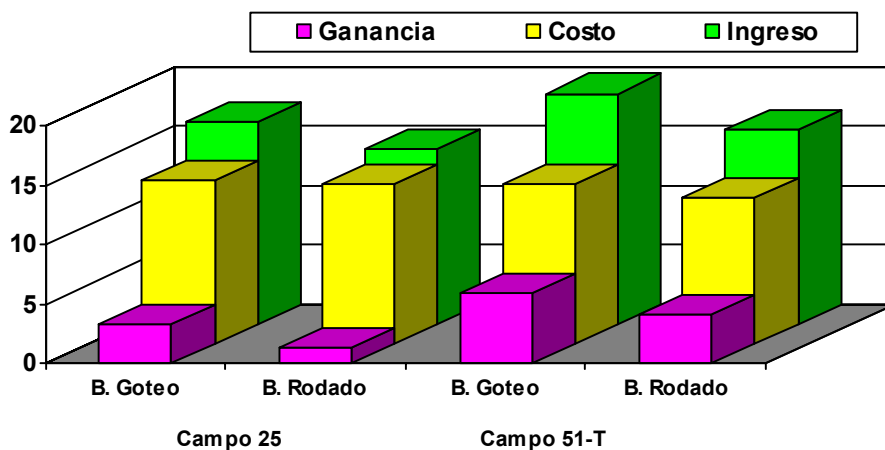


Figura 4. Ingresos, costos y ganancias del maíz en dos localidades bajo sistema de riego bombeo goteo y riego bombeo multicompuertas (rodado). 2004

Rentabilidad

Finalmente, se observó que el indicador de la rentabilidad del cultivo de maíz en la localidad del Campo 25 fue de 24% en riego por goteo y de 9% para riego de multicompuertas, así mismo, en el Campo 51-T fue de 44% en goteo y 34% para el testigo. Lo que significa que en las dos localidades se tuvieron rentabilidades mayores a CETES (7%), considerada esta tasa como el promedio de ocho meses del cultivo.

Así, la tasa real al capital (tasa nominal descontado por la tasa de inflación) fue para la primera localidad de 20% en riego por goteo y de 6% en el riego multicompuertas y para el Campo 51-T ésta fue de 40% y de 30% respectivamente, mientras que la tasa real de rendimiento de los CETES fue de 3.6%. (Figura 5). Esto significa una elevada rentabilidad en la producción de maíz, la cual compensa el alto riesgo de la actividad productiva y retribuye ampliamente las habilidades gerenciales de los productores.

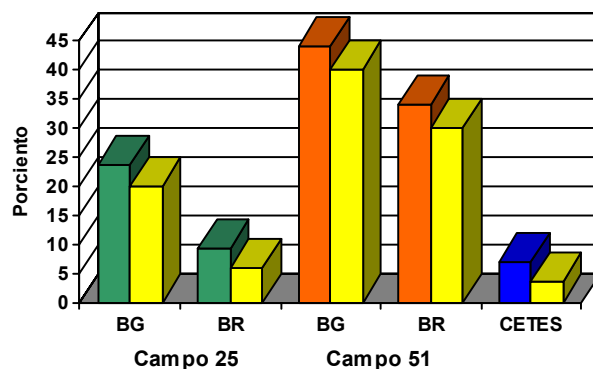


Figura 5. Rentabilidad del cultivo de maíz con dos sistemas de riego, bombeo goteo y bombeo rodado en dos localidades. 2004

CONCLUSIONES

1. El ahorro de agua en m³ con el sistema de riego por goteo de baja presión, fue del 36% al 42%.
2. En relación a la electricidad (kwh) se tuvieron los mismos porcentajes de ahorro del 37% al 42%.
3. El rendimiento por hectárea fue mayor donde se utilizó el riego por goteo de baja presión que en el que se usó el riego de multicompuertas en ambas localidades.
4. Finalmente se tuvieron rentabilidades superiores en riego por goteo en las dos localidades con una tasa real al capital de entre el 10 y 14% , considerablemente superiores a la tasa real de rendimiento de CETES del 3.5%

BIBLIOGRAFÍA

- México. SAGARPA, (2004). Análisis de los principales cultivos establecidos en el Estado de Chihuahua. www.sagarpa.gob.mx
- México. Comisión Nacional del Agua, (2002). Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero de Cuauhtémoc, Edo. de Chihuahua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Modulación Hidrogeológica. 18 p.
- Ortiz F.,P y Valverde F., M.I. (2004). Fertirrigación con riego por goteo de baja presión: Una alternativa para producir maíz eficientando agua y nutrientes. Desplegable Técnica No. 9. Campo Experimental "Sierra de Chihuahua" INIFAP-SAGARPA.
- Shaefer-Kehnert., W. 1977. Medición de la producción y los ingresos de explotaciones agrícolas ". Nota de Curso, Materiales de Capacitación del Instituto de Desarrollo Económico (IDE)- Banco Mundial (BM).
- Valverde F., M.I. (2002). Evaluación financiera del manzano en Cuauhtémoc, Chih. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc. Chihuahua, México. pp. www.infoforhealth.org/pr/prs/sm14/sm14chap6_1.shtml Agricultura. Producir más con menos. Population Reports, Serie M, No. 14. Tomado de la Internet
- Zazueta R, F.S. 1992. Micro-irrigación. ICFA International, Inc. Gainesville, Florida. USA.

**EL ACARO (*Aceria mangiferae* Sayed) DEL MANGO (*Mangifera indica* L.)
EN DIFERENTES AMBIENTES DE MICHOACAN, MEXICO.**

¹Adrián Vega Piña, ²Javier Javier Mercado, ²Cesar Augusto Treviño de la Fuente,
²Xavier Chávez Contreras, ²Armando López-Acosta

¹Investigador del INIFAP, Campo Experimental La Laguna, ² Investigadores del INIFAP, Campo Experimental Apatzingán. Dirección: Bvd. José Santos Valdez No. 1200, Col. Mariano Matamoros, CP 27440, Matamoros, Coah. Correo electrónico: vega.adrian@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En Michoacán los principales municipios productores de mango son: Fco. J. Mújica, Nuevo Urecho, Parácuaro, Gabriel Zamora, Apatzingán, Buenavista, Taretan, Lázaro Cárdenas y Tepalcatepec. La producción tiene gran demanda hacia el mercado de exportación como Estados Unidos, Canadá, Japón y Europa y nacional en los mercados mas importantes del país (Vega, 1997). La enfermedad conocida como “escoba de bruja” reduce la producción hasta en 60%; en Michoacán se presentó el 14% de árboles enfermos en 1984, se incremento a 47% en 1990 y a 71% en 1994 (Vega, 1994). Los síntomas de la enfermedad se presentan en brotes vegetativos y florales, se observa un acortamiento de entrenudos; las inflorescencias son mas cortas y compactas, causan un aspecto de racimo con engrosamiento de raquis y normalmente no producen fruta, se marchitan y quedan como masas compactas de color negro que persisten en el árbol hasta el año siguiente (Vega, 1994).

Se menciona que el hongo *Fusarium* spp., y el ácaro *Aceria mangiferae* son los agentes causales de esta enfermedad. Los ácaros tienen ocho generaciones al año con temperaturas de 30°C, que coincide con los requerimientos de *Fusarium* spp., lo que puede explicar la acción conjunta de ácaros y hongos (Abou-Awad, 1981). También se indica que los ácaros *Aceria mangiferae* (Sayed) y *Anthascius rhenanus* (Dudm), *Thphlodromus roshanlali*, y *T. resbitti* (Wom), son posibles vectores del hongo *Fusarium subglutinans*, y que las esporas del hongo son transportadas por medio del cuerpo de los ácaros, lo que facilita la entrada del hongo al tejido por las heridas que producen los ácaros al alimentarse (Dang y Daulta, 1982). En preparaciones citológicas se observó que los ácaros llevan sobre su cuerpo micelio y microconidios, al haber observado el ácaro dentro de las yemas procesadas para determinar la presencia del hongo en los tejidos apoya, junto con los aislamientos de *F. oxysporum* a partir de ácaros, que éstos pueden transportar sobre su cuerpo micelio y/o microconidios del hongo (Noriega, 1996). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la dinámica poblacional de ácaros en yemas de brotes asintomáticos y con síntomas de “escoba de bruja”, en seis ambientes de Michoacán, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

En seis huertos de mango CV Haden ubicados en diferentes ambientes agroclimáticos en Michoacán (Cuadro 1), se visitaron cada 20 días de julio 2002 a diciembre 2003. La edad de los huertos fue de 15 años y el manejo general del huerto fue a cargo del productor.

Los huertos se ubicaron entre 18° 01' 00.5'' y 19° 21' 05.5'' Latitud Norte, entre 101° 53' 00.0'' y 102° 50' 32.5'' Longitud Oeste; en cuanto a la altura sobre el nivel del mar (a.s.n.m.), el huerto más bajo fue a 35 metros y el más alto a 1242 metros.

Cuadro 1. Ubicación georeferenciada de seis huertos de mango CV Haden ubicados en diferentes ambientes agroclimáticos en Michoacán. 2002 – 2003.

| Municipio/Localidad | Lat. Norte | Long. Oeste | a.s.n.m. |
|---------------------------------|----------------|-----------------|----------|
| Taretan / Taretan | 19° 21' 05.5'' | 101° 54' 51.0'' | 1242 |
| Nuevo Urecho / Villa Erendira | 19° 10' 11.9'' | 101° 53' 00.0'' | 621 |
| Buenavista / El 25 | 19° 11' 09.5'' | 102° 33' 38.3'' | 432 |
| Tepalcatepec / La pista | 19° 12' 48.5'' | 102° 50' 32.5'' | 412 |
| J. Mújica / Cuatro caminos | 18° 59' 00.0'' | 102° 06' 46.8'' | 326 |
| Lázaro Cárdenas / Las Calabazas | 18° 01' 00.5'' | 102° 24' 12.5'' | 35 |

En cada visita se seleccionaron cinco árboles al azar, en cada uno se colectó al azar brotes con síntomas de “escoba de bruja” y brotes sanos (asintomáticos). Los 10 brotes (cinco sanos y cinco enfermos) de cada huerto se colocaron en una hielera para su traslado al laboratorio.

Bajo el microscopio de disección, de cada tipo de brote se colectaron cinco gramos de yemas, las cuales se fraccionaron con la ayuda de una navaja filosa y los ácaros observados se cuantificaron en forma directa; así se registró el total de ácaros encontrados en 5 gramos de yemas de brotes sanos y en 5 gramos de yemas de brotes con síntomas de escoba de bruja.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las localidades de Taretan (TR), Nuevo Urecho (NU), Buenavista (BV) y Tepalcatepec (TPC) la población de *A. mangiferae* en brotes asintomáticos fue aproximadamente de 50 ácaros por cada 5 gramos de tejido de yemas de agosto a diciembre del 2002 (Figura 1), y de abril a agosto del 2003 se incrementó hasta alrededor de 100 ácaros, sólo en las localidades de TR, NU y BV; en octubre y diciembre de este año la población se incrementó sólo en NU, J. Mújica (JM) y TPC.

La condición natural del brote de mango, las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, a.s.n.m. etc.) y el manejo del huerto (riegos, nutrición, podas, control de plagas, etc.), son factores que influyen en la población de *A. mangiferae*. En este trabajo las localidades con mayor a.s.n.m. la población de ácaros fue mayor.

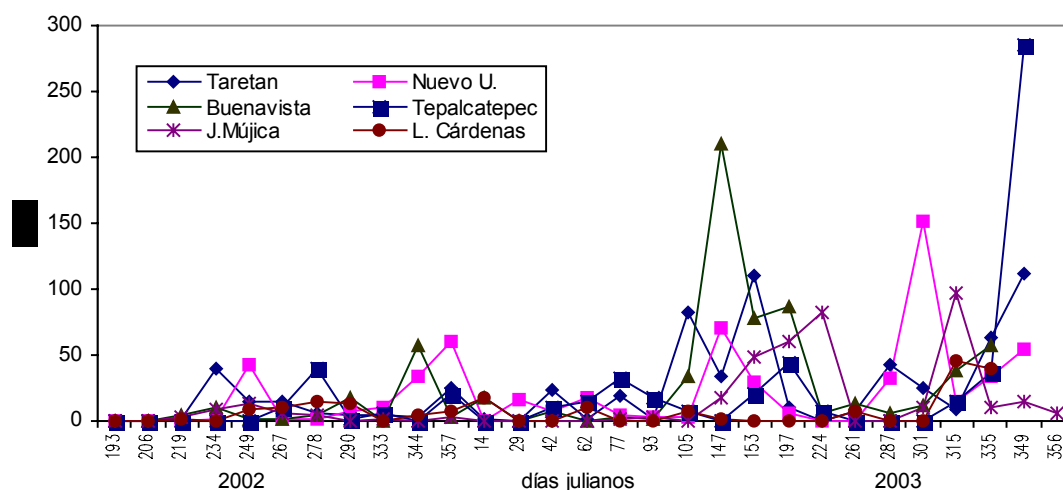


Figura 1. Dinámica poblacional de *Aceria mangiferae* en brotes asintomáticos de mango, ubicados en seis ambientes agroclimáticos de Michoacán, México. 2002 - 2003

En brotes enfermos colectados, la población de ácaros fue mayor en localidades ubicadas a mayor a.s.n.m. En TR la población se incrementó aproximadamente en 1000 ácaros en 5 gramos de tejido de yemas sólo en julio del 2003; en BV se incrementó hasta aproximadamente 250 en diciembre del 2002, y en mayo del 2003 hasta 500. En NU la población se incrementó en alrededor de 200 ácaros sólo en julio del 2003, y en TPC sólo se incrementó en marzo del 2003 con alrededor de 400. En general, los incrementos de ácaros fueron superiores en este caso, respecto a los presentados en brotes asintomáticos.

La mayor población total de *A. Mangiferae* en brotes sanos + enfermos ocurrió en septiembre y octubre del 2002 (desarrollo vegetativo en época de lluvia y cuando en época de estiaje), sólo en TPC y Lázaro Cárdenas (LC), aunque la máxima población no rebaso los 80 ácaros promedio. En diciembre del mismo año (inicia desarrollo floral en época de estiaje), la población total de *A. mangiferae* se incrementó sólo BV y NU, con población máxima de 300 y 80 ácaros respectivamente (Figura 3).

En período de floración, amarre y desarrollo de fruto (riegos cada 15 a 21 días) la población de *A. mangiferae* se redujo drásticamente en las seis localidades. De abril y mayo en época de cosecha (estiaje), la población de ácaros fue mayor en TR, BV, (NU) y JM con 1200,

750, 250 y 170 ácaros respectivamente; sin embargo, en LC y TPC la población se redujo drásticamente. Este comportamiento de *A. mangiferae* en períodos de sequía indica que la alta humedad relativa (mayor a 80%), aunado a un descenso de temperatura NO favorece su desarrollo.

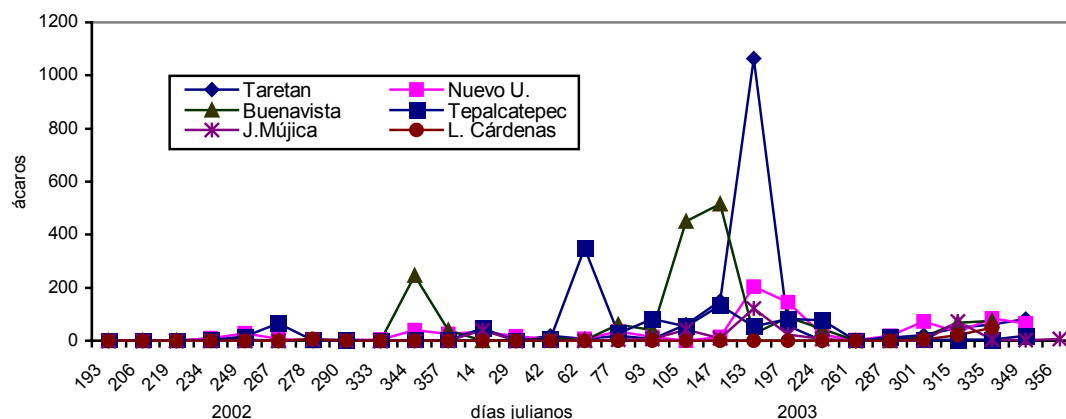


Figura 2. Dinámica poblacional de *Aceria mangiferae* en brotes de mango con síntomas de escoba de bruja, ubicados en seis ambientes agroclimáticos de Michoacán, México. 2002 – 2003.

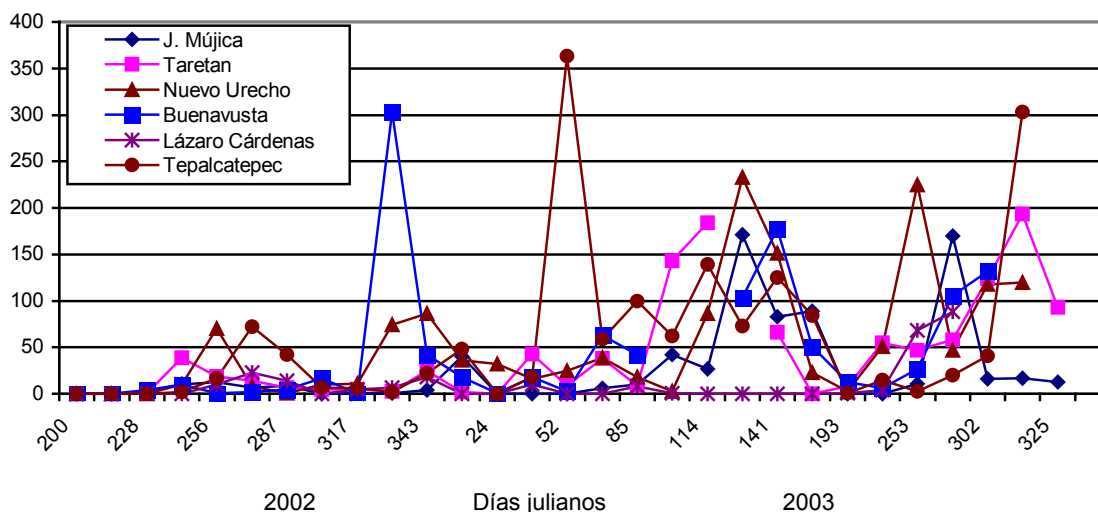


Figura 3. Dinámica poblacional total de *Aceria mangiferae* en brotes de mango con síntomas de escoba de bruja + brotes asintomáticos, ubicados en seis ambientes agroclimáticos de Michoacán, México. 2002 – 2003.

En BV, TR, TPC y NU, la población total de *A. mangiferae* de julio del 2002 a noviembre del 2003 fue mayor significativamente respecto a la población total en JM y LC. 2354 ácaros en BV, 2271 en TR, 1628 en TPC, 1499 en NU, 713 en JM y 267 en LC (Figura 4). Considerando

que las primeras cuatro localidades se encuentran ubicadas arriba de 400 m.s.n.m., con respecto a las últimas dos, indica que este factor es importante en el incremento repentino de la población de *A. mangiferae*.

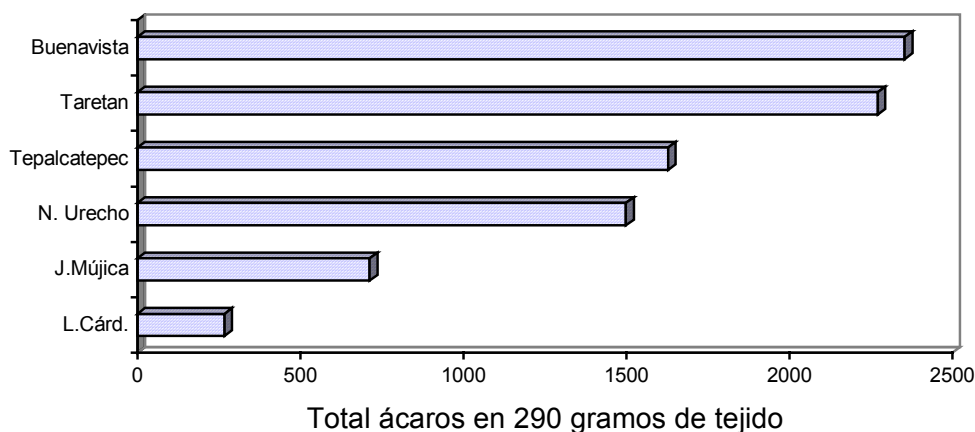


Figura 4. Población total de *Aceria mangiferae* de julio 2002 a diciembre 2003 en brotes de mango con síntomas de escoba de bruja + brotes asintomáticos, ubicados en seis ambientes agroclimáticos de Michoacán, México. 2002 – 2003.

CONCLUSIONES

En brotes con síntomas de escoba de bruja se presentó en forma significativa mayor población de ácaros *A. mangiferae*, respecto a brotes asintomáticos, lo que indica que los ácaros en brotes enfermos tuvieron mayor capacidad de introducir mayor número de esporas de *Fusarium* spp. al interior de la yema antes de la brotación.

La mayor población de ácaros se presentó en los ambientes ubicados arriba de los 400 m.s.n.m., respecto a la población de ácaros en localidades por debajo de 400 m.s.n.m.. Esto indica que el factor ambiental a.s.n.m restringe en cierta forma la reproducción de *A. mangiferae*, y por ende menor incidencia de escoba de bruja.

BIBLIOGRAFIA

- Abou-Awad, B.A. 1981. Ecological and biological studies of the mango bud mite, *Eriophyes mangiferae* (Sayed) with description of immature stages (Eriophyidae: Eriophyidae). *Acarologia*. 22:145-150.
- Agrios, N.G. 1991. Fitopatología. Ed. Limusa, Quinta reimpresión. México, D.F. 756 p.
- Ayvar, S.S., A.A. Michel, J.A. Duran y O.J. Hernández. 1990. Control cultural y químico de la escoba de bruja (*Fusarium oxysporum*) del mango, variedad Haden en Iguala, Gro., Memorias del XVII Congreso Nacional de Fitopatología, Culiacán, Sin. (marzo), p. 111.
- Chávez, C.X. y Vega, P.A. 1993. Control integrado de escoba de bruja en mango en Apatzingán. Michoacán. VI Reunión Científica y Técnica, Forestal y Agropecuaria. Michoacán. Memorias. Pág. 67.
- Dang, J.K. y Daulta, B.S. 1982. Mango malformation review. *Pesticides* 16 13:5-11. (Resumen de Review Applied Entomology (1983) 71:153).

- Díaz, H. L. de S. 1986. Fitopatología. Literatura reciente marzo-mayo 1985. Folleto informativo No. 1. Campo Agrícola Experimental Cotaxtla. Veracruz, Ver. 96 p.
- Díaz, B.V. 1979. Etiología de la deformación o escoba de bruja del mango en el estado de Morelos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Díaz, B.V. 1985. Control integrado de la "escoba de bruja del mango en el estado de Morelos. Agrociencia. Chapingo, Mex. 35-40.
- El-Beltagy, M.S., M.A. El-Ghandour, H.mamani. 1980. Effect of bayfolan and some growth regulators on modifying flowering and the incidence of flowering malformation of mango *Mangifera indica* L. Egyptian Journal of Horticulture 6(2):125-133. Abstrs.5511 (Review of Plant Pathology).
- Doreste, S.E. 1984. Acarología. IICA. San José, Costa Rica. Pág. 374.
- Doreste, S.E. 1984. Información sobre el eriófido del mango, *Eriophyes mangiferae* (Sayed), en Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay) 13 (1-4): 91-100.
- Estrella W. B. 1993. Aplicación de fungicidas para el control de escoba de bruja del mango (*Mangifera indica* L.) en Buenavista, Mich. Tesis de Licenciatura. UMSNH. Escuela de Ciencias Agropecuarias del Valle de Apatzingán. Apatzingán, Mich.
- Fletchmann, C.H.W., Kimatu, H., Medicalf, J.C., Ferré, J. 1970. Observações preliminares sobre a malformação em inflorescencias de mangueira (*Mangifera indica* L.) e fungos, alguns insetos e ácaros nelas encontrados. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Piracicaba, 27:281-285.
- García, R. J.S.. 1990. Identificación de los erioidos asociados con la "escoba de bruja" del mango (*Mangifera indica* L.) y ciclo biológico de la especie más común. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 50 p.
- GIIM (Grupo Interdisciplinario de Investigación en Mango). 1998. El Mango y su Manejo Integrado en Michoacán. Daniel Téliz, Editor. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 55p.
- Martinez, M.J.J. 1992. Detección del ácaro (*Aceria mangiferae*) y el hongo *Fusarium* spp. en brotes vegetativos y florales de mango enfermos por escoba de bruja en el Valle de Apatzingán. Tesis de Licenciatura. UMSNH. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. Uruapan, Mich.
- Miranda, S.M.A., Vega, P.A. y Chávez, C.X. 1991. Evaluación de acaricidas-insecticidas, para el control de "escoba de bruja" en mango. Cuarta Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria. Michoacán. CIFAP-INIFAP. p. 46.
- Noriega, D.H.C. 1996. "Escoba de bruja" del mango: etiología, histopatología, epidemiología y manejo integrado. Tesis de Doctor en Ciencias Especialista en Fitopatología. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 72 pág.
- Ortiz, U. L. 1987. Identificación y distribución de las principales enfermedades del mango en el Valle de Apatzingán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. 78 p.
- Rossetto, C.J. 1972. *Aceria mangiferae* (Sayed), praga de mangueira um Sao Paulo. Agronomic Campinas Brasil. 19(10): 34.
- Samson, J.A. 1991. Fruticultura Tropical. Ed. Limusa, 1a. Edición, 396 pag.
- Schlosser, E. 1971. Malformación del mango: Síntomas, presencia y susceptibilidad varietal. Boletín fitosanitario de la FAO. 19:12-14.
- Schwartz, A. 1968. A new mango pest, Farming in South Africa, 9:7.
- Sternlicht, M. Y Goldenberg, S. 1976. Mango erioid mites in relation inflorescence. Phytoparasitica. 4 (1): 45-50.
- Vega, P. A. y Miranda, S.M.A. 1993. Distribución incidencia y severidad de la escoba de bruja del mango (*Mangifera indica* L.) en el Valle de Apatzingán, Mich. Revista Mexicana de Fitopatología. 11:No.1:1-4.
- Vega, P. A. 1994. Enfermedades del mango *Mangifera indica* L. en el Valle de Apatzingán. Folleto Técnico Núm 20. SARH-INIFAP-CIPAC-MICHOACAN. Valle de Apatzingán, Mich., México. 26 p.

**PRACTICAS AGRICOLAS QUE AFECTAN LA CALIDAD
SANITARIA DEL MELON (*Cucumis melo* L.) EN LA
COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA Y DURANGO, MEXICO.**

¹Adrián Vega Piña, ¹Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, ¹Urbano Nava Camberos, ¹Pedro Cano Rios, ¹Florencio Jiménez Díaz, ¹Arnulfo Sifuentes Ibarra.

¹Investigadores del INIFAP, Campo Experimental La Laguna. Dirección: Bvd. José Santos Valdez No. 1200, Col. Mariano Matamoros, CP 27440, Matamoros, Coah.. Correo electrónico: vega.adrian@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En Estados Unidos durante 1994 ocurrieron 9,000 muertes y entre 6.5 a 33 millones de casos de enfermedades relacionadas con los alimentos. En México, a pesar de no existir estadísticas precisas, es notorio el aumento de problemas gastrointestinales en la población (Jiménez, 2001), durante 1996 se reportó una incidencia por cada 100,000 habitantes de 559 casos de amibiasis, 270 casos de ascariasis, 823 de enfermedades intestinales no específicas, 126 de diferentes parásitos intestinales, 27 casos de paratifoidea y salmonelosis, 32 de giardiasis, 4 de tifoidea, 5 de hepatitis A, 2 de teniasis, 2 de brucelosis, 25 de shigelosis, 24 de triquinosis y 1 de cólera. Por cada caso registrado existen aproximadamente 35 que no se registran. Los agentes biológicos considerados como causantes de riesgos directos son: *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae*, *Brucella melitensis*, *Salmonella* spp., Virus de la hepatitis A, *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter* spp, *Yersinia enterocolitica* y otros.

Actualmente la inocuidad es un factor que determina la posibilidad de sostenerse en el mercado de exportación. Muchas de las prácticas agrícolas que actualmente se realizan en melón representan un alto riesgo de contaminación. En la Comarca Lagunera el melón es el principal cultivo hortícola, sembrándose durante el ciclo 2003 un total de 6,389 has con una producción total de 113,792 toneladas. Actualmente existe un uso indiscriminado de productos químicos (insecticidas, fungicidas, bactericidas, herbicidas y reguladores del crecimiento), muchos de los cuales no están registrados para su uso en este cultivo.

Las prácticas agrícolas aplicadas al cultivo de melón requieren de mano de obra, lo que obliga a disponer de trabajadores agrícolas de forma continua durante el desarrollo del cultivo (siembra, acomodo de guía, eliminación de maleza, aplicación de pesticidas, acomodo de la fruta, cosecha, etc.). La inocuidad alimentaria es señalada por el incremento de los brotes de enfermedades gastrointestinales transmitidas por alimentos (ETA) y un gran número de estas, se derivan de un manejo inadecuado en fresco, tanto en la producción primaria como en el

empaques. México ocupa el segundo lugar en Latinoamérica en casos reportados. La Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos de América reportó durante el período de julio de 1999 a junio de 2000 un total de 470 cargamentos detenciones por contener residuos ilegales de plaguicidas, además de contaminantes microbiológicos tales como *Salmonella* y *Shigella*, en comparación con 245 detenciones que se presentaron durante el mismo período en 1988 -1999, es decir, se incrementó en 92% el número de detenciones por contaminantes, de los cuales el 59% se debió a residuos ilegales de plaguicidas. El objetivo fue detectar las prácticas agrícolas que pueden afectar la calidad sanitaria del melón.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 2004 se aplicaron 27 encuestas al azar a productores distribuidos en cinco áreas compactas de producción de melón en la Comarca Lagunera; ocho en el área de Matamoros-Viesca, Coah., cinco en el área de Ceballos, Dgo., cinco en Paila, Coah., cinco en Tlahualilo, Dgo., y cuatro en el área de Francisco I. Madero – San Pedro, Coah.. De éstos, 18 fueron en huertos ejidales y nueve en pequeñas propiedades.

En cada encuesta se obtuvo información con el fin de conocer y tipificar el estado actual del cultivo de melón (tenencia de la tierra, superficie, fecha de siembra, fecha de cosecha, etc.), así como de los aspectos importantes a considerar en el concepto de prácticas tendientes a lograr la inocuidad de la fruta, como son agua y suelo (fuente de agua, sistema de conducción y aplicación del agua, etc.) salud e higiene de los trabajadores (origen de los trabajadores, capacitación, presencia de letrinas, etc.), plaguicidas aplicados (tipo de plaguicida, dosis, época de aplicación, etc.), método de cosecha y transporte (tipo de contenedor usado en cosecha, vehículo utilizado en transporte, etc.), relacionada a las prácticas agrícolas que se desarrollan para una producción inocua de este fruto.



Aplicación de encuesta a productor de melón en el área de Matamoros – Viesca, Coah., 2004

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presenta información emanada de las encuestas sobre algunas prácticas agrícolas: el 91% de los productores NO realiza análisis físico – químico de suelo y agua para determinar la cantidad correcta de fertilizante que requiere el cultivo, lo cual hace que éstos productores apliquen fertilizantes inadecuados, así como dosis en exceso o deficiencia que repercute directamente en la contaminación de suelo y fruto, así como en la producción; por otro lado, este tipo de productores desconoce la calidad de agua (principalmente de noria) que aplica en los riegos, la cual podría tener residuos de metales pesados o agroquímicos que han sido acumulados en los mantos freáticos a través de los años.

El 82 % de los productores NO usa sistema de acolchado del suelo, lo cual puede repercutir directamente en la contaminación microbiológica del fruto al estar directamente en contacto con el suelo. El 100 % de los productores NO conocen la NOM-034, lo que indica que hace falta con urgencia programas de de capacitación especializada sobre inocuidad alimentaria en el cultivo de melón; el mismo porcentaje utiliza fertilizantes químicos al suelo o al follaje (hormonas y micronutrientes) cada semana, indicando falta de información oportuna que ocasiona una aplicación excesiva de éstos insumos, trayendo consigo una probable contaminación química de suelo y planta.

El 64 % aplica pesticidas (control de plagas y enfermedades) cada nueve días, el 27 % cada cinco días y el 73 % no entierra los envases de pesticidas; con esta información se recalca la importancia de aplicar programas de capacitación en el manejo tecnológico del cultivo, así como la aplicación de las buenas prácticas agrícolas para producir fruta inocua. El 55% de las huertas NO tiene cerco para evitar la entrada a animales diversos (perros, cabras, vacas, caballos, etc), que de alguna forma aportan contaminación a los frutos por medio de coniformes fecales.

En el 100 % de las huertas con entrevista no se desinfectan las herramientas de cosecha y no se asean los trabajadores antes y después de cada jornada de trabajo. En el 95 % de los huertos NO tiene sanitarios portátiles, lo que aumenta el riesgo de contaminantes microbiológicos por coliformes fecales de trabajadores, que trae consigo una contaminación importante y problemas gastrointestinales en la población. El 82 % de los productores utiliza más de 10 jornales por hectárea en la etapa de cosecha, El 83 % NO registra en bitácora las actividades realizadas y el 91 % no recibe capacitación sobre buenas prácticas agrícolas.



Uso excesivo en aplicación de agroquímicos (izquierda) y falta de cercado en huerto que facilita la entrada de animales (derecha).

CONCLUSIONES

El sector agrícola de México requiere de recursos humanos entrenados para establecer un programa de aseguramiento de alta calidad sanitaria de melón, con base en las buenas prácticas agrícolas y de manejo de la producción.

El uso excesivo de agroquímicos (pesticidas, fertilizantes y reguladores del crecimiento) en los diferentes sistemas de producción de melón en la Comarca Lagunera son ya un riesgo para la salud humana al acumular en el suelo y manto freático un riesgo directo para la salud humana.

Con los resultados en las encuestas existe el peligro de un incremento continuo en casos de enfermedades en humanos transmitidos por el consumo en fresco del melón, tanto en nuestro país como en los consumidores que reciben los productos mexicanos en el extranjero.

BIBLIOGRAFIA

- Anónimo. 1998. Memorias del Curso HACCP. Instituto de Procesadores de Alimentos y la Alianza Internacional de HACCP. Junio 9-11. México, D.F.
- Anónimo. 1999. Guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano en los alimentos, en el caso de frutas y vegetales frescos. U.S. Department of Health and Human Services. FDA. Center for Food Safety and Applied Nutrition. 48 pp.
- Avila, F.A. 1999. **Prácticas de Producción. In: Memorias sobre Inocuidad Alimentaria. SAGAR-BANCOMEXT. Módulo III. P. 86-88.**
- Carreño A., M.C. 2000. Higiene y salud de los trabajadores. 7^a. Reunión anual del Conacofi. 1^a. Semana Nacional de Sanidad Agropecuaria. 24-26 Octubre. Puebla, Pue. México. P. 85-88.
- Claridades Agropecuarias. 2000. Melón Mexicano; ejemplo de tecnología aplicada. Apoyos y servicios a la comercialización agropecuaria. Dirección General de Operaciones Financieras. SAGAR-ASERCA. México (84):1- 32 pp.
- Dirección General de Sanidad Vegetal. 2000a. Regulación Sanitaria y Fitosanitaria. Curso de Capacitación de Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. p. 89-101.
- Dirección General de Sanidad Vegetal. 2000b. Manejo de Plagas en Campo. Curso de Capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. p. 64-73.
- FDA-CFSAN. 1999. Survey of imported fresh produce. Imports branch. Documento Web. <http://vm.cfsan.fda.gov/dms/prodsurv.html>
- Flores, L. J.L. 1999a. Análisis de contaminación cruzada, caso práctico. In: Memorias sobre inocuidad alimentaria. SAGAR-BANCOMEXT. p. 13-14

- Flores, L. J.L. 2000. Contaminantes químicos (metales pesados) de frutas y hortalizas. Curso de capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz México. p. 36-40.
- Gayley, G.E.; R.A. Mac Cready; J.P. Reardon and B.F. MacKerman. 1995. An outbreak of salmonellosis traced to watermelon. *Public Health Rep.* 70:311-313.
- Guerrero, R.E. 2000. Manejo de plagas en instalaciones. Curso de capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. p. 74-77.
- Heredia, C.S. 2000. Manejo del agua. Curso de Capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. p. 41-47.
- Hernández, J.L.; G. Valdés; M. Lagorreta y J.L. Flores. 2000. Contaminantes microbiológicos y físicos de frutas y hortalizas. Memorias del Curso de Capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. México. p. 31-35.
- Hunter, L. 1999. Caracterización de riesgos químicos. *In: Memorias sobre inocuidad alimentaria. SAGAR:BANCOMEXT. Módulo II.* p. 42-43.
- IICA. 1999. Certificación de procesos para el aseguramiento de la calidad, inocuidad y gestión ambiental para productos de origen agrícola. *Costa Rica.* 56 p.
- Jiménez, D.F. 2001. Inocuidad Aplicada para Algunos Productos Agrícolas de la Región Lagunera. *In: Memorias XIII Semana Internacional de Agronomía. FAZ., UJED. 3-7 de Septiembre. Gómez Palacio, Dgo. México.*
- Kautter, D.A. 1999. El Sistema HACCP. *In: 1ª. Conferencia Regional de Salud Alimentaria para Norte y Centroamérica. 22-23 de Sept. México, D.F.* p. 56-65.
- Millner, P. 1999. Reducción microbiana en campo. *In: Memorias sobre inocuidad alimentaria. SAGAR:BANCOMEXT.* p. 18-20.
- Ovando, L. 2001. Inocuidad en las empresas de melón. *In: Memorias del Congreso Centroamericano de México y El Caribe de Productores y Exportadores de Melón. 25-28 de Julio. Antigua, Guatemala.*
- Puente, R.M.; N.A. Elizalde J. y S.E. Rojas V. 2000. Análisis de riesgos y tipos de riesgos asociados con la producción de frutas y hortalizas frescas. 7ª. Reunión Anual del CONACOFI. *In: 1ª. Semana Nacional de Sanidad Agropecuaria. 24-26 de Octubre. Puebla, Puebla.* p. 69-77.
- Salazar, A. C. 2000. El mercado mundial de frutas y hortalizas. *In: Memorias del curso de capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz.* p. 16-27.
- Uribe, R.G. 2000. Higiene y salud de los trabajadores. *In: Curso de capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. México.* p. 78-82.
- Valero, G.J. 2000. Manejo de abonos orgánicos y biosólidos. *In: Curso de capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. México.* p. 56-63.
- Velez, M.A. 2000. Residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas frescas. *In: Curso de capacitación sobre Buenas Prácticas Agrícolas. 26 de Nov-1 de Dic. Veracruz. México.* p. 41-47.

ALGUNOS SITIOS CON ARBOLADO VIEJO Y SU POTENCIAL DENDROECOLÓGICO EN EL NORTE-CENTRO DE MÉXICO

José Villanueva Díaz¹, Julián Cerano Paredes¹, Roque Morán Martínez¹

¹INIFAP CENID-RASPA, Km 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango. México. 35140. Tel.: 719 10 76 y 77; Fax: 719 11 34; villanueva.jose@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

En un mundo globalizado, donde la conservación del ambiente y de sus recursos naturales es fundamental, cobra especial relevancia, el primero conocer cual es la riqueza biológica de un país, de tal manera de no destruirla, así como formular planes para su manejo y conservación.

En este tenor, el desconocimiento de la existencia de ejemplares arbóreos antiguos en México, en la Sierra Madre Occidental, Oriental, otros sistemas montañosos del país, áreas riparias, zonas semiáridas y ecosistemas tropicales y semitropicales ha provocado de manera paulatina su exterminio.

Caso concreto, es la desaparición casi total de los bosques viejos de pino-encino en la Sierra Madre Occidental, originado por la elevada tasa de deforestación y otros cambios de uso del suelo (Lammertink *et al.* 1997).

En la república mexicana, se estima que la deforestación supera en promedio las 350,000 ha por año (SEMARNAT, 2000).

La destrucción de ecosistemas con especímenes centenarios, no solo origina la desaparición de ellos, si nó que también afecta las relaciones existentes entre dichos organismos y otros factores bióticos y abióticos con los cuales ha establecido a través de los siglos una estabilidad ecológica.

Esto también representa, pérdida de germoplasma de especímenes adaptados a condiciones ecológicas estresantes; fuente de alimentos, ingredientes activos medicinales e industriales y de información climática no disponible aun en los registros instrumentales de mayor extensión y calidad actualmente conocidos.

Un país como México, de reconocimiento internacional por su riqueza biológica, requiere de estudios específicos que indiquen la ubicación precisa de especímenes centenarios y aun milenarios, de tal suerte que sea factible conservarlos y aprovechar la riqueza que en términos de servicios ambientales (aire, agua, fauna silvestre, ecología del paisaje, ecoturismo, etc.) y paleoclimáticos son capaces de proporcionar.

El objetivo general de este trabajo, no es tan solo el de indicar la ubicación de estos

especímenes antiguos en el centro – norte de México, si nó más bien de aprovechar el cúmulo de información paleoclimática y ecológica que estos organismos guardan en sus anillos de crecimiento anual, de tal manera de capitalizar dicha información para el desarrollo de planes de manejo sustentable y de su conservación.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende diversos ecosistemas de bosque mixto templado, bosques de galería y vegetación árida distribuidos en la región norte – centro de México. Estos ecosistemas de manera específica están integrados por diversas especies de pino (*Pinus sp*), *Pseudotsuga menziesii*; cedro (*Juniperus sp*), encinos (*Quercus sp*), sabino o ahuehuate (*Taxodium mucronatum*), mezquite (*Prosopis sp*), entre otras especies.

METODOLOGÍA

Los bosques viejos de México y por ende la presencia de especímenes centenarios o milenarios, han sido confinados a sitios de difícil acceso, algunas veces en áreas naturales protegidas y ocasionalmente en asentamientos urbanos o rurales, así como en predios particulares, donde los ejemplares han sido conservados debido a que tienen algún valor sentimental que los liga con sus propietarios o con la misma comunidad.

Parte del proceso metodológico en esta investigación, se fundamentó en estudios que describen la ubicación y estado actual de estos bosques viejos y estudios botánicos y ecológicos que indican la distribución de aquellas especies, que por su naturaleza alcanzan largos períodos de vida.

En la ubicación de arbolado viejo, también se consideró el conocimiento que en este aspecto, tienen los ejidatarios, comuneros y prestadores de servicios forestales. Una vez detectados estos sitios, se realizaron recorridos exploratorios, posteriormente se verificó la presencia de este tipo de arbolado y se procedió a la toma de núcleos o virutas, muestras botánicas, de germoplasma (cuando existía), así como medición de variables morfológicas de tales especímenes (altura, diámetro normal) y descripción fisiográfica del sitio (tipo de suelo, especies asociadas, etc.).

Para propósitos de estimación de la edad, se obtuvieron dos núcleos o virutas de estos árboles. Las muestras se extrajeron con taladros Pressler de diversas dimensiones (dependiendo del tamaño del árbol, se utilizaron taladros desde 14 hasta 24" de longitud), de tal manera, que fue factible obtener el mayor radio e inclusive la mayoría de las muestras extraídas contuvieron el centro del árbol.

Para facilitar el manejo y medición de los núcleos de crecimiento, estos se montaron y pegaron en estructuras acanaladas de madera, se identificaron adecuadamente y posteriormente se pulieron intensamente con lijas de diversos grados de fineza para resaltar con claridad sus crecimientos anuales.

La determinación de años de la muestra se obtuvo con el uso de técnicas dendrocronológicas estándar (Stokes y Smiley, 1968).

Cuando la sección obtenida (radio) no contenía el centro del árbol, se realizó un ajuste y se estimaron los años del radio faltante. A la edad total estimada con este procedimiento, se le sumó un determinado número de años, correspondientes al tiempo que transcurre para que el árbol alcance la altura de muestreo.

Las virutas procesadas, fechadas e identificadas, se almacenaron en una xiloteca; este banco de datos es parte de la infraestructura del Laboratorio de Dendrocronología del INIFAP CENID - RASPA, y que se encuentra accesible al público para fines educativos y científicos.

Se produjeron series dendrocronológicas para extraer la señal climática. Para el desarrollo de estas series "proxys", se fecharon los crecimientos al año de su formación y luego con el sistema de medición VELMEX, resolución 0.01 mm, se midió el ancho de anillo total, ancho de madera temprana y tardía.

El fechado se verificó con el programa COFECHA (Holmes, 1983) y se generaron cronologías con el programa ARSTAN (Cook, 1987). La respuesta cronología-clima se definió con un análisis de función de respuesta (Fritts, 1976).

La relación crecimiento – clima se calibró y verificó con datos climáticos disponibles y finalmente se desarrollaron reconstrucciones de lluvia.

La información derivada de estos estudios es fundamental para entender la variabilidad histórica-climática en el centro-norte de México, influencia de patrones circulatorios de alcance continental, como El Niño/Oscilación del Sur, Monzón Mexicano y lluvias convectivas y su influencia histórica en el desarrollo socioeconómico de la población.

RESULTADOS Y DISCUSION

En este trabajo se reportan algunos resultados de muestreos realizados tanto en bosques de coníferas, como de ecosistemas riparios o de galería distribuidos en diversos sitios de los estados de Nuevo León, Chihuahua, Durango, Coahuila, San Luis Potosí y Querétaro.

Las cronologías de especímenes centenarios desarrolladas específicamente por el Laboratorio de Dendrocronología del CENID – RASPA, suman más de 20 y se trabaja en otras colectas obtenidas en fecha reciente (Figura 1).

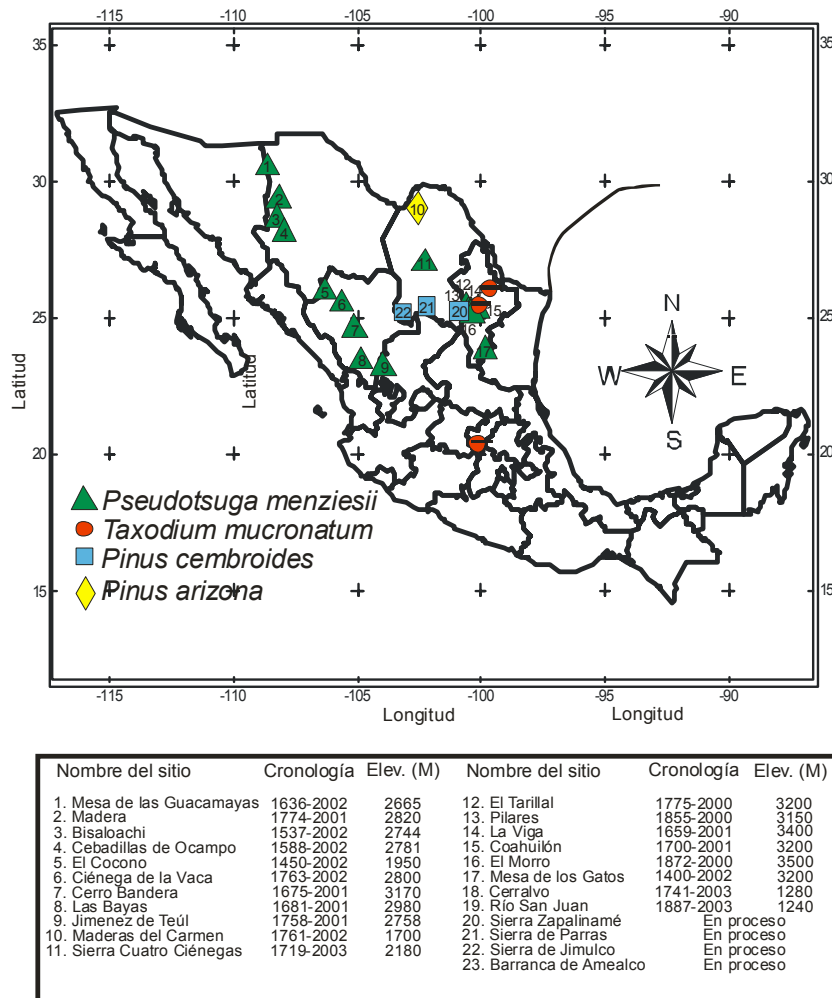


Figura 1. Relación de cronologías desarrolladas con diversas especies longevas para la región norte – centro de México.

Los resultados indican que el sabino en algunos rodales del estado de Nuevo León, se caracteriza por la presencia de arbolado relativamente viejo en un rango de edades de menos de 50 hasta más de 500 años.

En los márgenes del río Nazas (tramo San Fernando – La Presa), muestreos preliminares indican la dominancia de arbolado joven, aunque no se descarta la presencia de especímenes con más de 500 años.

Sitios de muestreo adicional con esta especie se han llevado a cabo también en diversos parajes con vegetación de galería ubicados en los estados de Querétaro, San Luis Potosí y Parque de Chapultepec, México, D.F (Villanueva *et al.* 2003.) (Cuadro 1).

Una de las especies de mayor importancia por su longevidad y sensibilidad climática es *Pseudotsuga menziesii*, especie con la cual se ha desarrollado una red de cronologías en el norte y centro de México. Uno de los sitios de *Pseudotsuga* más interesantes es el ubicado en Bisaloachi, Chihuahua, que posee individuos que alcanzan 612 años de edad (cuadro 1).

Cuadro 1. Rodales de sabino (*Taxodium mucronatum*) y hallarín (*Pseudotsuga menziesii*) en la región norte – centro de México, donde se ha detectado la presencia de árboles centenarios.

| Sitio | Coordenadas | Diámetro (cm) Rango | Edad (Años) Rango |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|----------------------|
| <i>Taxodium mucronatum</i> | | | |
| Cerralvo, N.L. | 26° 05' 00" N, 99° 37' 19" W; 1280 m | 58.7 a 360 | 37 – 497 |
| Raíces, Allende, N.L. | 25° 15' 21" N, 100° 00' 59" W; 530 m | 27.5 a 200 | 59 – 310 |
| Río San Juan, Santiago, N.L. | 25° 27' 00" N, 100° 05' 26" W, 1240 | 78.0 a 174.5 | 71 – 207 |
| Puente Cabezones, Linares, N.L.. | 24° 59' 24" N, 99° 45' 10" W; 570 | 60.0 – 150.0 | 100 – 150 |
| Márgenes Nazas, Dgo. | 25° 27' 13" N, 103° 43' 39" W; 1100 m | 5.6 – 245.7 | 14 – 309 |
| Panales, Tolimán, Qro. | 20° 52' 43.5", 99° 59' 19.2"; 1672 m | 71.1 – 200.0 | 154 – 217 |
| Moctezuma, Qro. | 20° 52' 43.5", 99° 59' 19.2"; 1672 m | 72.0 – 165.0 | 154 – 196 |
| Barranca de Amealco, Qro. | 20° 20' 25"; 100° 07' 21.5"; 1950 m | 70.0 – 210.0 | 250 – 1125 |
| Los Peroles, Rioverde, S.L.P. | 22° 11' 8" N y 99° 53' 56" W; 950 m | 69.8 – 210.0 | 166 – 1150 |
| Chapultepec, México, D.F. | 19° 24' 00" N y 99° 11' 00" W; 2309 m | 45.7 – 227.0 | 80 – 830 |
| <i>Pseudotsuga menziesii</i> | | | |
| Bisaloachi, Chih. | 28° 38' 24", 108° 16' 43"; 2,744 m | 48.0 – 140.0 | 194 - 612 |
| Mesa de las Guacamayas, Casas Grandes, Chih. | 30° 32' 59" N, 108° 37' 13" W; 2,665 m | 56.0 – 127.2 | 131 – 416 |
| Cebadillas de Ocampo, Uruachi, Chih. | 28° 07' 30" N, 107° 57' 10" W; 2,665 m | 60.0 – 96.0 | 138 – 503 |
| Maderas, Chih. | 29° 18' 13" N, 108° 13' 24" W, 2820 m | 50.0 – 87.3 | 81 – 251 |
| El Cócono, Guanaceví, Dgo. | 26° 01' 45", 106° 20' 15"; 2,990 m | 60.0 – 96.0 | 159 – 562 |

En el estado de Durango y específicamente en parajes de la Sierra Madre Occidental se tienen colectas de *Pseudotsuga* en los sitios "El Cócono", "Cerro Banderas", "Ciénega de la Vaca", "Las Bayas" "El Tarahumar", y "Pitoreal". Sitios adicionales de muestreo se ubicaron en parajes de la Sierra Madre Oriental, específicamente en la Sierra de Arteaga, Coahuila, donde

se tienen colectas de “La Viga”, “El Coahuilón”, “Los Lirios”, “El Tarillal” y “Los Pilares”, además de dos sitios de “Sierra la Madera”, Cuatrociénegas, Coahuila (“El Carreteral” y “El Quemado”) y uno de Maderas del Carmen. Para el estado de Nuevo León se tienen colectados dos sitios “Cerro Potosí” y “Peña Nevada”.

De los parajes Cerralvo y Río San Juan, N.L., se generaron cronologías de 262 y 116 años de extensión, respectivamente.

Estas cronologías muestran el crecimiento anual de esta especie y la influencia ejercida por el clima y quizás el efecto de estructuras hidráulicas producidas por el hombre como es la presa “La Boca” (Figura 2).

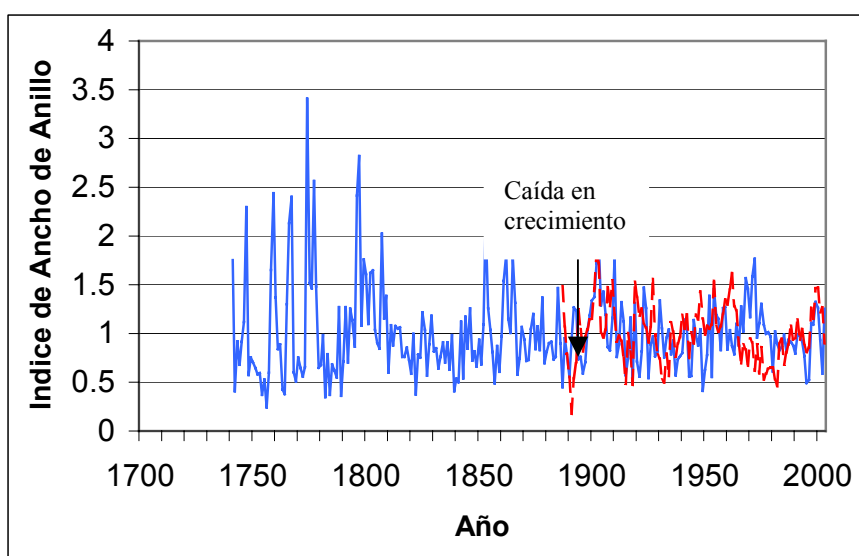


Figura 2. Cronología de anillo total de sabino para los parajes Cerralvo (línea continua azul) y Río San Juan (línea discontinua roja). La cronología del Río San Juan en comparación con la de Cerralvo muestra una caída en crecimiento en la década de 1960 que se extiende por más de 30 años, posiblemente debido al efecto de la construcción de la presa “La Boca” ubicada aguas arriba del sitio de colecta.

Cronologías de anillos de árboles centenarios ubicados en la Sierra de Arteaga se utilizaron para reconstruir precipitación estacional invierno – primavera (enero – junio) en Saltillo, Coahuila para los últimos 350 años (1643 – 2001), la cual indica períodos extremadamente secos que asolaron el noreste de México y otras regiones del país (Figura 3).

Reconstrucciones de este tipo se encuentran disponibles para Nuevo León, Tamaulipas, Chihuahua, Durango y Coahuila, algunas de las cuales muestran la influencia de eventos cálidos de El Niño – Oscilación del Sur, con un efecto significativo en la precipitación invernal del norte de México (Stahle *et al.* 1998).

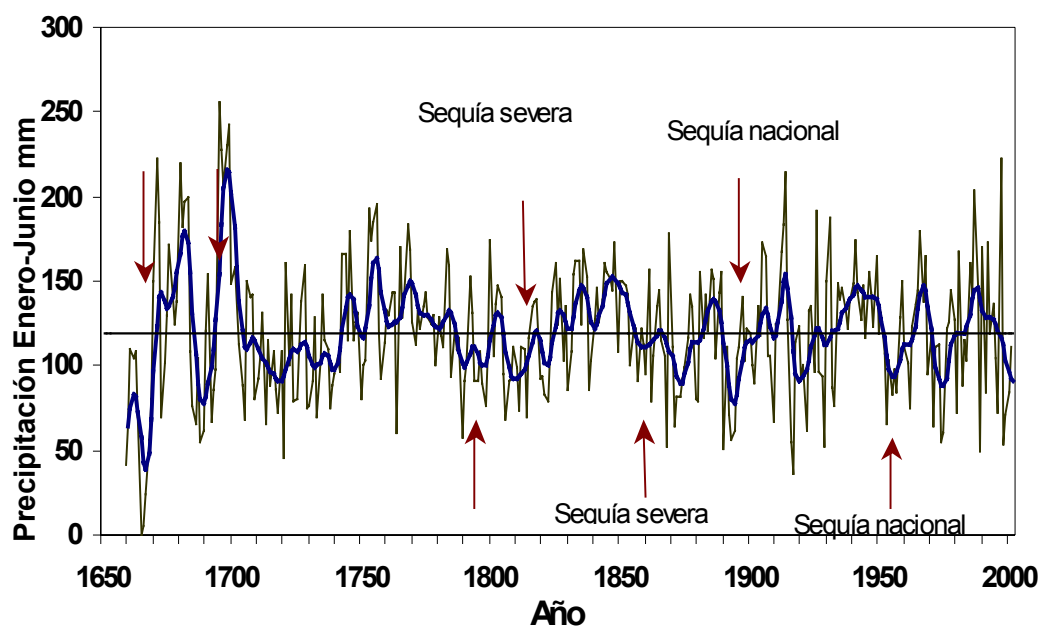


Figura 3. Reconstrucción de precipitación para Saltillo, Coahuila con el uso de cronologías de madera temprana de árboles de *Pseudotsuga menziesii*. La reconstrucción indica la presencia de sequías extremas que en ciertos períodos asolaron esta región del noreste de México.

CONCLUSIONES

La conservación de ecosistemas con la presencia de arbolado viejo resulta estratégica, ya que estos organismos antiguos guardan estrecha relación con otros organismos que comparten el mismo nicho ecológico; además de contener información paleoclimática esencial para estudios históricos de variabilidad de precipitación y de otras variables climáticas. No obstante lo anterior, estudios de este tipo son muy escasos en México, por lo que este trabajo representa el primer intento y que se considera muy preliminar en el estudio de organismos catalogados como antiguos. El sabino, es la especie más longeva y se determinó que en centro – norte de México se pueden ubicar especímenes con más de 1000 años de edad y es común observar individuos que sobrepasan los 300 años de antigüedad, especialmente en los estados de Nuevo León, Durango, Querétaro y San Luis Potosí. El hallarín, conífera de elevaciones superiores a 2,300 m, constituye la especie que además de sobrevivir por más de 500 años, muestra alta sensibilidad a cambios climáticos y es de suma importancia para estudios paleoclimáticos y patrones de circulación atmosférica global. Sin embargo, el aprovechamiento forestal de los bosques ha provocado la desaparición de muchos rodales donde se encuentra la especie, por lo que estudios de este tipo pueden contribuir a formular planes de manejo para su conservación.

BIBLIOGRAFIA

- Cook, E.R. 1987. The decomposition of tree-ring series for environmental studies. *Tree-Ring Bulletin* 47: 37-59.
- Fritts, H.C. 1976. *Tree rings and climate*. London Academic Press. 567 pp.
- Holmes, R.L. 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin* 43: 69-78.
- Lammertink, J.M., A.J. Rójas T., F.M. Casillas O y R.L. Otto. 1997. Situación y conservación de los bosques antiguos de pino-encino de la Sierra Madre Occidental y sus aves endémicas. Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, Sección Mexicana.
- SEMARNAT. Dirección General de Estadística e Información. 2000. Cifras sobre la deforestación en México. <http://www.semarnat.gob.mx/produccion/rec-forestales/inv3.shtml>
- Stahle, D.W., R.D. Dárrigo, P.J. Krusic, M.K. Cleaveland, E.R. Cook, R.J. Allan, J.E. Cole, R.B. Dunbar, M.D. Therrell, D.A. Guy, M.D. Moore, M.A. Stokes, B.T. Burns, J. Villanueva-Díaz, and L.G. Thompson. 1998. Experimental dendroclimatic reconstruction of the Southern Oscillation. *Bulletin of the American Meteorological Society* 70(10): 2137-2152.
- Stokes, M.A. and T.L. Smiley. 1968. *An introduction to tree-ring dating*. The University of Chicago Press.
- Villanueva D.J., D.W. Stahle, M.D. Therrell, M.K. Cleaveland, F. Camacho Morfín, P. Nuñez Díaz de la Fuente, S. Gómez Chávez, J. Sánchez Sesma, J.A. Ramírez García. 2003. Registros climáticos de los ahuehetes de Chapultepec en los últimos 450 años. *Boletín del Archivo Histórico del Agua* (8): 34 – 43.

TRES SIGLOS DE PRECIPITACIÓN RECONSTRUIDA INVIERNO-PRIMAVERA PARA LA REGIÓN DE CUATROCIÉNEGAS, COAHUILA.

**José Villanueva Díaz¹, Julián Cerano Paredes¹,
Juan Estrada Ávalos¹, Roque Morán Martínez¹**

¹INIFAP CENID-RASPA, Km 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento,
Gómez Palacio, Durango. México. 35140. Tel.: 719 10 76 y 77; Fax: 719 11 34;
villanueva.jose@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

El valle de Cuatrociénegas constituye el humedal más importante del desierto Chihuahuense. Científicamente esta área tiene prestigio internacional por constituir un ecosistema único en su género, debido a la presencia de endemismos de fauna acuática y subacuática, los cuales evolucionaron desde tiempos prehistóricos por su aislamiento hidrológico (INE, 1999). En 1994, el gobierno Mexicano decretó a este valle como “Área Natural Protegida”. El área ocupa una extensión de 84,347.5 ha con la presencia de manantiales, arroyos permanentes y áreas inundadas. Aunque la parte más conocida del valle de Cuatrociénegas lo constituye la planicie, este valle está rodeado por montañas, que conforman verdaderas “Sky Islands” con alta biodiversidad y que a lo largo de un gradiente altitudinal dan paso a una serie de ecosistemas desde pastizales y matorrales desérticos en la planicie hasta encinares y bosque mixto de coníferas en su máxima elevación.

La importancia de esta vegetación montana, en la presencia de manantiales en la parte baja del valle, no ha sido del todo elucidada, sin embargo, es innegable la influencia que ejercen estos bosques en el ciclo hidrológico y en la recarga de acuíferos que se hacen presentes en la planicie.

Una de las especies que integran estos ecosistemas montañosos es el Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*(Mirb) Franco), conífera longeva y de alta sensibilidad a cambios climáticos, ya que registra en sus anillos de crecimiento anual, tanto de madera temprana como tardía la influencia de la precipitación invernal y de aquella que se registra en la época cálida del año. El conocimiento histórico de la variabilidad hidroclimática derivada de anillos de árboles, constituye una herramienta fundamental con uso potencial para planeación y manejo del recurso agua.

El objetivo de este estudio fue generar cronologías de anillos de crecimiento anual de *Pseudotsuga* para desarrollar una reconstrucción de precipitación de los últimos 300 años en el área de Cuatrociénegas; así mismo, determinar su variabilidad en el tiempo y analizar la influencia climática de patrones circulatorios que impactan esta región.

AREA DE ESTUDIO

Los sitios de estudio se localizan en Sierra la Madera, Cuatrociénegas; el primer sitio de colecta denominado “Cañon del Oso (SMD), se ubica en las coordenadas 27° 01’27” N, 102° 17’ 27” W; 2420 m; mientras que el segundo “El Pajarito” (PAJ) en las coordenadas 27° 02’08” N, 102° 22’ 29” W; 2380 m (Figura 1).

Sierra la Madera está integrada por un macizo de rocas calizas que corren en una dirección noroeste –sureste.

Esta sierra aunada a otras que se encuentran en la misma dirección constituyen verdaderas barreras que franquean el paso de los vientos húmedos procedentes tanto del Golfo de México como del Pacífico.

El bosque mixto de coníferas se desarrolla en la parte más alta de Sierra la Madera, donde se establecieron los sitios de muestreo, en elevaciones que superan los 2,380 m.

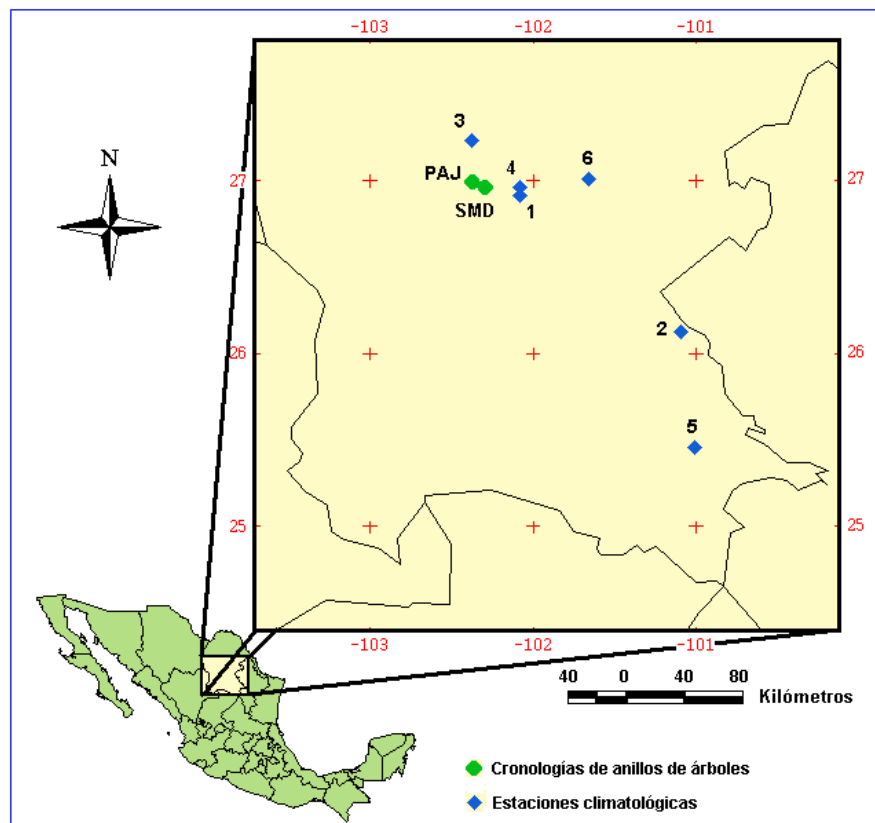


Figura 1. Ubicación geográfica de los parajes de muestreo (SMD, PAJ) de *Pseudotsuga menziesii* en Sierra la Madera, Cuatrociénegas. Estaciones climáticas aledañas a los sitio de muestreo se encuentran enumeradas y se utilizaron para analizar la respuesta climática de las cronologías generadas.

METODOLOGÍA

Dos parajes de bosque mixto en Sierra la Madera, Cuatrociénegas fueron muestreados para estudios dendrocronológicos. Árboles de *Pseudotsuga menziesii* se seleccionaron y muestrearon con taladro Pressler a la altura del pecho. De estos árboles se extrajeron dos virutas (núcleos de crecimiento). Los núcleos de crecimiento, se identificaron, montaron y pegaron en secciones acanaladas de madera para facilitar su manejo; posteriormente estas se pulieron con diversos grados de lija (grano grueso a fino) para resaltar sus estructuras de crecimiento.

En el laboratorio de Dendrocronología del INIFAP y con el apoyo de un estereomicroscopio trinocular de alta resolución, los anillos se contaron y fecharon al año exacto de su formación (Stokes y Smiley, 1968). Una vez fechadas las muestras, cada crecimiento individual (anillo anual) se seccionó en bandas de madera temprana (EW, siglas en Inglés), tardía (LW, siglas en Inglés) y anillo total (RW, siglas en Inglés) y posteriormente estas bandas se midieron individualmente con un sistema de medición VELMEX. El cofechado, calidad de la respuesta climática y exactitud de la medición de cada anillo se verificó con el programa COFECHA (Holmes, 1983).

Las tendencias no relacionadas con clima, se removieron con el programa ARSTAN, al insertar una curva exponencial negativa o línea recta a la serie de medición y luego dividir cada valor anual de medición entre el valor obtenido de la curva (Cook, 1987).

Para determinar la influencia del clima en el crecimiento estacional de *Pseudotsuga*, se recopilaron de la base climática ERIC (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1997) aquellas estaciones más cercanas a los sitios de colecta. La respuesta climática entre precipitación y el crecimiento anual se investigó con la subrutina "Análisis de Función de Respuesta.

Una vez definido el período de respuesta climática, con la mitad de datos climáticos disponibles se realizó una calibración entre la cronología y los registros estacionales de precipitación y posteriormente con la otra mitad, una verificación (Fritts, 1991). Finalmente se obtuvo una ecuación de transferencia para el período total de datos de precipitación disponibles, la cual fue utilizada para generar la reconstrucción de precipitación en la longitud total de la cronología. A la serie de alta frecuencia se le ajustó una curva decenal flexible para resaltar eventos secos o húmedos. Los períodos de sequía presentes en la reconstrucción, se compararon con períodos similares en otras reconstrucciones de precipitación en las Sierras Madre Oriental y Occidental. Así mismo se analizó el impacto del fenómeno El Niño, mediante el índice de lluvia tropical.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cronologías de anillo total, madera temprana y tardía se generaron para los parajes Cañon del Oso y Pajarito en Sierra la Madera, Cuatrociénegas, Coahuila. Las cronologías tienen una extensión de 285 años (1719 – 2003) para el paraje SMD y 224 años (1780 – 2003) para el paraje PAJ, pero poseen una respuesta climática muy similar.

Al comparar las cronologías promedio de madera temprana con los datos climáticos disponibles, esta mostró una mayor correlación con el promedio de precipitación regional, que con datos de precipitación de estaciones climáticas individuales. La mejor respuesta para meses individuales se obtuvo para Enero, Marzo y Mayo; sin embargo, a nivel estacional la más alta correlación se determinó para el período de precipitación acumulada Enero-Junio. Una respuesta similar se ha reportado para poblaciones de *Pseudotsuga* presentes en las Sierra Madre Occidental y Oriental (Cleaveland et al. 2003), donde más del 70% del crecimiento anual es explicado por la precipitación invierno – primavera.

Para propósitos de reconstrucción, los datos instrumentales de precipitación del período 1945 – 1998, se dividieron en dos subperíodos, uno para calibración y el otro para verificación. La regresión entre el ancho de madera temprana y precipitación estacional (Enero – Junio), calibró el 61.0% y 59.0% de la varianza climática para los dos subperíodos, 1973 – 1998 y 1945 – 1971, respectivamente y 61.5% para el período total (1945 – 1998).

Los modelos de reconstrucción fueron significativos ($p < 0.05$) para todas de las pruebas estadísticas utilizadas, cuando se compararon con datos climáticos independientes, lo cual indica que los modelos desarrollados son estadísticamente confiables. El modelo linear bivariado de regresión linear utilizado en la reconstrucción de los datos de precipitación estacional fue el siguiente:

$$\check{Y}_t = 32.6 + 72.1X_t$$

Donde \check{Y}_t representa el valor estimado total de la precipitación estacional (mm) del período Enero – Junio y X_t es el promedio anual de la cronología de madera temprana.

La precipitación estacional reconstruida (Enero –Junio) para el período 1719 -2003, indica alta variabilidad climática a lo largo de 285 años de la serie de tiempo (Figura 2). Un aspecto relevante de esta reconstrucción es que los crecimientos de los árboles de *Pseudotsuga* en elevaciones que sobrepasan los 2,300 m son un “proxy” de la precipitación observada en la planicie de Cuatrociénegas que se encuentra a una elevación cercana a 740 m y explica hasta un 61% la variabilidad del período Invierno-Primavera observada en dicha

región. La reconstrucción indica períodos de baja frecuencia en los que la precipitación estacional fue inferior a la media (105 mm), caso concreto son los períodos de 1760, 1850-60, 1890-1900, 1950 y 1990, con una precipitación que no superó los 85.0 mm.

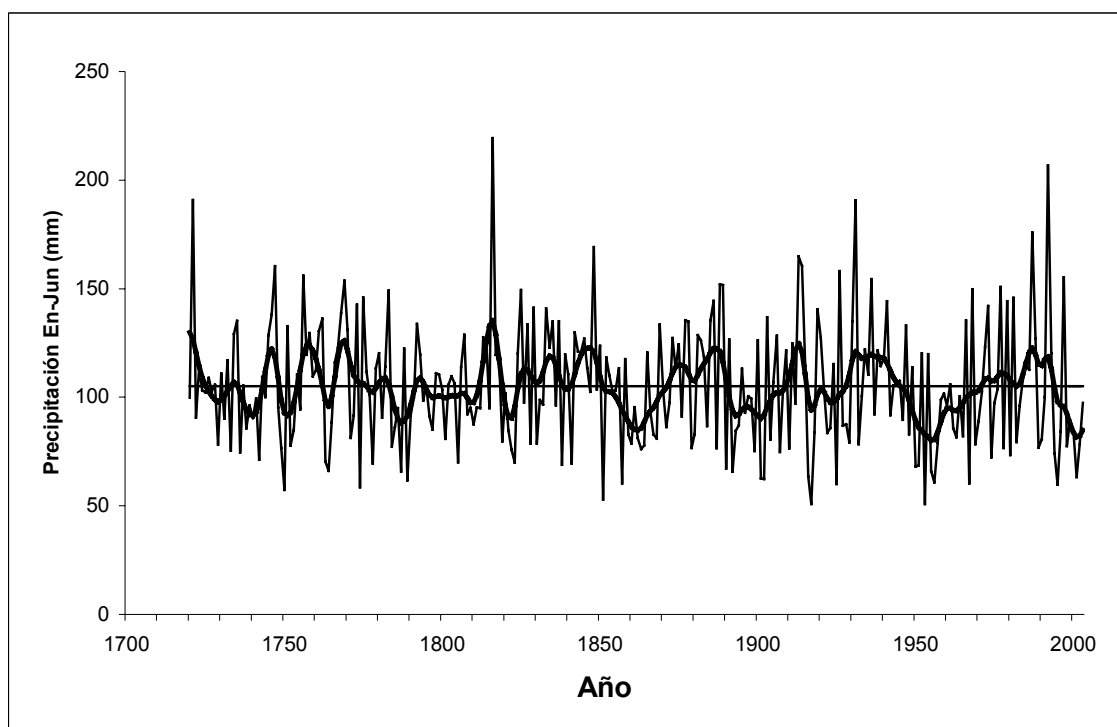


Figura 2. Precipitación estacional reconstruida invierno – primavera (Enero – Junio) para el período 1719 – 2003 en Cuatrociénegas, Coahuila. El promedio de precipitación para esta reconstrucción fue de 105.0 mm con una desviación estándar de 28.1 mm. La línea suavizada flexible a nivel decenal (línea gruesa) indica períodos en los que la precipitación fue inferior al promedio, como son las décadas de 1740, 1790, 1860, 1900, 1950 y 1990. Las sequías de 1850-60 y 1950-60, fueron las más intensas de los tres últimos siglos en esta región. Las mismas sequías también se han detectado en otros sitios tanto de las Sierras Madre Occidental como Oriental.

La región de Cuatrociénegas muestra una respuesta positiva a los patrones atmosféricos que afectan la precipitación Primavera-Verano en la Sierra Madre Oriental. Lo anterior se corroboró al comparar la precipitación reconstruida para Cuatrociénegas y una reconstrucción de precipitación Invierno-Primavera para Saltillo, Coahuila (Cerano, 2004). La correlación entre ambas reconstrucciones fue de 0.55 ($p < 0.001$), no obstante la precipitación media es diferente, ya que mientras para Saltillo es del orden de 120.0 mm, para Cuatrociénegas solo alcanza los 105 mm, lo cual indica, que aunque la precipitación en ambos sitios esté influenciada por patrones atmosféricos comunes, la presencia de barreras orográficas y distanciamiento a la

fuerza de origen de las corrientes húmedas, origina una disminución importante en la precipitación. La importancia de esta reconstrucción, sin embargo, radica no tan solo en los datos de precipitación reconstruidos, si no también en la determinación de la variabilidad hidroclimática regional, que muestra la presencia de sequías intensas detectadas en reconstrucciones para la Sierra Madre Oriental, caso concreto son las sequías de 1750s, 1790s, 1860s, lo que implica que patrones de circulación atmosférica común ejercen influencia en toda esta región, con variaciones propias atribuidas a características fisiográficas específicas de cada sitio.

En esta región, el efecto de El Niño Oscilación del Sur (ENSO, siglas en Inglés), medido a través del Índice Tropical de Lluvia (TRI, siglas en Inglés), el cual consiste en un estimado de la variación de ENSO, que utiliza las anomalías de precipitación en la región del Pacífico Central y que tiene mayor estabilidad que el Índice Tahiti-Darwin (Wright, 1979) indicó alta variabilidad a través del tiempo. Esta variación de respuesta también ha sido detectada en reconstrucciones paleoclimáticas para la Sierra Madre Occidental y Oriental (Cleaveland et al. 2003, Cerano, 2004), con lo que se demuestra la inestabilidad a largo plazo de la teleconexión del Pacífico Ecuatorial con el clima del norte de México. Períodos de sequía prolongados en esta región pudieran estar relacionados con eventos fuertes del Niño en su fase fría (Magaña et al. 1999).

La región de Cuatrociénegas es sumamente importante por su biodiversidad y reconstrucciones paleoclimáticas como la desarrollada en este estudio contribuyen de manera sustancial a determinar la variabilidad de la precipitación, información fundamental para realizar un mejor uso del recurso agua. La presión sobre los recursos hídricos en esta región es cada vez más intensa y la explotación de este acuífero realizada sin un conocimiento previo de las fluctuaciones hidroclimáticas en el pasado, puede conllevar a originar un disturbio irreversible e inclusive desaparición de este ecosistema único, patrimonio de México y de la humanidad.

CONCLUSIONES

El entendimiento de la variabilidad hidroclimática en una región sujeta a extrema presión para el uso de este recurso agua, resulta fundamental considerar medidas preventivas y desarrollar estrategias de manejo. Las cronologías de anillos de árboles son los “proxys” de resolución anual más confiables para extender en el tiempo la información climatológica, ya que los datos instrumentales, como es en el caso de la región de Cuatrociénegas no se extienden más allá de los 50 años. En este estudio, dos cronologías de *Pseudotsuga menziesii* climáticamente muy sensibles se generaron en Sierra la Madera Cuatrociénegas, Coahuila. La

respuesta climática de estas cronologías fue principalmente para la precipitación acumulada del período Enero-Junio. La reconstrucción de precipitación que se extiende para el período 1719 – 2003 indica la presencia de sequías recurrentes en períodos aproximados de 50 años, es decir 1740-50, 1790, 1860, 1890-1900, 1950 y 1990. De hecho la reconstrucción indica que la sequía de la última década todavía persiste para esta región a diferencia de la extracción de agua que se ha incrementado. El efecto de patrones de circulación atmosférica global como es el caso de El Niño-Oscilación del Sur, en la precipitación de esta región ha sido variable en el tiempo, aunque sequías intensas como la detectada en el período 1950 – 1965, estuvo asociada con una caída en el TRI, que constituye un estimado del fenómeno ENSO. La influencia de fenómenos atmosféricos que afectan grandes regiones del norte de México se han sentido en esta zona, ya que sequías reconstruidas para Saltillo, también se encuentran presentes en esta reconstrucción, lo que a la vez sirve para verificar la confiabilidad de la reconstrucción misma. La expansión de una red de cronologías de anillos de árboles en esta región, que se encuentra en progreso, permitirá expandir en el tiempo la información paleoclimática y conocer a detalle la variabilidad hidroclimática en esta región, ícono de biodiversidad del desierto Chihuahuense.

BIBLIOGRAFIA

- Cerano Paredes, J. 2004. Reconstrucción de 350 años de precipitación invierno-primavera para Saltillo, Coahuila. Tesis Profesional. Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila. 152 pp.
- Cleaveland, M.K., D.W. Stahle, M.D. Therrell, J. Villanueva-Diaz, B.T. Burns. 2003. Tree-ring reconstructed winter precipitation and tropical teleconnections in Durango, Mexico. *Climatic Change* 59: 369 – 388.
- Cook, E.R. 1987. The decomposition of tree-ring series for environmental studies. *Tree-Ring Bulletin* 47:37-59.
- Fritts, H.C. 1991. *Reconstructing large-scale climatic patterns from tree-ring data*. University of Arizona Press. Tucson. 286 pp.
- Holmes, R.L. 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin* 43: 69 - 78
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 1997. Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS). Período 1921 – 1994. Software. Jiutepec, Morelos, México.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 1999. Programa de manejo del área de protección de flora y fauna Cuatrociénegas, México. 167 pp.
- Magaña, V., J.L. Pérez, J.L. Vázquez, E. Carrizosa y J. Pérez. 1999. El Niño y el clima. En V. Magaña (editor). *Los impactos de El Niño en México*. SEP - CONACYT. Mexico. Pp. 23 - 68.
- Stokes, M.A., T.L. Smiley. 1968. An introduction to tree-ring dating. The University of Chicago. 73 pp.
- Wright, P.B. 1979. Persistence of rainfall anomalies in the Central Pacific. *Nature* 227: 371 – 374.

HÍBRIDOS SIMPLES DE MAÍZ FORRAJERO PARA LA COMARCA LAGUNERA.

Raul Wong Romero*, **Emiliano Gutiérrez del Río¹**, **Arturo Palomo Gil¹**,
Sergio Rodríguez Herrera¹, **Armando Espinoza Banda¹**, **J. Jaime Lozano García¹**

*Estudiante de doctorado en Ciencias Agrarias raulwongromero@hotmail.com

¹profesor-investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL.
Carretera a Sta. Fe y periférico, C. P. 27,000 Torreón, Coahuila. México.

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera, a nivel nacional, es una de las cuencas lecheras más importantes, donde se siembran anualmente un promedio de 15,000 ha de maíz forrajero, el 90 % con híbridos comerciales de compañías multinacionales desarrollados para otras regiones del país. En los últimos 10 años de evaluación, se han incluido 152 híbridos de maíz diferentes, identificándose materiales con buenas características de rendimiento y calidad forrajera, que se pueden seleccionar con la certeza de obtener un ensilado de alta calidad (Faz et al. 2005), y producciones por hectárea de 51 t ha⁻¹ de forraje fresco y 15 t ha⁻¹ de forraje seco (Reta, et al. 2002).

La hibridación como método de mejoramiento de plantas, se entiende como el aprovechamiento de la generación F₁ proveniente del cruzamiento entre dos poblaciones P₁ y P₂ (poblaciones paternas). Las poblaciones pueden ser líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas o las mismas poblaciones F₁ (Márquez 1988). La variabilidad genética es esencial para un programa continuo de mejoramiento genético de cualquier especie cultivada (Oyervides, 1985), se han realizado investigaciones para conocer la diversidad y heterosis utilizando híbridos comerciales, poblaciones exóticas y líneas (Espinoza, et al. 2002, Gutiérrez et al. 2004, De La Cruz, et al. 2003 y Ron et al. 2000). Dada la importancia del maíz como forraje y como no existen genotipos locales, es necesario implementar programas agresivos de formación y producción de materiales híbridos de maíz a corto plazo que cumplan con las expectativas de calidad, producción y adaptación.

El presente trabajo tiene como objetivo identificar híbridos simples de maíz forrajero a partir de líneas elite de la UAAAN-UL y determinar la Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE) de los padres.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados fueron seis líneas sobresalientes de la UAAAN-UL, que han sido utilizados por otros autores, (De la Cruz *et al.* 2003), tres de reciente incorporación y una línea del programa del CIMMYT. La descripción de las líneas es la siguiente:

| | DESCRIPCION |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L1 ; L-AN 123 R | Línea de alta endogamia formada de var. Criolla del mpio. de Concepción, Jal. Con precocidad y tolerancia a sequía |
| L2 ; L-AN 447 | Línea de 8 autofecundaciones, derivada de generaciones avanzadas Del Híbrido AN-447 con características de amplia adaptabilidad |
| L3 ; L-AN 360PV | Línea obtenida de la población enana denominada Pancho Villa, vigorosa y con hojas anchas |
| L4 ; L-AN 130 | Proviene de la F4 del H-507, cruzada con la población de El Bajío denominada Celaya-2 |
| L5 ; L-AN 123 | Línea obtenida de forma divergente y contrastada de var. Criolla de Jal. de hojas pálidas y onduladas |
| L6 ; L-AN 388R | Línea enana, con hojas anchas y suculentas generada a partir de la F3 del híbrido AN-388 |
| L7 ; L-AN B-32 | H-353-245-6-10 |
| L8 ; L-AN B-38 | |
| L9 ; L-AN B-40 | |
| L10 ; CML-319 | RecyW89(Cr.Arg/CIM.ShPINPH)6-3-2-4-B-B |

El trabajo se realizó en el campo experimental de la UAAAN-UL, en Torreón, Coahuila, considerando dos etapas: en la primavera del 2004, se realizaron las 45 cruzas posibles directas $P(P-1)2^{-1}$ de las diez líneas de acuerdo al diseño de apareamiento genético dialélico de Griffing (1956) método 4, utilizando 10 plantas de cada línea para obtener la semilla de las cruzas, y en el verano se llevó a cabo la evaluación con un diseño de bloques al azar con dos repeticiones.

La siembra se realizó el 21 de agosto, bajo riego con cintilla, se fertilizó con la fórmula 180-100-00, la densidad de población utilizada fue de 85,000 plantas ha^{-1} , se mantuvo libre de malezas y de plagas durante el desarrollo del cultivo. La cosecha se realizó cuando se encontraba el grano en estado lechoso-masoso. Las variables evaluadas fueron: producción de forraje verde (PFV) y producción de materia seca (PMS), en $t ha^{-1}$, altura de planta (APL), y de mazorca (AMZ), en m, midiéndose desde la base del suelo hasta la punta de la espiga y hasta la inserción de la mazorca respectivamente, floración masculina (FM) y femenina (FF), en días, desde la siembra hasta la aparición del 50% de las espigas con polen y estigmas recesivos, respectivamente.

El análisis estadístico para las seis variables se realizó con el paquete SAS (SAS, 1988). El análisis de la aptitud combinatoria del material genético se hizo de acuerdo con el método 4 de los efectos fijos del dialélico de Griffing (1956), en el cual no se incluyen los progenitores ni las cruzas recíprocas, solo las $P (P-1)2^{-1}$ cruzas F_1 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de varianza (Cuadro 1), mostraron diferencias estadísticas

significativas entre cruza, para todas las características evaluadas, este resultado es lógico debido al origen tan diverso de las líneas estudiadas, coincidiendo con lo encontrado por Gutiérrez *et al.* (2002) y De la Cruz *et al.* (2003).

También puede apreciarse que los efectos de ACG resultaron altamente significativos para todas las características, mientras que para ACE todas las variables, resultaron no significativas (ns).

Los efectos de ACG fueron mucho más grandes que los efectos de ACE, lo cual coincide con lo expresado por Hallauer y Miranda (1981), pero difiere de lo reportado. De la Cruz *et al.* (2003) para rendimiento de grano y otros caracteres, en donde encuentran que las varianzas genéticas no aditivas son mayor que la de tipo aditivo.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza dialélico método 4 de Griffing de seis características de maíz. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004 B

| FV | gl | FM(días) | FF(días) | AP(m) | AMZ(m) | PFV(t/ha) | PMS(t/ha) |
|----------|----|----------|----------|------------|------------|------------|-----------|
| Rep. | 1 | 6.406ns | 4.906ns | 117.870ns | 12.75ns | 1886.43** | 111.55** |
| Cruza | 44 | 12.703** | 10.551* | 1771.72** | 715.23** | 462.42** | 17.31** |
| ACG | 9 | 47.974** | 34.822** | 7084.552** | 2963.083** | 1066.950** | 51.244** |
| ACE | 35 | 3.634ns | 4.310ns | 405.443ns | 137.221ns | 306.971ns | 8.536ns |
| Error | 44 | 3.33 | 5.604 | 387.99 | 83.18 | 186.98 | 8.17 |
| Total | 89 | | | | | | |
| CV. % | | 2.94 | 3.78 | 7.09 | 7.11 | 14.54 | 14.40 |

*, **, Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad de ($p \leq 0.05 > 0.01$) y ($p \leq 0.01$) respectivamente, ns = no significativo. FM = Floración masculina, FF= Floración femenina, AP= Altura de planta, AMZ= Altura de mazorca, PFV= producción de forraje verde, PMS= producción de materia seca.

Las estimaciones de ACG de los padres para las variables estudiadas se presentan en el Cuadro 2 observándose que para rendimiento de forraje verde y seco, los progenitores L8, L7, L10, L9 y L2, fueron los que obtuvieron los valores de ACG mas elevados, para floración, la L1 fue la mas precoz (59 días) y por lo tanto mostró el mas alto valor negativo de ACG mientras que las líneas L7 y L10 fueron las mas tardías tanto para FM, como FF, con (64 días).

Para altura de planta (APL) los progenitores L9 y L7 dan las medias y ACG más altas y para altura de mazorca (AMZ) los valores más altos se obtuvieron con L7, en tanto que L6 fue la de menor altura en ambos caracteres, pues es una línea con el gen de enanismo Br2. Generalmente los materiales mas tardíos y los mas altos son los de mayor rendimiento, aunque esto puede ser modificado al utilizar genotipos que soporten mayores densidades de población (Reta, *et al.* 1999).

Cuadro 2. Comportamiento promedio de seis características evaluadas de líneas de maíz forrajero y efectos de aptitud combinatoria general (ACG). UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004 B.

| Padres | FM | | FF | | AP | | AMZ | | PFV | | PMS | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | media | ACG | media | ACG | media | ACG | media | ACG | media | ACG | media | ACG |
| L1 | 59 | -3.91 | 59 | -3.53 | 2.59 | -20.3 | 1.14 | -14.9 | 85.3 | -9.79 | 18.7 | -1.21 |
| L2 | 62 | -0.28 | 62 | -0.35 | 2.91 | 15.5 | 1.36 | 9.8 | 96.3 | 2.63 | 20.7 | 1.05 |
| L3 | 61 | -0.72 | 63 | -0.03 | 2.74 | -4.2 | 1.28 | 0.2 | 90.1 | -4.36 | 18.3 | -1.66 |
| L4 | 62 | 0.46 | 63 | -0.10 | 2.79 | 1.4 | 1.26 | -1.5 | 87.5 | -7.34 | 17.7 | -2.32 |
| L5 | 62 | 0.21 | 63 | 0.08 | 2.57 | -22.5 | 1.20 | -8.1 | 91.1 | -3.20 | 19.3 | -0.56 |
| L6 | 62 | 0.40 | 63 | 0.65 | 2.43 | -38.6 | 1.07 | -23.8 | 86.1 | -8.89 | 17.9 | -2.18 |
| L7 | 64 | 2.33 | 65 | 2.15 | 2.96 | 21.5 | 1.50 | 24.5 | 108.1 | 15.86 | 21.3 | 1.68 |
| L8 | 63 | 0.77 | 63 | 0.77 | 2.86 | 10.3 | 1.35 | 7.8 | 98.1 | 4.68 | 22.1 | 2.56 |
| L9 | 61 | -1.10 | 62 | -0.60 | 2.98 | 23.7 | 1.34 | 6.5 | 96.9 | 3.32 | 20.9 | 1.21 |
| L10 | 64 | 1.83 | 63 | 0.96 | 2.89 | 13.1 | 1.27 | -0.4 | 100.3 | 7.09 | 21.1 | 1.43 |

En el Cuadro 3 se presentan los efectos de ACE y resultados promedios de seis caracteres de las 10 cruzas de maíz más sobresalientes para producción de forraje. Para PMS las diez líneas resultaron estadísticamente iguales, las cruzas 5x7 y 6x10 presentaron la mayor ACE y la craza la menor.

Cuadro 3. Comparación de medias de características evaluadas de cruzas de maíz Forrajero y efectos de aptitud combinatoria específica (ACE). UAAAN-UL. Torreón, Coahuila. 2004 B.

| CRUZAS | FM | ACE | FF | ACE | AP | ACE | AMZ | ACE | PFV | ACE | PMS | ACE |
|--------|-------|-------|-------|-------|------|--------|------|-------|--------|--------|--------|-------|
| 5x7 | 65.5* | 0.97 | 65.5* | 0.67 | 271 | -5.82 | 141 | -3.09 | 125.6* | 18.90 | 25.85* | 4.89 |
| 7x8 | 65.0 | -0.09 | 64.0 | -1.51 | 296* | -13.13 | 153 | -7.15 | 117.8* | 3.27 | 25.70* | 1.60 |
| 2x8 | 61.0 | -1.46 | 61.0 | -2.01 | 308* | 4.36 | 151 | 5.59 | 107.1* | 5.75 | 24.65* | 1.18 |
| 2x7 | 63.0 | -1.02 | 63.0 | -1.38 | 324* | 9.11 | 165* | 2.90 | 127.0* | 14.42 | 24.15* | 1.56 |
| 6x10 | 64.0 | -0.21 | 64.5* | 0.29 | 264 | 12.17 | 114 | 10.59 | 105.3 | 13.11 | 23.90* | 4.80 |
| 5x8 | 63.0 | 0.03 | 64.0 | 0.54 | 276 | 10.42 | 129 | 1.09 | 106.7 | 11.24 | 23.85* | 2.00 |
| 8x9 | 62.0 | 0.34 | 63.0 | 0.23 | 320* | 8.67 | 151 | 8.90 | 107.4* | -44.50 | 22.80* | -0.82 |
| 7x9 | 62.0 | -1.21 | 63.0 | -1.13 | 333* | 10.42 | 153 | -5.78 | 118.2* | 4.98 | 22.70* | -0.04 |
| 9x10 | 64.0 | 1.28 | 63.0 | 0.04 | 311* | -3.20 | 135 | 1.21 | 115.8* | 11.40 | 22.45* | -0.04 |
| 2x5 | 60.0 | -1.90 | 60.5 | -1.82 | 283 | 12.17 | 132 | 2.65 | 98.3 | 4.89 | 22.30* | 1.96 |

Para PFV las cruzas 5x7 y 2x7 mostraron los mayores rendimientos y la mayor ACE. La craza 5x7 resultó la mas tardía, con los valores de ACE mas elevados tanto para FM como FF;

en altura de planta y mazorca (APL y AMZ), esta cruz presentó valores negativos de ACE.

En las cruzas sobresalientes en rendimiento (PFV y PMS), intervienen las líneas 8, 7, 10, 9 y 2 que fueron las de mayor ACG y las cruzas 5x7 y 6x10 resultaron con los valores más altos de ACE.

Falconer (1985) indica que el rendimiento alto de las cruzas puede obtenerse de la suma de los efectos aditivos de las líneas progenitoras o al efecto de ACE alto y positivo, ambos casos reportados en el presente estudio.

CONCLUSIONES

En la mayoría de los caracteres estudiados se encontraron diferencias altamente significativas para cruzas y para aptitud combinatoria general (ACG), lo que nos indica existencia de variación genética del tipo aditivo

Las líneas con mayor ACG fueron: L8 AN B-38, L7 AN B-32, L10 CML-319, L9 AN-B40 y L2 AN-447. Las cruzas con ACE más alta fueron 5x7 y 6x10.

La varianza génica aditiva predominó sobre la no aditiva, lo que indica que lo más conveniente es formar variedades sintéticas, mejorarlas por selección y derivar líneas que puedan posteriormente, utilizarse como progenitoras.

BIBLIOGRAFÍA

- Cruz L. L. de la, J. Ron P., J. L. Ramírez D., J. J. Sánchez G., M. M. Morales R., M. Chuela B., S. A. Hurtado de la P., y S. Mena M.
- Espinosa B., A., E. Gutiérrez del R., J. J. Lozano G., y A. Palomo G. 2002. Aptitud Combinatoria y Heterosis en cruzas intervarietales en maíz forrajero. XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coahuila, México.
- Faz C, R., J. García N., G. Núñez H. 2005 Onceava Demostración Sobre Tecnología para la producción de Maíz, Sorgo, forrajeros y alfalfas. INIFAP. PIAL.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel Crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463-493.
- Gutiérrez del R. E., A. Espinoza B., A. Palomo G., J. J. Lozano G., O. Antuna, G. 2004. Aptitud Combinatoria de Híbridos de maíz para la Comarca Lagunera. Rev. Fitotec. Méx. Vol. 27 (Número Especial 1): 7-11.
- Gutiérrez del R. E., A. Palomo G., A. Espinoza B. E. de la Cruz L. 2002. Aptitud Combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera, México. Rev. Fitotec. Méx. 25 (3): 271-277.
- Hallauer A R, J B Miranda. 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Second Ed. Iowa State University Press. Ames. U. S. A. 468 p.
- Márquez S F. 1988. Genotecnia Vegetal. Tomo II. ED. AGTESA. México
- Oyervides-García M., A. R. Hallauer, H. Cortez-Mendoza. 1985. Evaluation of improved maize populations of México and the U.S. Corn Belt. Crop Sci. 25:115-120
- Ron P. J. 2000. Evaluación de cruzas con materiales adaptados y exóticos de maíz en el Centro-occidente de México. Híbridos comerciales. XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Memorias. 131 p.
- Reta S, D. G., J. S. Carrillo, A. Gaytán M., E. Castro M., J. A. Cueto W. 2002. Guía Para Cultivar maíz forrajero en surcos estrechos. INIFAP, CIRNOC, CAELALA. Matamoros, Coahuila, México.

**RAZAS FISIOLÓGICAS DE LA CENICILLA *Podosphaera xanthii*
(sin. *Sphaerotheca fuliginea*) EN LA REGIÓN LAGUNERA**

**Yasmin Ileana Chew Madinaveitia¹, Pedro Cano Ríos¹,
Florencio Jiménez Díaz², y Adrián Vega Piña¹.**

¹ INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200 Pte. Col Centro. Matamoros, Coah. CP. 27440. Tel. (871) 7 62-02-02.

² UAAAN-Unidad Laguna. Periférico y Carretera La Fe. Torreón, Coah. Correo electrónico: chew.yazmin@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La cenicilla se distribuye mundialmente y es causada por los hongos *Erysiphe cichoracearum* DC. Ex Merat. y *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtend: Fr.) Pollacci. En México se reporta en Morelos, Apatzingán, Michoacán, Región del Bajío, Mesa Central y Sinaloa. La cenicilla es de las enfermedades más importantes del melón causando pérdidas en rendimiento hasta del 50% (Mendoza, 1999).

En la Región Lagunera el agente causal de la cenicilla es *Sphaerotheca fuliginea* (Cano et al., 1993; Hernández y Cano, 1997) al cual recientemente se le cambió el nombre a *Podosphaera xanthii*. Se han identificado ocho razas fisiológicas de éste fitopatógeno en Estados Unidos de América, África, Europa y países cercanos al Mar Mediterráneo. En Japón se han detectado cuatro nuevas razas.

La identificación de las razas fisiológicas del hongo en una región o país es importante para fines de investigación y es indispensable para las empresas relacionadas con la producción y mejoramiento genético de semillas, para las cuales es necesario definir el nivel de resistencia de sus productos a la cenicilla.

Para la determinación de las razas de *P. Xanthii* (sin. *S. fuliginea*), se utilizan materiales o líneas diferenciales de melón, las cuales reaccionan de acuerdo a la raza presente. Sin embargo, existen factores bióticos y abióticos como edad de la planta, pureza de los aislamientos del patógeno, condiciones ambientales (temperatura, intensidad de la luz, humedad), época del año que pueden interferir en la identificación de las razas (Cohen, 2004).

En la Región Lagunera, el melón se siembra en diferentes fechas y la incidencia y severidad de la cenicilla fluctúa de acuerdo a esas fechas. Anteriormente, se identificó la raza 2 del hongo en la región (Hernández y Cano, 1997). Debido a esto, el objetivo de éste trabajo es identificar y/o confirmar la o las razas de cenicilla presentes en la región y si existe una relación con las fechas de siembra del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las líneas de melón diferenciales para razas de cenicilla: Nantes Oblong, Vedrantaís, PMR-45, PMR-5, PI-414723-MR-1, WMR-29 y Edisto-47, se establecieron el 27 de abril, 12 de junio y 1 de agosto de 2002. Se sembraron en camas meloneras de 8 m de largo y 1.80 m de ancho, con una distancia entre plantas de 20 cm. Por falta de semilla solo se sembró una cama por diferencial en cada fecha de siembra. El manejo fue similar que para los híbridos comerciales: Acolchado con plástico negro calibre 100. Fertilización 150-70-150 distribuido en 10 semanas de acuerdo a la etapa fenológica. Riego por cintilla cuatro horas diarias.

Para calificar la severidad de la cenicilla, se utilizó la siguiente escala visual: 0 = planta sana, 1 = presencia, 2 = leve = medio, y 4 = severo. En la primera y tercera fecha de siembra se realizaron dos evaluaciones para cenicilla y en la segunda, tres evaluaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existe una variación en la reacción de los diferenciales a través de las fechas de siembra, al igual que entre las fechas de evaluación en una misma fecha de siembra (Cuadro 1). Estas variaciones también fueron notorias cuando se determinó que raza o razas de la cenicilla estaban presentes.

Con los líneas de melón que se utilizaron, se pueden diferenciar las razas 0, 1, 2 (ésta se subdivide en Americana y Europea), 3, 4 y 5. Aunque se reporta la raza 6, se requiere de otro diferencial.

Para determinar la raza del hongo en la región, se tomó la última evaluación de la reacción de los diferenciales en cada fecha de siembra (Cuadro 1).

Primera fecha de siembra (27 de abril).

Los diferenciales Nantes Oblong y Vedrantaís, presentaron una completa susceptibilidad con una calificación de 4.0. Vefrantaís solo es resistente a la raza 0. Mientras que el diferencial PMR-45 con genes de resistencia a las razas 0 y 1 presentó una reacción de susceptibilidad con una calificación de 3.5. Los diferenciales: PI-414723, MR-1, WMR-29 y Edisto-47 tuvieron una reacción de resistencia, con calificaciones de 0.5 a 1.5. Con las reacciones de los diferenciales en ésta primera fecha de siembra, la raza de cenicilla que estuvo presente fue la 2 Europea, debido a que el diferencial Edisto-47 fue resistente, lo contrario que en la raza 2 Americana, en donde éste diferencial tiene una reacción de susceptibilidad (Cuadro 1).

La incompleta resistencia de los diferenciales se debe a que la resistencia a la raza 2, condicionada por el gene PM^2 es incompleta (Bohn y Whitaker, 1964). Por otro lado McCreight *et al.* (1987) estudiando la herencia de la resistencia a *S. Fuliginea* en los genotipos WMR-29,

92417 y PI-414723 encontraron que la resistencia a la raza 2 señalan la existencia de seis nuevos genes que condicionan dicha resistencia.

Segunda fecha de siembra (12 junio). Nantes Oblong y Vedrantaís presentaron una severa infección (4.0) al igual que PMR-45 con una calificación de 3.5. Edisto-47 y MR-1, tuvieron mayor daño que en la anterior, aun así se consideran resistentes, lo mismo que PI-414723 que tuvo una menor calificación. La diferencia importante en la reacción de los materiales fue WMR-29 que tuvo una reacción de susceptibilidad con una calificación de 3.0, en contraste con la primera fecha, en donde tuvo una reacción de resistencia con una calificación de 1.0. Debido a esto, se considera que la raza que se presentó en esta fecha de siembra, en base a la reacción de los diferenciales es la raza 4 (Cuadro 1).

Tercera fecha de siembra (1 agosto). En ésta fecha, los materiales se comportaron como en la siembra del 27 de abril. La diferencia fue que tuvieron una menor calificación, a excepción de WMR-29 con una calificación de 1.5 en ésta fecha y con 1.0 en la primera. Por lo tanto la raza presente fue la 2 Europea. En ésta fecha el diferencial Nantes Oblong, tuvo una calificación de planta sana o cero, pero es posible que haya existido alguna confusión, ya que éste material fue susceptible en las dos fechas anteriores (Cuadro 1).

En 1997, Hernández y Cano reportaron que el agente causal de la cenicienta en la Región Lagunera era *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht. Ex Fr.) Poll raza 2. La raza 2 se divide en 2 Americana y 2 Europea o de Francia. Con éste trabajo, se determinó que la que existe en la región es la raza 2 Europea.

Otro aspecto importante, es la fluctuación de la población del patógeno a través de las fechas de siembra. En base a la reacción de los diferenciales, en la fecha del 27 de abril y 1 de agosto (tardía) prevaleció la raza 2 Europea y en la fecha intermedia del 12 de junio, la raza 4 (Cuadro 1). En una región pueden existir varias razas de cenicienta, pero también los cambios en la reacción de los diferenciales, se relacionan con las condiciones ambientales prevalecientes en cada periodo o fecha de siembra, ya que existen cambios de temperatura, intensidad de la luz y humedad, los cuales afectan directa e indirectamente al patógeno (Cohen *et al.*, 2004).

La condición en la cual se desarrollan las plantas, también influyen en su reacción a las razas de la cenicienta. Se consignan diferencias entre plantas que después de inocularse se mantienen a la intemperie y otras bajo mallas que solo transmiten el 50% de luz. Las líneas resistentes y sus híbridos que estuvieron a la intemperie, se mantienen prácticamente libres de la enfermedad, pero las que están bajo la sombra, tanto las líneas resistentes y los híbridos manifiestan síntomas de cenicienta (Cohen *et al.*, 1996).

Cuadro 1. Reacción de líneas de melón diferenciales para razas de cenicilla *Podosphaera xanthii* (syn. *Sphaerotheca fuliginea*), en tres fechas de siembra. 2002.

| DIFERENCIAL ES | FECHAS DE SIEMBRA | | | | | | | | | |
|-------------------|----------------------|-----|----------|----------|-----|-----|----------|----------|-----|----------|
| | 27 ABRIL | | | 12 JUNIO | | | | 1 AGOSTO | | |
| | Fechas de Evaluación | | | | | | | | | |
| | 11 | 26 | Reacción | 2 | 9 | 21 | Reacción | 24 | 2 | Reacción |
| Julio | | | Agosto | | | | Sep | Oct | | |
| Nantes Oblong | 3.5† | 4.0 | S‡ | 3.5 | 4.0 | 4.0 | S | 0.0 | 0.0 | R |
| Vedrantais | 3.5 | 4.0 | S | 4.0 | 4.0 | 4.0 | S | 0.5 | 3.0 | S |
| PMR-45 | 2.5 | 3.5 | S | 2.0 | 2.5 | 3.5 | S | 0.5 | 3.0 | S |
| PMR-5 | 2.0 | 3.0 | S | 0.5 | 0.5 | 1.5 | R | 0.0 | 0.5 | R |
| WMR-29 | 1.0 | 1.0 | R | 1.5 | 2.0 | 3.0 | S | 0.0 | 1.5 | R |
| Edisto-47 | 0.5 | 0.5 | R | 2.0 | 2.0 | 2.0 | R | 0.0 | 0.5 | R |
| PI-414723 | 1.0 | 1.5 | R | 0 | 0.5 | 0.5 | R | 0.0 | 0.0 | R |
| MR-1 | 1.0 | 1.5 | R | 1.0 | 1.0 | 2.0 | R | 0.0 | 0.0 | R |
| RAZA | 2Europa | | | 4 | | | | 2Europa | | |

† Calificación de cenicilla: 0 = planta sana, 1 = Inicio, 2 = Ligero, 3 = Medio, 4 = Severo.

‡ S = Susceptible, R = Resistente

En cuanto a la temperatura, Tores *et al.*, citado por Cohen *et al.*, 2004 mencionan que el cultivar ANC-57 es resistente a *P. Xanthii* cuando se mantiene a 26°C, pero a 21°C es susceptible.

En cambio, los cultivares "Quincy", ENN2, EMN2 y HN21 resistentes a la raza 1 en primavera, en el verano son susceptibles o presentan lesiones (Hosoya citado por Cohen *et al.*, 2004).

En condiciones de invernadero, también se detectan cambios en la reacción de los híbridos a la cenicilla, por factores como nutrición y temperatura.

Schuerger y Hammer (2003), mencionan que adicionar silicato de potasio a la solución nutritiva en un cultivo hidropónico, suprimió en parte la infección por cenicilla en un rango de 20-24°C. Cuando la temperatura se incrementa (24-32°C) ya no se detecta o es mínima la supresión de la enfermedad.

CONCLUSIONES

- En la Región Lagunera se detectó, en base a la reacción de las líneas de melón diferenciales, a la raza 2 Europea y a la raza 4 de *Podosphaera xanthii* (syn. *Sphaerotheca fuliginea*).
- Las fechas de siembra influyen en la reacción de los diferenciales a *Podosphaera xanthii* (syn. *Sphaerotheca fuliginea*). En las siembras de abril y agosto, se detectó la raza 2 Europea y en junio a la raza 4.
- La fluctuación de las razas, puede deberse a cambios de la población del fitopatógeno o a condiciones ambientales como temperatura, intensidad de luz y humedad.
- La raza 4 que se detectó en julio puede deberse a que realmente existe esa raza en la región o que las condiciones ambientales están influyendo en la respuesta de los diferenciales y que solamente exista la raza 2 Europea en la región.

BIBLIOGRAFÍA

- Bohn, G. W. y T. W. Whitaker. 1964. Genetics of resistance to powdery mildew race 2 in muskmelo. *Phytopathology*, 54:587-591.
- Cano, R.P., V. Hernández H., y C. Maeda M. 1993. Avances en el control genético de la cenicilla polvorosa del melón (*Cucumis melo* L.) en México. *Horticultura Mexicana*. 2(1):27-32.
- Cohen, R., Y. Burger., S. Shraiber., Y. Elkind, and E. Levin. 1996. Influence of the genetic background and environmental conditions on powdery mildew of melons. *Phytoparasitica* 24(2):163.
- Cohen. R., Y. Burger., and N. Katzir. 2004. Monitoring physiological races of *Podosphaera xanthii*(syn. *Sphaerotheca fuliginea*), the causal agent of powdery mildew in cucurbits: factors affecting race identification and the importance for research and commerce. *Phytoparasitica* 32(2):174-183.
- Hernández, H., V. y P. Cano R. 1997. Identificación del agente causal de la cenicilla del melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera. *Rev. ITEA Producción Vegetal. Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario*. Vol.93v N° 3: 156-163.
- McCreight, J. D., M. Pitrat, C. E. Thomas, A. N. Kishaba y G. W. Bohn. 1987. Powdery mildew resistance genes in muskmelon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 112:156-160.
- Mendoza, Z.C. 1999. Enfermedades fungosas de hortalizas y fresa. In: S. Anaya R. y J. Romero N. *Et al.* (eds.). *Hortalizas. Plagas y enfermedades*. Editorial Trillas. México. Pp. 36-40.
- Shuergar, A.C. and W. Hammer. 2003. Suppression of powdery mildew on greenhouse-grown cucumber by addition of silicon to hydroponic nutrient solution is inhibited at high temperature. *Plant Dis.* 87:177-185.

**ENFERMEDADES FOLIARES DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
Y SU RELACIÓN CON GENOTIPOS Y FUENTES DE FERTILIZACIÓN**

**Yasmin Ileana Chew Madinaveitia¹, Pedro Cano Ríos¹ y
Cándido Márquez Hernández².**

¹ INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200 Pte. Col Centro. Matamoros, Coah. CP. 27440. Tel. (871) 7 62-02-02. ² Alumno de doctorado. UAAAN-Unidad Laguna. Periférico y Carretera La Fe. Torreón, Coah. Correo electrónico: chew.yazmin@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las principales enfermedades que se consignan en tomate son: ahogamiento o damping-off (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp, *Pythium* spp, *Phytophthora* spp) tizón temprano (*Alternaria solani*), tizón tardío (*Phytophthora infestans*), marchitamientos por *Fusarium* y *Verticillium*, pudrición de la corona y raíz (*Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*), cenicilla (*Leveillula taurica*), peca bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv *tomato*), mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria*), y un complejo de virus transmitidos por pulgones, trips y mosquita blanca (Agrios, 1996; Blancard, 1996; University of California, 1985). En la Comarca Lagunera, se han detectado la mayoría de estas enfermedades en campo y en la producción de plántulas en invernadero. Para su manejo, la recomendación general es el utilizar genotipos con tolerancia a esas enfermedades. En condiciones de invernadero, se han evaluado varios genotipos de tomate para su reacción a las enfermedades que se pudieran presentar y se ha observado variación en su tolerancia (Chew *et al.*, 1999). Sin embargo, no se ha relacionado la incidencia y severidad de las enfermedades de los genotipos con diferentes fuentes de fertilización. Por lo tanto, el objetivo de éste trabajo fue determinar si existe una relación entre las enfermedades foliares, genotipos y fuentes de fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el invernadero del Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP) en Matamoros, Coah. El invernadero es de 250 m² con estructura totalmente metálica, cubierto lateralmente por láminas de policarbonato y doble capa de plástico en el techo; el sistema de riego fue por goteo, suministrando 0.5 a 2 litro por maceta, dependiendo de la etapa fenológica del cultivo

La siembra se realizó el 29 de agosto de 2004 y el trasplante el 1 de octubre en macetas de 20 kg de capacidad. El sustrato fue 50% de vermicomposta y 50% de arena de río. El testigo, únicamente fue arena de río. La densidad de plantación fue de 0.255 m² por planta.

El diseño experimental fue completamente al azar, siendo la unidad experimental de 20

macetas; se utilizaron cinco repeticiones con un arreglo factorial, en donde el factor A fueron las fuentes de fertilización: 1) agua; 2) microelementos; 3) fertilizantes orgánicos; 4) fertilizantes inorgánicos; y 5) testigo, arena mas solución nutritiva (Zaidan, 1997). El factor B fueron los genotipos Bosky, Big Beef, Red Chief, Miramar y BS.

Los fertilizantes orgánicos utilizados son comerciales: Complejo Biomix (NPK) de la compañía BioAgroMex; la adición de los tratamientos inició al presentarse síntomas visuales de amarillamiento. La dosis empleada para la fertilización, tanto orgánica como inorgánica, se muestra en el Cuadro 1. Se realizaron aplicaciones preventivas contra patógenos con los productos comerciales Abakob, Algaenzimas, Biocrack, BioFyb, Bioinsect, Kilwak, Sedric, Sultron.

Cuadro 1. Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan, 1997).

| Estado de la planta | N | P | K | Ca | Mg |
|--------------------------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|
| Plantación y establecimiento | 100 – 120 | 40 – 50 | 150 – 160 | 100 – 120 | 40 – 50 |
| Floración y cuajado | 150 – 180 | 40 – 50 | 200 – 220 | 100 – 120 | 40 – 50 |
| Inicio de maduración y cosecha | 180 – 200 | 40 – 50 | 230 – 250 | 100 – 120 | 40 – 50 |

Se realizaron aplicaciones preventivas contra patógenos con los productos comerciales Abakob, Algaenzimas, Biocrack, BioFyb, Bioinsect, Kilwak, Sedric, Sultron.

Para evaluar las enfermedades foliares, se utilizó una escala de 0 a 4, donde 0 = planta sana; 1 = 1-25% del área foliar dañada; 2 = 26-50% del área foliar dañada; 3 = 51-75% del área foliar dañada y 4 = 76-100% del área foliar dañada. La última evaluación de éstas enfermedades se realizó el 16 de febrero de 2005 y fueron los valores que se utilizaron para los análisis estadísticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las enfermedades foliares que se presentaron fueron cenicilla *Leveillula taurica* Lev. Arn. y tizón temprano *Alternaria solani* Ell. y Martin. La primera fue la que tuvo mayor incidencia y severidad.

Para ambas enfermedades hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) para las fuentes de fertilización y los genotipos, así como la interacción de éstos dos factores. En las fuentes o tipos de fertilización, en donde se presentó mas la cenicilla y el tizón fue con el tratamiento de microelementos, seguido por el de agua.

Para *Alternaria*, no hubo incidencia en fertilización orgánica, inorgánica y el testigo

(Cuadro 2).

Cuadro 2. Severidad de cenicilla y tizón temprano en las diferentes fuentes de fertilización en tomate.

| Tratamiento | Cenicilla | Tizón temprano |
|----------------|----------------------------|--------------------------|
| | Leveillula traurica | Alternaria solani |
| Microelementos | †1.62 a | 0.27 a |
| Agua | 0.85 b | 0.12 b |
| F. inorgánica | 0.29 c | 0.00 c |
| F. orgánica | 0.27 c | 0.00 c |
| Testigo | 0.13 c | 0.00 c |

†0=planta sana; 1= -25% del área foliar dañada; 2=26-50% del área foliar dañada; 3=51-75% del área foliar dañada y 4= 6-100% del área foliar dañada.

En relación a los genotipos de tomate, el mas susceptible a cenicilla fue Miramar y Big Beef. Sin embargo, la severidad es leve, con valores de 0.89 y 0.78. Red Chief, Bosky y BS fueron los menos afectados, y de éstos BS tuvo el valor mas bajo de severidad, 0.45 (Cuadro 3). Para el tizón temprano, los genotipos Big Beef y Bosky fueron los más afectados, y como en el caso de cenicilla, la severidad fue baja, 0.15 para los dos genotipos. El menos afectado fue BS.

Cuadro 3. Severidad de cenicilla y tizón temprano en los genotipos de tomate.

| Genotipo | Cenicilla | Tizón temprano |
|-----------|----------------------------|-------------------|
| | Leveillula traurica | Alternaria |
| Miramar | †0.84 a | 0.03 b |
| Big Beef | 0.78 a | 0.15 a |
| Red Chief | 0.56 b | 0.57 b |
| Bosky | 0.46 b | 0.15 a |
| BS | 0.45 b | 0.03 b |

†0=planta sana; 1= -25% del área foliar dañada; 2=26-50% del área foliar dañada; 3=51-75% del área foliar dañada y 4= 6-100% del área foliar dañada.

Cuando los factores genotipo y fuentes de fertilización se relacionaron, la severidad se incrementó tanto para cenicilla como para el tizón temprano. Se observó una tendencia de que en el tratamiento de microelementos fue en donde hubo mas incidencia y severidad de las enfermedades, seguido del tratamiento de agua.

En donde se presentó menor severidad fue en la fertilización, inorgánica, orgánica y al final el testigo, que se consideró la fertilización tradicional de arena con fertilizantes inorgánicos (Cuadro 4).

Cuando se analiza la interacción de fuentes de fertilización y genotipos en las enfermedades, se observa que la fertilización fue un factor importante en la severidad de la cenicilla y el tizón temprano.

Los genotipos mas susceptibles en ambas enfermedades, incrementaron su severidad cuando solamente se les proporcionó microelementos y agua (Cuadro 4). Incluso el vigor de las plantas con estos tratamientos era menor que en el testigo, lo que indica que el sustrato de arena mas la vermicomposta adicionada únicamente con microelementos y/o agua no son necesarias para mantener en buenas condiciones a la planta e incluso, las hizo mas susceptibles al ataque de las enfermedades.

En relación a esto, se menciona que un buen manejo del cultivo en donde se incluye una buena fertilización a lo largo del ciclo, las plantas tendrán mejores defensas contra organismos dañinos (Mendoza, 1999; Blancard, 1996).

Sin embargo, hay reportes en donde la fertilización no influye en la severidad de las enfermedades, como lo consignan Velásquez y Formento (2003), en donde mencionan que en los genotipos de girasol, susceptibles a *Phoma oleracea* var. *helianthi-tuberosi* Sacc.

Se reduce el rendimiento de aceite y se tiene un efecto negativo sobre algunas características agronómicas del cultivo, independientemente del nivel de nitrógeno en el suelo.

CONCLUSIONES

- Las enfermedades foliares que se presentaron fueron la cenicilla *Leveillula taurica* Lev. Arn. y tizón temprano *Alternaria solani* Ell. y Martin.
- Los genotipos mas dañados por cenicilla fueron Big Beef y Miramar, y por el tizón, Bosky y Big Beef.
- En éste experimento, la fuente de fertilización influyó en los genotipos en su respuesta a las enfermedades. Los tratamientos de fertilización con microelementos y el agua incrementaron la severidad en los genotipos.

Cuadro 4. Interacción de fuentes de fertilización, genotipos de tomate y severidad de las enfermedades foliares.

| Tratamiento | Genotipo | Cenicilla | | Tizón temprano | |
|----------------|-----------|----------------------------|-------|-------------------|----|
| | | Leveillula traurica | | Alternaria | |
| Microelementos | Big Beef | †2.10 | a | 0.61 | a |
| Microelementos | Miramar | 1.89 | a | 0.0 | d |
| Microelementos | Red Chief | 1.51 | b | 0.28 | b |
| Microelementos | Bosky | 1.42 | bc | 0.72 | a |
| Agua | Big Beef | 1.28 | bc | 0.16 | bc |
| Agua | Miramar | 1.16 | c | 0.18 | bc |
| Microelementos | BS | 1.12 | c | 0.0 | d |
| Agua | Red Chief | 0.70 | d | 0.0 | d |
| Agua | BS | 0.57 | de | 0.17 | bc |
| F. orgánica | Miramar | 0.45 | def | 0.0 | d |
| F. inorgánica | Miramar | 0.39 | efg | 0.0 | d |
| F. inorgánica | Big Beef | 0.35 | efgh | 0.0 | d |
| Agua | Bosky | 0.35 | efgh | 0.05 | c |
| Testigo | Miramar | 0.32 | efgh | 0.0 | d |
| F. inorgánica | Bosky | 0.25 | efghi | 0.0 | d |
| F. inorgánica | Red Chief | 0.25 | efghi | 0.0 | d |
| F. orgánica | Bosky | 0.23 | fghi | 0.0 | d |
| F. orgánica | Red Chief | 0.22 | fghi | 0.0 | d |
| F. orgánica | BS | 0.22 | fghi | 0.0 | d |
| F. inorgánica | BS | 0.20 | fghi | 0.0 | d |
| F. orgánica | Big Beef | 0.16 | ghi | 0.0 | d |
| Testigo | Red Chief | 0.13 | ghi | 0.0 | d |
| Testigo | BS | 0.09 | hi | 0.0 | d |
| Testigo | Bosky | 0.05 | hi | 0.0 | d |
| Testigo | Big Beef | 0.0 | i | 0.0 | d |

†0=planta sana; 1= -25% del área foliar dañada; 2=26-50% del área foliar dañada; 3=51-75% del área foliar dañada y 4= 6-100% del área foliar dañada.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. 1996. Fitopatología. Segunda edición. Noriega-Uthea. México.
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión española de A. Peña I. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Chew, M.Y.I., F.Jiménez D., y P.Cano R. 1999. Etiología e incidencia de las enfermedades del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Informe de Investigación. SAGAR-INIFAP-CELALA.
- Mendoza, Z.C. 1999. Enfermedades fungosas de hortalizas y fresa. Pp. 25-62. In: Anaya, R.S., J.R. Nápoles. (eds.). Hortalizas. Plagas y enfermedades. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México.
- University of California. 1985. Integrated pest management for tomatoes. Second edition. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3274.
- Velázquez, P.D. y N. Formento. 2003. Efecto de la infección natural de *Phoma oleracea* var. *helianthituberosi* Sacc. sobre algunos caracteres agronómicos y el rendimiento de aceite de cuatro genotipos de girasol (*Helianthus annuus* L.) con dos niveles de fertilización nitrogenada. Agriscientia. Vol. XX:29-34.
- Zaidan, O. 1997. La producción del tomate. Ministerio de relaciones exteriores, Centro de Cooperación Internacional y Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, Centro Internacional para el Desarrollo Agrícola del estado de Israel.

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MELÓN A LA CENICILLA *Podosphaera xanthii* (sin. *Sphaerotheca fuliginea*) EN LA REGIÓN LAGUNERA

Yasmin Ileana Chew Madinaveitia¹, y Pedro Cano Ríos¹

¹ INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200 Pte. Col Centro. Matamoros, Coah. CP. 27440. Tel. (871) 7 62-02-02. Correo electrónico: chew.yazmin@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En la Región Lagunera, la cenicilla es de las enfermedades más importantes del melón causando pérdidas en rendimiento hasta del 50%. El organismo causal es el hongo *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtend:Fr.) Pollaci (Cano *et al.*, 1993; Hernández y Cano, 1997). Actualmente, éste hongo se conoce como *Podosphaera xanthii*. La cenicilla causa graves daños en regiones con climas cálidos y secos. Esto se debe a que una vez que se inicia la infección, el micelio del hongo continúa propagándose sobre la superficie de la hoja sin importar las condiciones de humedad de la atmósfera. La cenicilla puede infectar severamente al cultivo en una semana. La temperatura óptima es de 20-27 °C; la infección se presenta entre 10-32°C.

Los primeros síntomas de la cenicilla se detectan cuando la planta tiene de 16 a 23 días de edad (Mendoza, 1993) se observan inicialmente en las hojas basales y causa defoliación.

La falta de follaje impide el desarrollo normal de la planta e incrementa el daño de “golpe de sol” en los frutos. El hongo también infecta pecíolos y tallos jóvenes. El fruto por lo general no es dañado, pero cuando sucede, se observa en su superficie manchas similares a las de las hojas. Los frutos son más pequeños y deformes y maduran prematuramente; además, el contenido de azúcar se reduce (Mendoza y Pinto, 1985; Mendoza, 1999). Para el manejo de ésta enfermedad existen productos químicos, los cuales a menudo no controlan adecuadamente, si es que no se aplican oportunamente. Algunos híbridos tienen cierta tolerancia al hongo, pero es necesario evaluarlos bajo las condiciones de la región para determinar su comportamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los híbridos se establecieron en el INIFAP-Campo Experimental La Laguna de Matamoros, Coah. Se establecieron tres fechas de siembra: 27 de abril, 12 de junio y 1 de agosto de 2002. El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental y/o útil constituida constó una cama melonera de 8 m de largo y 1.80 m de ancho, con una distancia entre plantas de 20 cm.

Para evaluar la severidad de la cenicilla, se utilizó la siguiente escala visual: 0 = planta

sana, 1 = presencia, 2 = leve = medio, y 4 = severo. En la primera y tercera fecha de siembra se realizaron dos evaluaciones para cenicilla y en la segunda, tres evaluaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera fecha de siembra – 27 de abril: Estadísticamente no hay diferencias significativa entre los híbridos en las dos evaluaciones. En el Cuadro 1 se puede observar que existió una variación en la primera evaluación desde 1.25 a 2.25, mientras que en la segunda evaluación desde 2.37 a 3.25, tal diferencia de infección en el campo fue notoria y sin embargo estadísticamente no fue significativa.

Los genotipos con calificación menor de 2 (sintomatología leve) fueron 12 genotipos destacando el Caravelle y RML-7930 VP con 1.25 de calificación en la primera evaluación; mientras que en la segunda evaluación tuvieron una calificación de 2.75 y 2.62, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evaluación de la tolerancia a cenicilla de los híbridos de melón en tres fechas de siembra. 2002.

| HÍBRIDOS | FECHAS DE SIEMBRA | | | | | | |
|-----------------|----------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 27 ABRIL | | 12 JUNIO | | | 1 AGOSTO | |
| | Fechas de Evaluación | | | | | | |
| | 11 julio | 26 julio | 2 agosto | 9 agosto | 21 agosto | 24 sep. | 2 octubre |
| IMPACT (AS) | 2.25 | 3.25 | - | - | - | - | - |
| HY-MARK | 2.12 | 3.00 | - | - | - | - | - |
| NITRO | 2.12 | 3.12 | 3.25 | 3.75 | 3.75 | 0.50 | 1.37 |
| RML-0007 | 2.00 | 2.87 | 3.12 | 3.75 | 3.87 | 0.12 | 1.00 |
| RML-0034 VP | 1.87 | 3.12 | 2.87 | 3.50 | 3.50 | 0.50 | 0.87 |
| CRUISER | 1.87 | 3.00 | - | - | - | - | - |
| RML-7535 VP | 1.75 | 3.25 | 3.00 | 3.62 | 3.87 | 0.37 | 0.37 |
| NVH899 | 1.62 | 2.62 | 2.87 | 3.50 | 3.62 | 0.75 | 1.62 |
| OVATION | | | | | | | |
| RML-6483 VP | 1.62 | 3.00 | 3.25 | 3.87 | 3.87 | 0.75 | 1.37 |
| RML-1305 | 1.62 | 2.62 | 2.37 | 2.87 | 3.25 | 0.37 | 0.62 |
| RML-0015 | 1.62 | 3.00 | 2.62 | 3.12 | 3.50 | 0.37 | 0.62 |
| GOLD MINE | 1.50 | 2.37 | - | - | - | - | - |
| NVH-890 | 1.50 | 2.87 | 3.12 | 3.75 | 3.87 | 0.25 | 2.00 |
| PRIMO | | | | | | | |
| RML-7923 VP | 1.37 | 2.85 | 2.87 | 3.37 | 3.62 | 0.37 | 1.00 |
| RML-0013 | 1.37 | 2.75 | 3.00 | 3.37 | 3.62 | 0.62 | 2.37 |
| RML-0009 | 1.37 | 2.50 | 2.87 | 3.75 | 3.87 | 0.50 | 0.87 |
| CARAVELLE | 1.25 | 2.75 | - | - | - | - | - |
| RML-7930-VP | 1.25 | 2.62 | 2.62 | 3.62 | 3.75 | 0.00 | 0.50 |
| RML-0031 | - | - | 2.25 | 2.75 | 3.25 | 0.00 | 0.12 |
| RML-0036 | - | - | 2.25 | 3.25 | 3.87 | 0.25 | 0.37 |
| DMS (5%) | NS | NS | 0.55 | 0.51 | 0.43 | 0.33 | 1.02 |

Segunda fecha de siembra – 12 de junio: El análisis de varianza detecto diferencias significativas para las tres calificaciones realizadas (Cuadro 1). Las calificaciones más altas se observaron en los híbridos Nitro, RML-6483 VP, NVH-890 y RML-0007 con calificaciones de 3.25, 3.25, 3.12 y 3.12, respectivamente; mientras que las calificaciones más bajas fueron en los híbridos RML-0031 y RML-0036 con 2.25.

Tercera fecha de siembra – 1 de agosto: En esta tercera fecha de siembra se realizaron dos aplicaciones del funguicida sistémico propiconazol (1 l/ha) para el control de la cenicilla, el 24 de Septiembre y 10 de octubre.

El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre los genotipos. Las calificaciones más altas se observaron en los híbridos RML-0013, NVH-890, NVH-899, RML-0034 VP y RML-6483 VP con 2.37, 2.00, 1.62, 1.37 y 1.37, respectivamente, mientras que la calificación más baja fue observada en el híbrido RML-0031, con 0.12.

En las tres fechas de siembra, los híbridos reaccionaron diferentes ante la presencia de la cenicilla. En la siembra del 12 de junio, fue donde se presentaron las calificaciones mas altas en todos los materiales, disminuyendo en la tercera fecha, en parte por la aplicación del funguicida. Estos variaciones pueden deberse a cambios en la población en el fitopatógeno, pero también a condiciones ambientales que influyen tanto en el fitopatógeno como en las plantas.

Estos factores son principalmente temperatura, intensidad de la luz y humedad (Cohen *et al.*, 1996; Cohen *et al.*, 2004). La cenicilla para su desarrollo requiere de temperaturas relativamente altas, en comparación a otros microorganismos. En la segunda fecha de siembra, que fue en donde se detectó mas daño, las temperaturas son altas y además hubo precipitación (Figura 1).

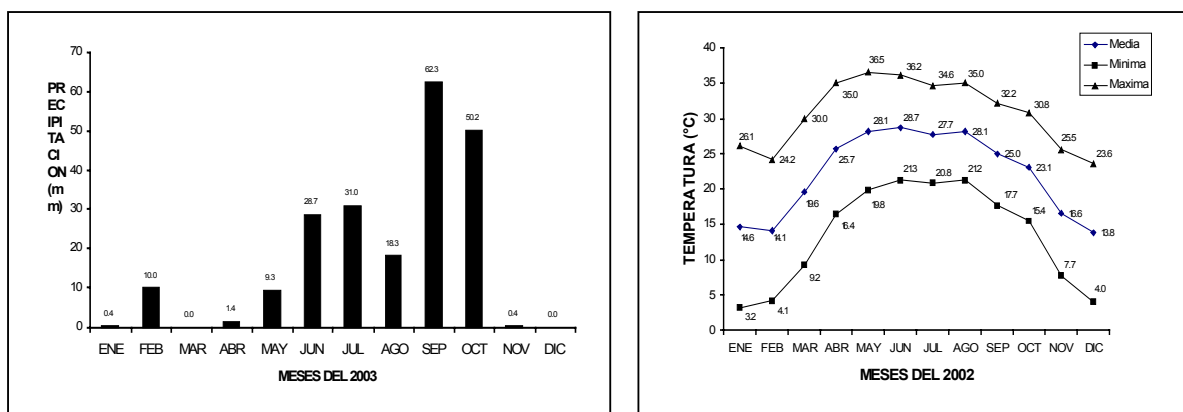


Figura 1. Valores de precipitación y temperatura en el año 2002

Por lo que se tuvieron Las condiciones ambientales propicias para su desarrollo; además que ya había inóculo de la primera fecha de siembra. En la región, se ha observado que las fechas de siembra tempranas (enero, febrero, marzo), tienen poca o nula presencia de cenicilla. Esta de va detectando en las fechas intermedias y tardías, en donde si no se aplican los funguicidas oportunamente, la enfermedad termina con el cultivo. En la siembra del 1 de agosto, por la aplicación del funguicida, se disminuyó en parte el daño por cenicilla.

CONCLUSIONES

- Los genotipos reaccionaron de manera diferente en cuanto a su reacción a la cenicilla, dependiendo de la fecha de siembra, la fecha del 12 de junio fue la mas dañada. Esto se debe en parte por las condiciones ambientales como temperatura, intensidad de la luz y humedad que influyen tanto en el patógeno como en el cultivo.
- Estadísticamente no hay diferencias estadísticas entre los híbridos evaluados en cuanto a su reacción a la cenicilla en la fecha de siembra del 27 de abril. Sin embargo, visualmente si se apreciaron diferencias en cuanto al daño entre los genotipos. El mas dañado fue Impact y el menos dañado Gold Mine.
- En la siembras del 12 de junio y 1 de agosto, si existen diferencias estadísticas entre los genotipos. En la primera, los mas dañados fueron RML-007, RML-7535 VP, Primo. Y los menos dañados RML-1305 y RML-0031. En la del 1 de agosto, los mas dañados fueron RML-0013 y el menos dañado RML-7535 VP

BIBLIOGRAFÍA

- Cano R,P., V. Hernández H y C. Maeda M. 1993. Avances en el control genético de la cenicilla polvorienta del melón (*Cucumis melo* L.) en México. Horticultura Mexicana 2(1):27-32.
- Cohen, R., Y. Burger., S. Shraiber., Y. Elkind, and E. Levin. 1996. Influence of the genetic background and environmental conditions on powdery mildew of melons. Phytoparasitica 24(2):163.
- Cohen. R., Y. Burger., and N. Katzir. 2004. Monitoring physiological races of *Podosphaera xanthii*(syn. *Sphaerotheca fuliginea*), the causal agent of powdery mildew in cucurbits: factors affecting race identification and the importance for research and commerce. Phytoparasitica 32(2):174-183.
- Hernández H.V. y P. Cano R. 1997. Identificación del agente causal de la cenicilla del melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera. ITEA 93(3):156-163. España.
- Mendoza, Z.C. 1993. Diagnóstico de enfermedades fungosas. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, México. p. 90-94.
- Mendoza, Z.C. 1999. Enfermedades fungosas de hortalizas y fresa. In: S. Anaya R y J. Romero N. *et al.* (eds.). Hortalizas. Plagas y enfermedades. Editorial Trillas. México. p. 36-40.
- Mendoza, Z.C. y B. Pinto C. 1985. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, México. p. 153-159, 248, 286-287.

DORADO DEL FRUTO. NUEVA SINTOMATOLOGÍA EN EL CULTIVO DE CHILE EN LA REGIÓN LAGUNERA

Yasmin Ileana Chew Madinaveitia¹, Adrián Vega Piña¹ y Florencio Jiménez Díaz².

¹ INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200 Pte. Col Centro. Matamoros, Coah. CP. 27440. Tel. (871) 7 62-02-02. ²UAAAN-Unidad Laguna. Periférico y Carretera La Fe. Torreón, Coah. Correo electrónico: chew.yazmin@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile (*Capsicum annuum* L.) en la Región Lagunera tiene una superficie de 1,232 ha, con una importante derrama económica por comercialización del producto y la mano de obra que requiere durante todo su ciclo. De las hortalizas de la región, el chile es el tercer cultivo en cuanto a superficie, después del melón y la sandía (SAGARPA-Región Lagunera).

El cultivo de chile, desde el inicio del ciclo que comprende las fases de almácigo, proceso de producción y postcosecha, es afectado por diversos factores bióticos y abióticos. De los bióticos las enfermedades causadas por bacterias, hongos, virus, fitoplasmas y nematodos, los cuales reducen considerablemente su producción y calidad. De los abióticos se consideran temperatura, aire, granizo, deficiencias nutrimentales, salinidad, entre otros. Algunos de ellos pueden confundirse con enfermedades causadas por microorganismos (Pernezny *et al.*, 2003).

De las enfermedades de la raíz causadas principalmente por hongos, se reportan pérdidas de plantas de 40-70% en Aguascalientes y Zacatecas (Velásquez *et al.*, 2002; Velásquez y Medina, 2003), lo que se traduce en nuevos replantes y un desfase de la cosecha y reducción de la calidad del fruto.

Las enfermedades virales se consignaron en 1966 en la región de Las Huastecas. Actualmente, afectan el rendimiento y calidad del fruto en todas las áreas productoras del país, con niveles de infección del 20 al 100% de daño. El porcentaje de pérdidas, el número de virus y los vectores, se han incrementado en todas las regiones, lo que ha obligado a la reducción de la superficie e incluso a no sembrar debido a su incosteabilidad (Urias y Alejandre, 1999).

En la Región Lagunera, las enfermedades que se han detectado están asociadas principalmente con hongos y virus y en áreas aisladas nematodos. Los daños por éstos microorganismos se observan en todas las etapas fenológicas del cultivo. De las enfermedades de la raíz, se han identificado a los hongos *Rhizoctonia solani* y *Fusarium* spp como los mas frecuentes a esa sintomatología. De los virus, se ha detectado a: Virus Mosaico del Tabaco (TMV), Virus Jaspeado del Tabaco (ETV), Virus Mosaico del Pepino (CMV), Virus Mosaico de la Alfalfa (AMV), principalmente, sin descartar la presencia de geminivirus.

En el ciclo de cultivo de éste año, se detectó una sintomatología en los frutos que

anteriormente no se había observado, la cual no coincide con los daños por virus u hongos que se tienen identificados en la región. Las plantas dañadas tienen un aspecto aparentemente normal. La altura y la lámina foliar son un poco menor que el de las plantas sanas, pero los frutos tienen una coloración dorada-café o tostados. Inicia con una coloración café claro en forma de bandas longitudinales, éste color cambia a un dorado café y en ocasiones todo o gran parte de la superficie del fruto presenta esa coloración. El fruto parece como si estuviera tostado. Algunos frutos, además de las bandas de color café, tienen una maduración temprana e irregular, por lo que se observan áreas verdes y rojas (Figura 1). Alguna de éstos síntomas, se relacionan con virus, por lo que se analizaron muestras para tratar de relacionar éstos síntomas con alguna virus o mezcla de virus.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron plantas de chile tipo jalapeño. Se tomaron muestras de hojas y fruto. Se analizaron con la técnica de ELISA (Inmunosorbencia con enzimas conjugadas) siguiendo el protocolo de AGDIA. Se utilizaron los antisueros de los siguientes virus: Virus Mosaico del Tabaco (TMV), Virus Mosaico del Pepino (CMV), Virus Mosaico de la Alfalfa (AMV), Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (TSWV) y Virus Moteado del Chile (PepMoV).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las hojas y fruto de chile reaccionaron únicamente para el Virus Mosaico del Pepino (CMV). Parte de los síntomas presentes en las plantas, se relacionan a éste virus como son los anillos en el fruto, éstos también se presentan en el follaje (Conti, 2000; Murphy, 2003), pero en las plantas que tienen la sintomatología del “dorado del fruto”, el follaje no los tiene. Otro aspecto importante de éstas plantas, es que el follaje no manifiesta síntomas típicos de virosis como son los mosaicos, deformaciones, amarillamientos; sin embargo, el follaje fue positivo para el Virus Mosaico del Pepino.

Dependiendo de la edad de la planta a la que fue infectada por el CMV, es como se expresan los síntomas. En plantas mas jóvenes los síntomas son mas drásticos, que cuando la planta es infectada a mas edad. Existen también plantas asintomáticas, especialmente maleza, pero eso incluye todas las partes de la planta (Conti *et al.*, 2000). En caso de que las plantas con los síntomas del “dorado del fruto” hayan sido infectadas a mayor edad, los frutos tampoco manifestarían síntomas tan drásticos como los encontrados.

El Virus Mosaico del Pepino tiene cepas o variantes que se dividen en dos subgrupos I y II. El grupo I induce necrosis (Murphy, 2003; Conti *et al.*, 2000).



Figura 1. Síntomas del “Dorado del fruto”. Superior. Síntomas en chile tipo Jalapeño que inician con bandas longitudinales de color café dorado (izquierda) y maduración irregular (derecha). Centro. Avance del aspecto dorado o tostado, combinado con maduración irregular. Inferior. Síntomas de dorado del fruto en chile tipo serrano.

En las plantas que se analizaron no se observó necrosis. Por lo tanto, puede tratarse de otra cepa o variante del virus, o que sea una mezcla con otros virus, que estén dando como resultado un efecto en el fruto, mas que en el follaje. No se descarta tampoco otro factor, que puede ser de clima u otro microorganismo aparte del virus que se encontró.

En relación al síntoma que se detectó en Chile, es necesario continuar investigando este nuevo síntoma, ya que se reduce drásticamente la calidad por el aspecto del fruto. Al momento de la cosecha, separan el fruto dañado, por lo que también está afectando la producción (Figura 1).

Este síntoma ya se había observado en la región de Cd. Juárez, Dgo. y Monterreicillo en 2003, pero eran plantas aisladas. Este año la superficie fue mayor y con una incidencia de hasta 50% o mas de plantas con ese síntoma. El síntoma se encontró al inicio en Chile tipo Jalapeño, pero también se esta observando en Chile tipo Serrano.

En cultivos como el tomate y melón, también se han presentado enfermedades que anteriormente no se habían reportado. En 1997, se detectó en tomate un enrollamiento de las hojas y una coloración morada en los bordes de las mismas y en las venas, conocido como "Permanente del Tomate". El agente causal de ésta enfermedad es un fitoplasma transmitido por un insecto, el psílido de la papa o del tomate *Paratrioza cockerelli* (Chew *et al.*, 2004). En 1999, se identificó en melón, especialmente en las siembras tardías, al Virus del Amarillamiento y Acaparamiento de las Cucurbitáceas (CYSDV), transmitido por la mosquita blanca de la hoja plateada *Bemisia argentifolii* (Cano *et al.*, 1999). Por lo tanto, la Región Lagunera no se excluye de tener nuevas plagas y enfermedades en sus cultivos, ya que los organismos que las causan son dinámicos y sufren alteraciones y mutaciones que se reflejan en los cultivos.

Es importante conocer el origen de las alteraciones en los cultivos, ya sea por cuestiones fisiológicas, factores bióticos o abióticos para plantear las estrategias necesarias para contrarrestar los daños y la consecuente pérdida económica.

CONCLUSIONES

- El "dorado del fruto" del Chile es un síntoma que se está dispersando en las áreas productoras de Chile en la región, principalmente el área hortícola del Municipio de Lerdo, Dgo.
- El daño es evidente en el fruto, pero no en el follaje, pero ambos fueron positivos para el Virus del Mosaico del Pepino.
- Los síntomas por el Virus del Mosaico del Pepino, coinciden en parte con el encontrado en los frutos.

- Es probable que se encuentre otro (s) virus involucrados en esa sintomatología, tampoco se descartan factores abióticos u otro microorganismo.
- Es importante continuar investigando la causa de éste síntoma en el cultivo, ya que está ocasionando pérdidas de consideración.
- Es necesario realizar análisis serológicos y moleculares para encontrar que otros microorganismos están asociados al síntoma del “dorado del fruto”.

BIBLIOGRAFÍA

- Cano, R.P., Y.I. Chew M., F. Chávez G., F. Jiménez D., U. Nava C., E. López R., R. Ávila G., y A. Castro I. 1999. El amarillamiento del melón (*Cucumis melo* L.) en el Norte-centro de México. Posibles causas y estrategias de control. SAGAR. Junta Local de Sanidad Vegetal de la Región Lagunera de Coahuila y Durango. 13 p.
- Conti, M., D. Gallitelli., V. Lisa., O. Lovisolo., G.P. Martelli., A. Ragozzino., G.L. Rana., y C. Vovlas. 2000. Principales virus de las plantas hortícolas. Bayer. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 93-103.
- Chew, M.Y.I. y F. Jiménez D. 2002. Enfermedades del melón. *In*: El melón: Tecnología de producción y comercialización. SAGARPA-INIFAP-CELALA. Matamoros, Coah. pp. 161-195
- Chew, M.Y.I., F. Jiménez D., y U. Nava C. 2004. El “permanente del tomate” en la Región Lagunera. Memoria de la XVI Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo. pp. 738-742.
- Murphy, J.F. 2003. Cucumber mosaic virus. *In*: K. Pernezny *et al.* (eds.). Compendium of pepper diseases.. APS Press. St. Paul, Minnesota. USA. Pp. 29-31.
- Pernezny, K., P.D. Roberts., J.F. Murphy., and N.P. Goldberg. 2003. Compendium of pepper diseases. APS Press. St. Paul, Minnesota. USA. 63 p.
- Urias, M.C. y T. Alejandro A. 1999. Los virus y su impacto en la producción agrícola. *In*: S. Anaya R. y J. Romero N. *et al.* (eds.). Hortalizas. Plagas y enfermedades. Editorial Trillas. México. Pp. 92-109.
- Velásquez, V.R. y M.M. Medina A. 2003. La pudrición de la raíz de chile (*Capsicum annuum* L.) en el norte-centro de México. I. Estudios básicos. Folleto científico Núm. 14. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags. 26 p.
- Velásquez, V.R., M.M. Medina A., y J. Mena C. 2002. Guía para identificar y manejar las principales enfermedades parasitarias del chile en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto técnico Núm. 20. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags. 41 p.

POTENCIAL DE USO DEL AGUA DE RIEGO EN LA COMARCA LAGUNERA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CULTIVOS FORRAJEROS ALTERNATIVOS

J. Francisco J. Chávez G.¹, J. Santamaría César¹, D. G. Reta Sanchez¹,
J. A. Cueto W.² franciscochavez@yahoo.com

¹ Investigador del INIFAP-CIRNOC-CELALA, Blvd. José Santos Valdéz No. 1200 Col. Mariano Matamoros. C.P. 27440, Matamoros Coah.

² Investigador del INIFAP-CENID-RASPA, Km 6.5 Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. C.P. 35150 Cd. Lerdo, Dgo.

³ Estudio financiado por el Proyecto "Identificación de nuevos Cultivos y Sistemas de Producción de Forraje de Alta Eficiencia en el Uso del Agua para Bovino de Leche Estabulado en la Comarca Lagunera". Convenio SAGARPA-COFUPRO-CONACYT

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera destaca la producción de cultivos forrajeros. En todos los cultivos establecidos se tiene como principal factor limitante la reducida disponibilidad de agua. Esta cuenca lechera se ubica en uno de los acuíferos sobreexplotados del país en donde se ha detectado un abatimiento anual de 1.5 m. Un segundo factor limitante es la disminución de la calidad del agua del subsuelo lo cual provoca una adición significativa de sales al suelo en cada riego lo cual va degradando los mismos. Por otro lado el abatimiento causa un continuo incremento en los costos de extracción de la misma.

Del patrón de cultivos actual en la región, de acuerdo con el Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en 2003 la producción de forrajes fue basada en 8 cultivos. Esta producción representa el 76% del área cosechada y el 73.2% del valor de la producción del sector en la región, sin embargo solo se produce el 60% del forraje total que demanda el hato ganadero lechero.

El cultivo forrajero predominante es la alfalfa, en 2003 se cosecharon 37,062.5 ha con un valor de la producción de \$784,813.3 lo que representa un 51% de el área cosechada de forrajes y el 62.1% del valor de la producción de forraje en la Comarca Lagunera. Sin embargo, este cultivo presenta baja eficiencia en el uso del agua (1.5 kg materia seca m⁻³ de agua consumida), otros cultivos regionales como el maíz reducen significativamente su productividad (hasta 40 %) en siembras de verano debido a altas temperaturas, y otros como el sorgo forrajero presentan problemas de acame y de baja calidad nutricional.

Estas limitaciones de los cultivos reducen significativamente el potencial de producción de forraje durante el año y obliga a buscar nuevas alternativas con cultivos

mejor adaptados a las condiciones ambientales, manteniendo o incrementando la calidad del forraje.

MATERIALES Y METODOS

La estrategia a seguir en este trabajo consistió en seleccionar especies con buen potencial de adaptación a la región, considerando las características del medio físico local ya determinadas y los requerimientos ambientales de cada cultivo forrajero. Para ello se utilizó información sobre calidad de agua de uso agrícola considerando reportes sobre monitoreo anual realizado por la Comisión Nacional del Agua durante el periodo 1994-2004.

La información fue analizada, clasificada de acuerdo a índices de salinidad, sodicidad y sensibilidad de cultivos contenidos en el manual 60 del laboratorio de salinidad del USDA. La presentación de imágenes fue usando herramientas de Sistema de Información Geográfica.

Los avances presentados en este trabajo, corresponden a la evaluación del uso potencial del agua de riego de la Comarca Lagunera, considerando la calidad de la misma en relación a los requerimientos hídricos y sensibilidad a sales y sodio de algunos cultivos que pueden ser nuevas alternativas para complementar el patrón de producción de forraje en la región.

RESULTADOS Y DISCUSION

Disponibilidad de agua para riego

La principal limitante de la producción de forraje en la región es la reducida y decreciente disponibilidad de agua. La Región cuenta con una captación de agua en el Distrito de Riego 017 y agua del subsuelo, las cuales suman alrededor de 1,500 millones de metros cúbicos; sin embargo cada año se consumen 2,500 millones de metros cúbicos en la agricultura, industria y consumo humano, sobresaliendo el primero con aproximadamente el 90 % del total de agua disponible (Adame et al., 1998; Sánchez et al., 1998). Se riegan aproximadamente 128,000 hectáreas anuales, las cuales solo son el 55 % de la superficie total de riego (Adame et al., 1998). El déficit de 1,000 millones de metros cúbicos de agua es cubierto por aguas no renovables, es decir por el bombeo de la reserva de agua subterránea, que ha provocado desde hace más de 60 años un abatimiento anual del manto freático de 1.5 m, y consecuentemente un incremento significativo en los costos de bombeo (Sánchez et al., 1998).

Características del agua de riego en la Comarca Lagunera

Un factor importante que reduce la productividad de cultivos en la Comarca Lagunera es la creciente degradación de suelos debido a su contenido de sales solubles y sodio intercambiable. La causa principal de este problema de salinidad son el uso de agua del subsuelo con baja calidad y en algunos casos arrastre de sales por aguas de escurrimiento superficial. El deterioro continuo de la calidad del agua subterránea es el resultado de un aumento en el contenido de minerales disueltos (González Barrios, 1992) que a su vez es ocasionado por los incrementos en la profundidad a la que se extrae el agua provocado por la intensidad de extracción del agua del acuífero (Brouste, 1996; Brouste et al., 1997).

La información analizada y clasificada por el contenido de sales totales solubles y niveles de sodio permite la identificación de áreas de riesgo. En el Cuadro 1 se presentan las superficies y el porcentaje afectado de suelos con sales solubles y sodio según la clasificación propuesta por el Handbook No. 60 de laboratorio de salinidad del USDA. Puede observarse que no existe agua subterránea en los pozos en operación con una excelente calidad, es decir con un contenido bajo de sales y sodio. Por otro lado, un 57.2 % de los pozos tienen una cantidad de sales disueltas en el agua que obliga a tener varias consideraciones en su uso como lo son el aplicarlas en suelos con cierto drenaje y cultivos con algún grado de tolerancia. En relación a sodio en el agua subterránea, el total de pozos evaluado indica que aunque el contenido de este varía de bajo a medio, es también necesario el hacer un uso racional de la misma con cultivos con cierta tolerancia, suelos con posibilidades de drenaje y en algunos casos controlar laminas de lavado y contemplar el empleo de mejoradores químicos de suelo para inhibir el efecto tóxico del ión sodio en los cultivos establecidos.

Cuadro 1. Distribución en porcentaje de la superficie total de la calidad del agua subterránea en el área de influencia del Distrito de Riego 017, según el manual 60 de laboratorio de salinidad del USDA.

| | | Incremento en Sodio | | | | Comentarios |
|---------------------------|----|---------------------|------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | |
| Incremento en Sales Sales | C1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | No existen aguas en el subsuelo de muy buena calidad bajo contenido de sales y sodio |
| | C2 | 10.8 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | Un 11.3 % son medias en sales y de bajo a medio en sodio |
| | C3 | 34.8 | 23.3 | 0.0 | 0.0 | Un 58.1 % son altas en sales y de bajo a medio en sodio |
| | C4 | 22.4 | 7.1 | 1.1 | 0.0 | Un 30.6 % son muy altas en sales y altas en sodio |
| | | | | | | |

En la Figura 1 se muestra la distribución de áreas con diversas calidades de agua en el Distrito de riego 017. El agua subterránea de mejor calidad se encuentra localizada en la parte media del Distrito, entre los centros de población Francisco I. Madero y Torreón en el estado de Coahuila. Esta agua se clasifica como C2S1, la cual indica un contenido medio ($< 750 \text{ m}\mu \text{ cm}^{-1}$) de sales solubles y baja relación de adsorción de sodio ($< 10\%$).

El agua del subsuelo con mayor contenido de sales solubles y sodio esta en áreas ubicadas entre la ciudad de Torreón y Matamoros, Coahuila, al poniente del Distrito de Riego 017, entre Gómez Palacio y Bermejillo y al sureste, en el municipio de Lerdo, Durango. Esta agua cae entre las clasificaciones C4S2 y C4S3, lo cual indica que tiene un alto contenido de sales y el contenido de sodio es de medio a alto. Por lo que el empleo de esta agua debe ser en cultivos con algún grado de tolerancia a estas sales. De no ser así, reducciones en rendimiento se presentaran. Los suelos de esta área tienen un contenido elevado de sales, lo cual indica que muy posiblemente al ser estos regados en el pasado con agua de mala calidad se han deteriorado. Esta es el área de mayor riesgo para la productividad de los cultivos con moderada sensibilidad a la salinidad del suelo y el agua de riego. Considerando láminas promedio de cultivos forrajeros es posible determinar que son varias toneladas de sales las que se incorporan al suelo con cada riego. Suelos con drenaje limitado en estas superficies acumulan continuamente sales hasta niveles que serán cada vez más críticos.

El agua que proviene de la presa Lázaro Cárdenas es de excelente calidad, con una clasificación C2S1 que de acuerdo al criterio propuesto por el manual 60 de laboratorio de salinidad del USDA, corresponde a un contenido medio de sales solubles y un contenido bajo de sodio.

CONCLUSIONES

En la áreas señaladas de Torreón y Matamoros en el estado de Coahuila y Gómez Palacio, Bermejillo y Lerdo en el estado de Durango, el empleo de agua de riego deberá ser considerando las condiciones iniciales del suelo: contenido de sales y sodio y la capacidad del suelo para llevar a cabo un drenaje natural.

Por otro lado es vital el considerar la sensibilidad de los cultivos a establecerse en estas superficies agrícolas para evitar tener reducciones en rendimiento importantes.

Calidad del agua de riego por bombeo
en el Distrito de Riego 017

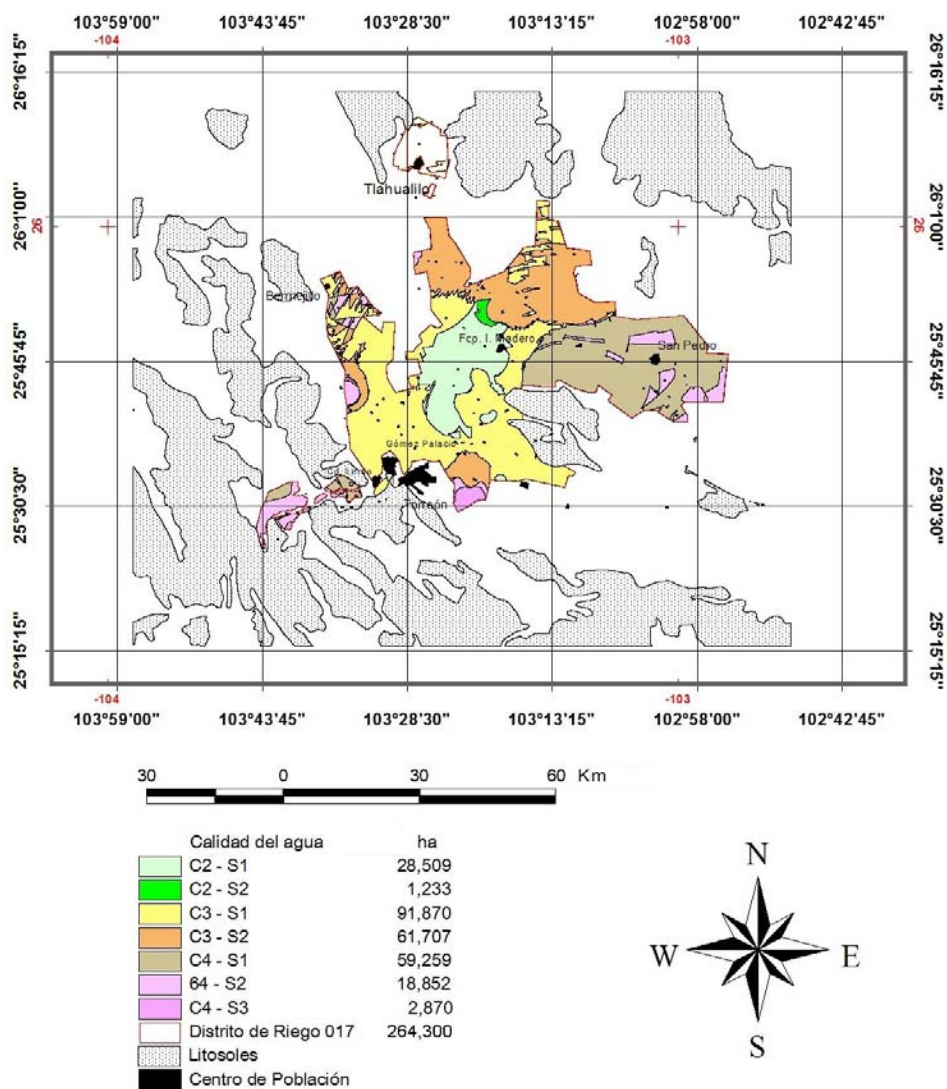


Figura 1. Distribución espacial de la calidad promedio del agua de pozo de uso agrícola en base a la información del Monitoreo de pozos profundos por la Gerencia Regional de las Cuencas Centrales del Norte, período 1995 a 2004.

BIBLIOGRAFÍA

Adame de León, F. U., R. Castaños González y M. Hernández Mestas. 1998. Uso Agropecuario del Agua en la Región Lagunera. Comité de Evaluación y Seguimiento.
 Brouste, L. . 1996. Hydrochimie et géochimie isotopique de la nappe phréatique de la Comarca Lagunera (Nord-Mexique). Tesis Universidad Paris XI-Orsay. 220 p.

- Brouste, L., Marlin, C. Dever, L. González Barrios J. L.. 1997. Hidroquímica y Geoquímica isotópica del manto freático de la Comarca Lagunera (Norte de México). Memorias del 25 aniversario del CENID-RASPA-INIFAP-SAGAR. Gomez Palacio, Durango, México. p. 87-100.
- González, Barrios, J. L. 1992. Eaux d'irrigation et salinité des sols en zone aride mexicanie : exemple dans la Comarca Lagunera. Tesis Universidad Montpellier II. 315 p.
- Comisión Nacional del Agua. 1997. Monitoreo de la Calidad del Agua y Salinidad analizada en los suelos del Distrito de Riego 017. gerencia Regional Norte, Distrito de Riego 017. Comarca Lagunera.
- Sánchez, Coahen, 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 Proyecto CENID-RASPA-ORSTOM.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. http://www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_comagr2c.html.
- United States Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook No. 60. USDA.

IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS EN LA CALIDAD DE LA DIETA CONSUMIDA POR OVINOS EN PASTOREO A TRAVÉS DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU*

Juárez R. A. S.¹, Murillo O. M, Sánchez, L. A., Elizalde, S. A., Nevarez, C. G., Arzola, N. J, Montoya, E. R., Cerrillo, S. M. A.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UJED.
Carretera Dgo-Mezquital. Km 11.5. tel 8-10-07-03

INTRODUCCIÓN

La proteína metabolizable consumida por el ganado se define como la proteína absorbida en el intestino delgado. Esta proteína se compone de la proteína microbiana, así como de la proteína del alimento que no se degrada en el rumen (NRC, 2000). Es por eso que es importante conocer los aspectos dinámicos de la degradación de la proteína en el rumen (Huntington y Givens 1995). De este modo, los actuales sistemas de alimentación proteica para rumiantes consideran como parte importante de su estructura, la determinación de la degradabilidad de la proteína en el rumen. Ørskov y McDonald (1979) propusieron un procedimiento *in situ*, a partir del cual se ponen de relieve las fracciones de la proteína que degradan los microorganismos ruminales y la fracción de la proteína del alimento que transita por el rumen sin degradarse, pero que puede utilizarse en el intestino delgado. La determinación de estas dos fracciones de la proteína permiten la adecuada aplicación práctica de los sistemas de alimentación proteica (Klopfenstein *et al.*, 2001). Sin embargo, son escasos los trabajos relacionados con la degradabilidad de la PC en animales en apacentamiento. En consecuencia, el objetivo de este estudio fue aplicar el método de degradabilidad *in situ* para estimar deficiencias nutricionales, particularmente en los aportes de PM de la dieta consumida por ovinos en un pastizal mediano arbosufrutescente de la región de los Llanos de Durango.

MATERIALES Y METODOS**Sitio de trabajo.**

El estudio se realizó durante 10 meses consecutivos en un pastizal mediano arbosufrutescente perteneciente al ejido, Felipe Carrillo Puerto, municipio de Guadalupe Victoria (Durango). El clima de la zona es seco templado con verano cálido BS₁ k, BS₀ k, y seco semicálido BS₁ H, con temperatura media anual de 17° C (COTECOCA, 1979). Durante el desarrollo del trabajo se registró una precipitación pluvial de 462 mm, distribuidos en 8 de los 10 meses estudiados.

Preparación de las muestras, análisis de laboratorio y estimación del consumo.

Se colectaron muestras de forraje entre agosto del año 2002 a mayo de 2003, en 3

borregas fistuladas del esófago de aproximadamente 52 kg PV (Stevens, 1985). Los muestreos se realizaron durante 2 días/mes, en la mañana y en la tarde y por periodos de 30 a 45 min. Las muestras del forraje consumido se secaron a 50° C por 48 h, se molieron y se conservaron en botes de plástico. A las muestras se les determinó materia seca (MS), cenizas (C), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) (AOAC, 1985), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (L) (Van Soest *et al.*, 1991). El consumo de forraje se estimó a partir de la producción fecal y de la porción indigestible de la dieta (Handl y Rittenhouse, 1975). La digestibilidad se estimó con el método de la pepsina-celulasa (Aufrère, 1982).

Estimación de la degradabilidad de la PC.

Se utilizaron 3 borregos fistulados del rumen (Heker, 1969) en los que se incubaron bolsas de nylon con 5 g de muestra a intervalos de 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h. La cinética de la degradación se ajustó con la ecuación: $p = a + b(1 - e^{-ct})$ (Ørskov y Mc Donald, 1979). Los parámetros estimados de degradabilidad de la PC fueron: **a** representa la fracción degradable; **b** la fracción lentamente degradable; **a + b** la fracción potencialmente degradable (**PD**); y **c** la tasa constante de degradación. También, se estimó la degradabilidad efectiva (**DE**). La DE de la PC se calculó considerando una tasa de pasaje de 3% h⁻¹ con la ecuación: $a + (b * c)/(c + 0.03)$ (AFRC, 1993). Para estimar el aporte de la dieta en PM, se utilizó el modelo PDI (Verite *et al.*, 1987).

Análisis estadísticos.

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza para un diseño completamente al azar, utilizando el procedimiento GLM de SAS (1997). Las medias se analizaron mediante la prueba de Tukey. Para correr el modelo exponencial de Orskov y McDonald (1979) se utilizó el procedimiento NLIN de SAS (1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química del forraje consumido por el ganado.

En la tabla 1 se muestra la composición química del forraje consumido por los animales. Los valores promedio para PC, FDN, FDA, L, hemicelulosa y celulosa fueron de 176, 542, 369, 141, 190 y 228 g/kg MS respectivamente. El contenido de PC mas alto se observó en el mes de agosto (230g /kg MS) y el mas bajo en el mes de mayo (140 g/Kg MS). El contenido de PC observado en octubre fue diferente a enero, febrero, marzo abril y mayo ($P > 0.05$). El contenido de FDN mas alto se presento en el mes de marzo (617 g(KgMS) y el mas bajo en enero (508 g/kgMS). La cantidad de FDN del forraje observada en agosto y marzo fue igual ($P > 0.05$); pero diferente a los otros meses evaluados ($P < 0.05$). El contenido de FDA observado en

el mes de agosto fue diferente a octubre noviembre diciembre y marzo ($P > 0.05$). Los contenidos de L observados en agosto, septiembre, octubre y noviembre fueron iguales ($P > 0.05$); pero diferentes a diciembre, enero, marzo, abril y mayo ($P < 0.05$). Las variaciones en la composición química observadas en este estudio, pueden explicarse a partir de la disponibilidad de especies vegetales en el agostadero y la selectividad de los animales, los cuales pueden consumir dietas diferentes en las comunidades vegetales pastoreadas (Bartolomé *et al.*, 1998).

Tabla 1. Composición química del forraje consumido por ovinos en pastoreo.

| Meses | Fracciones químicas (g/kg MS) | | | | | |
|------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | PC | FDN | FDA | Lignina | Hemicelulosa | Celulosa |
| Agosto | 230 ^a | 558 ^{ab} | 322 ^d | 167 ^a | 236 ^b | 155 ^c |
| Septiembre | 204 ^{ab} | 525 ^b | 377 ^{a bcd} | 177 ^a | 149 ^{ab} | 200 ^{bc} |
| Octubre | 181 ^{abc} | 539 ^b | 395 ^{ab} | 171 ^a | 43 ^c | 224 ^{ab} |
| Noviembre | 205 ^{ab} | 560 ^b | 423 ^a | 185 ^a | 170 ^{ab} | 237 ^{ab} |
| Diciembre | 211 ^{ab} | 515 ^b | 398 ^{ab} | 116 ^b | 117 ^b | 282 ^a |
| Enero | 141 ^c | 508 ^b | 345 ^{bcd} | 116 ^b | 201 ^{ab} | 282 ^a |
| Febrero | 161 ^{bc} | 562 ^{ab} | 352 ^{bcd} | 154 ^a | 316 ^a | 197 ^{bc} |
| Marzo | 149 ^c | 617 ^a | 392 ^{abc} | 114 ^b | 225 ^{ab} | 277 ^a |
| Abril | 141 ^c | 509 ^b | 333 ^{cd} | 106 ^b | 175 ^{ab} | 227 ^{ab} |
| Mayo | 140 ^c | 522 ^b | 352 ^{bcd} | 102 ^b | 171 ^{ab} | 249 ^{ab} |
| Promedio | 176 | 542 | 369 | 141 | 190 | 228 |
| eem | 19.1 | 30.0 | 28.0 | 21.0 | 12.0 | 21.0 |

eem = Error estándar de la diferencia entre medias

a, b, c, d Literales diferentes entre columnas indican diferencias ($P < 0.05$)

Parámetros de degradabilidad de la proteína.

Los parámetros de degradabilidad de la proteína del forraje consumido por los animales se presentan en la tabla 2. El valor promedio de la fracción soluble *a* de la proteína fue 49.5%, con un rango de variación de 40.8% en marzo a 62.5% en diciembre. Prácticamente no se observaron diferencias en esta fracción entre algunos de los meses que corresponden a las épocas de secas y de lluvia ($P > 0.05$). Un criterio para saber si la proporción de esta fracción

es fisiológicamente aceptable, es que ésta no debe ser mayor a 40% de la proteína efectivamente degradada (AFRC, 1993). En este estudio, esta fracción fue equivalente a 69% de la degradabilidad efectiva, lo cual podría indicar, por una parte, que la capacidad de utilización del nitrógeno por los microorganismos ruminales fue superada por la disponibilidad de aminoácidos durante la primera fase de degradación de la proteína y por otra parte, por la acumulación de amoníaco en el rumen. Lo anterior podría significar una pérdida de nitrógeno a través de la orina, además de un gasto energético a nivel del hígado para transformar el amoníaco en urea (Arias y Nesti, 1999).

Tabla 2. Parámetros de degradabilidad *in situ* de la proteína del forraje consumido por ovinos en pastoreo

| Meses | Parámetros | | | | |
|------------|--------------------|---------------------|----------|------------|---------------------|
| | a | B | c | a+b | DE |
| Agosto | 50.7 ^{ab} | 37.1 ^{abc} | 0.0686 | 87.8 | 75.6 ^{ab} |
| Septiembre | 50.9 ^{ab} | 36.8 ^{abc} | 0.0535 | 87.7 | 74.6 ^{bc} |
| Octubre | 60.3 ^a | 26.9 ^c | 0.0408 | 87.2 | 75.8 ^{ab} |
| Noviembre | 44.5 ^b | 41.9 ^{abc} | 0.0313 | 86.5 | 65.9 ^{cde} |
| Diciembre | 62.5 ^a | 29.7 ^{bc} | 0.0829 | 92.2 | 84.3 ^a |
| Enero | 52.9 ^{ab} | 39.3 ^{abc} | 0.0696 | 92.2 | 80.3 ^{ab} |
| Febreo | 43.7 ^b | 43.8 ^{ab} | 0.0665 | 87.5 | 71.6 ^{bcd} |
| Marzo | 40.8 ^b | 52.3 ^a | 0.0260 | 93.1 | 64.8 ^{de} |
| Abril | 43.7 ^b | 46.5 ^a | 0.0177 | 90.2 | 60.7 ^e |
| Mayo | 44.5 ^b | 40.6 ^{abc} | 0.0266 | 85.2 | 63.5 ^{de} |
| Promedio | 49.5 | 39.5 | 0.0482 | 88.9 | 71.7 |
| Eem | 3.27 | 4.12 | 0.019 | 2.94 | 2.28 |

a = Fracción rápidamente soluble (%)

b = Fracción insoluble pero degradable (%)

c = Tasa de degradación de la fracción **b** (% h⁻¹)

a + b = Degradabilidad potencial (%)

DE = Degradabilidad efectiva estimada como: $a + (b * c)/(c + 0.03)$.

eem = Error estándar de la diferencia entre medias

Por lo que respecta a la fracción “**b**”, el valor más alto se observó en marzo (52%) mientras que el valor más bajo (27%) se registró octubre, cuando los animales consumieron forraje más maduro. De igual manera, no se observaron diferencias en esta fracción entre los meses evaluados ($P > 0.05$). En cuanto a la tasa de degradación “**c**”, el valor promedio fue de

4.8% h⁻¹. Los valores mas bajos de "c" se registraron en los meses de marzo, abril y mayo (2.6, 1.8 y 2.7% h⁻¹). No se observaron diferencias en la DP de la proteína a través del año (P > 0.05). El valor promedio fue de aproximadamente 89%. Este parámetro representa el máximo de degradabilidad de la proteína, si el alimento permaneciera indefinidamente en el rumen; en virtud de que esta circunstancia no se da en los animales, es mejor utilizar la degradabilidad efectiva como una estimación de la disponibilidad del nitrógeno en el rumen. En relación con la DE, en este estudio el promedio fue de 71.7%. Se ha demostrado que el principal factor que afecta la disponibilidad del nitrógeno de la dieta consumida por el ganado en pastoreo, es la cantidad de nitrógeno ligado a la FDA (Ramírez et al., 1991; Gutiérrez y García, 1998); sin embargo, en este trabajo no se determinó esta fracción química.

Proteína metabolizable consumida.

En la Tabla 3 se presentan los valores de consumo de PM por los animales. No disponemos de información relativa al consumo de proteína metabolizable para ovinos en agostadero; por esta razón, solo se describen los resultados registrados en este estudio. El consumo estimado de MS fue de 1 kg/d. La proteína microbiana (Pm) formada a partir de la energía (40 g/kg MS) fue mayor durante la lactación (P < 0.05), mientras que la formada a partir de la proteína de la dieta fue similar (P > 0.05) en ambas etapas fisiológicas. En ambos períodos el factor limitante para el crecimiento microbiano fue la energía, 33 y 40 g de proteína microbiana formados por kg MS. La PM consumida durante la gestación (69 g/d) fue suficiente para cubrir las necesidades de las ovejas en este período y se compone de la Pm formada a partir de la energía y la proteína sobrepasante (33 g + 36 g, respectivamente). Sin embargo; para el período de lactancia, el consumo de proteína metabolizable fue insuficiente (56 g/d) para satisfacer las necesidades de las ovejas (65 g/d).

Tabla 3. Composición de la proteína metabolizable consumida por ovinos en agostadero

| Etapa fisiológica | Proteína microbiana (g/kg MS) formada a partir de la | | PS consumida (g/kg MS) | PM (g/d) | Necesidades de PM (g/d) |
|-------------------|------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-------------------------|
| | Energía | Proteína | | | |
| Gestación | 33 ^b | 80 ^a | 36 ^a | 69 ^a | 69 |
| Lactación | 40 ^a | 70 ^a | 16 ^b | 56 ^b | 65 |
| Promedio eem | 36 3.9 | 75 10.9 | 26 8.0 | 62 6.5 | |

^{a, b} Literales diferentes entre columnas indican diferencias (P<0.05) PS = Proteína sobrepasante eem = Error estándar de la diferencia entre medias

CONCLUSIONES

Los valores observados para la proteína altamente degradable a ($> 60\%$ de la DE) y la alta DE de la proteína, puede ser un indicador de que la capacidad de retención del nitrógeno por los microorganismos ruminales fue sobrepasada. Esta situación implica un exceso en la producción de amoníaco ruminal, un gasto energético a nivel del hígado para transformar el amoníaco en urea y un desperdicio de nitrógeno a través de la orina. En estas circunstancias, es necesario proporcionar a los animales una fuente de energía fácilmente degradable, para favorecer la retención del nitrógeno consumido por el ganado, en forma de proteína microbiana.

BIBLIOGRAFÍA

- AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK. 175 p.
- AOAC. 1985. Official methods of analysis. 12th. Ed. AOAC, Wash., D.C. 1930 p.
- Arias, J. y Nesti, A. 1999. Importancia de los niveles de nitrógeno ureico en leche y sangre en el ganado lechero. Revista de la Facultad de Agronomía. (LUZ). 16, 553-561.
- Aufrère, J. 1982. Prediction of forage digestibility by an enzymatic method. Annales de Zootechnie. 31 (2), 111-127.
- Bartolomé, J., Franch, J., Plaixats, J. and Seligman, N.G., 1998. Diet selection by sheep and goats on Mediterranean Heath-Woodland range. J. Range Manage. 51, 383-391.
- COTECOCA. 1979. Tipos de vegetación, sitios de productividad forrajera y coeficientes de agostadero en Durango. Calypso. México D.F. 200 pp.
- Gutiérrez, A.E. y García, A.J.S., 1998. Consumo de energía y proteína por caprinos en un matorral mediano subespinoso y matorral mediano crasirosulifolio espinoso. Tesis FMVZ-UJED. 50 pp.
- Handl W P and Rittenhouse L R 1975 A comparison of three methods of estimating digestibility for determining intake of grazing cattle. Journal of Range Management. 28: 414-416.
- Heker, J.F., 1969. A simple rapid method for inserting rumen cannulae in sheep Aust. Vet. J. 45, 293-294.
- Huntington J A and Givens D I 1995 The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. Nutrition Abstract Reviews (Series B). 65: 63-93.
- Klopfenstein T J, Mass R A, Creighton K W and Patterson H H 2001 Estimating forage protein degradation in the rumen. Journal of Animal Science. Suppl. 79: E208-E217.
- National Research Council. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. National Academy Press. Washington, D.C. 232 pp.
- Ørskov, E.R. and Mc Donald, L., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to the rate of passage. J. Agric. Sci. Camb. 92, 499-503.
- Ramírez, R.G., C. Rusildi-Gonzalez, J.L. Hernández-Piñeiro and R. Maiti. 1997. Nutricional profile and leaf surface structure of some monocotyledonous and dicotyledonous species for grazing ruminants in semiarid regions of Northeastern México. J. Appl. Anim. Res. 12:153-162.
- SAS. 1997. Applied Statistics and the SAS Programming Language. Fourth ed. Prentice-Hall, Inc. 445 p.**
- Stevens, E.J., Thomson, G.G. and O'Connor, K.F., 1985. A modified procedure for esophageal fistulation of sheep. J. Range Manage. 38, 88-89.
- Van Soest, P.J. Robertson, J.B. and Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary, 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, 3583-3597.
- Vérite, R., Michalet-Doreau, B., Chapoutot, P., Peyraud, J.L. et Poncet, C., 1987. Révision du système des protéines digestibles dans l'intestin (PDI) Bull. Tech. CRZV Theix. INRA 70,19-34.