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

XVIII Semana Internacional de Agronomía

ISBN: 968-9043-33-1

Comité Editorial

- Ph. D. Juan José Martínez Ríos
- Ph. D. Salvador Berúmen Padilla
- M.C. Alejandro Martínez Ríos
- M.C. Manuel Vázquez Navarro
- L.I. Rolando Santana Rodríguez

Memoria

del 4 al 8 de Septiembre del 2006
Centro de Convenciones "Francisco Zarco" Gómez Palacio, Dgo.

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

XVIII Semana Internacional de Agronomía

ISBN: 968-9043-33-1

EDITORES:
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
Ph. D. Salvador Berúmen Padilla
M.C. Alejandro Martínez Ríos
M.C. Manuel Vázquez Navarro
L.I. Rolando Santana Rodríguez

Artículos de las conferencias y carteles presentados en el Centro de Convenciones "Francisco Zarco" de la Ciudad de Gómez Palacio, Dgo., Los días 6, 7 y 8 de Septiembre del 2006

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

Memoria

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 tercer aniversario de su fundación mediante la realización de su decimoctava 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. 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 XVIII Semana Internacional de Agronomía, reconocidos ponentes Regionales, Nacionales y del Extranjero, comparten generosamente con nosotros sus experiencias en tres ejes temáticos relativos al manejo de estiércol en la agricultura orgánica, a los indicadores de sustentabilidad así como a la producción animal. 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, se señala que 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

INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS AGROPECUARIOS.
Ramón Soriano Robles, Ladislao Arias Margarito, Hermenegildo Losada Custardoy, José Cortés Zorrilla y Juan Rivera Martínez 1

USO EFICIENTE DE ESTIÉRCOL COMO FERTILIZANTE ORGÁNICO EN CULTIVOS FORRAJEROS
Uriel Figueroa Viramontes, José Luis Márquez Rojas, Rodolfo Faz Contreras, José Antonio Cueto Wong, Arturo Palomo Gil 7

CRITERIOS E INDICADORES (C&I) PARA EVALUAR SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS AGROFORESTALES
Andrés Quiñones Chávez, Gerardo Rodríguez Valdez y
Guillermo Martínez Rodríguez 14

HERRAMIENTAS MOLECULARES EN LA INOCUIDAD ALIMENTICIA
Miguel A. Gallegos Robles, Alberto Morales Loredo, Genoveva Álvarez Ojeda, Jesús Vásquez Arroyo, Irma Martínez 24

CULTIVOS TRANSGÉNICOS EN LA SALUD HUMANA. ¿LA TERCERA REVOLUCIÓN VERDE?
Misael López Lozano 32

INDICE DE PONENCIAS:

SECCIÓN DE CARTELES

ÍNDICE DE PONENCIAS

SECCIÓN DE CARTELES

CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA Y PRODUCTIVA DE LA MICROCUENCA NAZAS, REGIÓN HIDROLÓGICA 36
Ignacio Orona Castillo , José de Jesús Espinoza Arellano , Enrique Salazar Sosa y Cirilo Vázquez Vázquez 40

CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA PRACTICADA POR PRODUCTORES EJIDALES DE SAN LUÍS DE CORDERO, DURANGO.
Ignacio Orona C. , Gerardo Rangel R , Juan Estrada A. y Enrique Salazar S. 48

EFECTO DE PLAGUICIDAS EN SUELOS DE LA COMARCA LAGUNERA
José Dimas López, Martínez Rodríguez Sahagún José de Jesús Mario García Carrillo Enrique Salazar Sosa Rafael Zúñiga Tarango Cirilo Vázquez Vázquez 54

PRODUCCIÓN DE MAÍZ FORRAJERO EVALUADAS CON LABRANZA Y FERTILIZACIÓN ORGÁNICA-INORGÁNICA
José Dimas López Martínez , Cirilo Vázquez V. Enrique Salazar Sosa 61

COMPACTACIÓN Y CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DE DOS SUELOS EN LA REGIÓN LAGUNERA
Moreno-Seceña Juan Carlos , Martínez Rubìn de Celis Enrique , Andrade Sánchez Pedro, López Martínez Jose D. 68

CILANTRO (*Coriandrum sativum;* L.) CON ALGAENZIMS Y ÁCIDOS HÚMICOS PARA REDUCIR EL ESTIÉRCOL APLICADO AL SUELO
José Hernández-Dávila , V. Robledo-Torres , K. De Alba-Romenus , M. E. Vázquez-Badillo , R. Mendoza-Villarreal , E. Bacópulos-Téllez 76

PRODUCCIÓN DE CILANTRO (*Coriandrum sativum* L.) CON UN BIOACTIVADOR Y FÓSFORO EN APLICACIÓN FOLIAR
J. Hernández-Dávila ; A. Benavides-Mendoza ; H. Ramírez ; M. Vázquez-Badillo ; R. Mendoza-Villarreal , E. Bacópulos Téllez 85

IDENTIFICACIÓN DE YEMAS AXILARES EN PLANTAS MEDIANTE SISTEMA DE VISIÓN POR COMPUTADORA Y LÓGICA DIFUSA
Luime Martínez Corral , Martín Vázquez Rueda , Francisco Flores García , Enrique Martìnez Rubin de Celis 93

DIAGNÓSTICO ULTRASONOGRÁFICO DE LA ACTIVIDAD OVARICA EN CABRAS DURANTE LA ÉPOCA REPRODUCTIVA Y DE ANESTRO EN LA COMARCA LAGUNERA
C.A. Meza-Herrera , V. Castañeda-Velazquez , J.G. Chávez-Perches C.F. Aréchiga-Flores , R. Bañuelos-Valenzuela , R.M. Rincón-Delgado 104

USOS DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON EN AGRICULTURA
José Alfredo Samaniego Gaxiola 110

PRODUCCIÓN DE ALFALFA, ABONADA CON ESTIÉRCOL BOVINO
Enrique Salazar Sosa , Héctor Idilio Trejo Escareño , Cirilo Vázquez Vázquez , José Dimas López M ., Ignacio Orona Castillo , Rafael Zúñiga Tarango 117

CONTROL DE HONGOS EN EL SUELO EN CONDICIONES DE CAMPO PARA TOMATE EN UN SUELO DE LA COMARCA LAGUNERA
Olague, R.J ., Zamudio,A.G ., Maltos,B.J ., Aldaco,N.R.A ., Montemayor, T.J.A ., Fortis, Hdz.M 124

APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE ESTIÉRCOL BOVINO Y SU IMPACTO EN MAIZ FORRAJERO EN LA COMARCA LAGUNERA
Héctor Javier Martínez Agüero, Enrique Salazar Sosa , Héctor Idilio Trejo Escareño, Salvador Berúmen Padilla , Arturo Palomo Gil , Cirilo Vázquez Vázquez 130

FACTORES DE LABRANZA QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN ZACATE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris;* Link) EN CURVAS A NIVEL EMPLEANDO LA RELACION:, EVALUANDO DIFERENTES ALTERNATIVAS DE LABRANZA EN MARGARITAS DEL NORTE COAHUILA, MEXICO
Eduardo C. Olhagaray Rivera, Jesús Escamilla Nava 135

COMERCIALIZACIÓN DE CABRITO EN EL GGAVATT-INIFAP "JUAN E. GARCÍA", MUNICIPIO DE LERDO, DGO., MÉXICO.
Eduardo C. Olhagaray R. 143

ORGANIZACIÓN DE GRUPOS PRIORITARIOS PARA EL PROCESAMIENTO DE LECHE DE CABRA EN LA ELABORACIÓN DE QUESO ARTESANAL EN EL GGAVTT-INIFAP J.E.GARCIA,DGO.
Eduardo C. Olhagaray R. 150

MEJORAMIENTO DE SUELOS AFECTADOS POR SODICIDAD EN HUERTAS NOGALERAS DE LA COMARCA LAGUNERA
Ma. del Consuelo Medina Morales ,Uriel Figueroa Viramontes , J. Francisco J. Chávez González 157

LA ORINA HUMANA COMO SUSTITUTO DE LA SOLUCION NUTRITIVA EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE
Pablo Preciado Rangel , Anselmo Gonzáles Torres , Miguel Ángel Segura Catruita , Alfredo Lara Herrera , Miguel Enríquez Sánchez , Jorge Arnaldo Orozco Vidal 163

USO DEL AGUA EN LA ALFALFA CON RIEGO SUBSUPERFICIAL II
Montemayor T. José A., Aguirre A. Herman., Fortiz H. Manuel., Olague R. Jesús., Rodríguez R. José C., Chavarria G. José A., Aldaco N. Rogelio., Bravo S. Sam R., Huerta R. Anastasia., Leopoldo G. Galindo 168

FÓSFORO FOLIAR EN EL RENDIMIENTO DE TRITICALE FORRAJERO
Rogelio Armando Aldaco Nuncio , Ixchel Abby Ortiz Sánchez , Jesús Olague Ramírez , Juan Cabrera Reyes , Maria Victoria Huitron Ramírez , José Alfredo Montemayor Trejo , Manuel Fortis Hernández 174

ALTURA Y PROPIEDADES DEL SUELO EN EL DESARROLLO DE *Astrophytum myriostigma*
Muro Pérez Gisela , Rodríguez Ríos José Cruz , Flores Rivas Joel David 181

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DEL FLUJO EN CINTILLA DE GOTEO POR EFECTO DE LA TEMPERATURA
Román López Abel , Marco A. Inzunza Ibarra , S. Felipe Mendoza Moreno , Ernesto A. Catalán Valencia , Ma. Magdalena Villa Castorena 189

UTILIZACION DE BLOQUES NUTRICIONALES EN LA SUPLEMENTACIÓN DE CABRAS QUE PAREN EN ENERO Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO DE LAS CRÍAS
Flores, M.J., Echavarría, F.G., Flores, M.A., Gutiérrez, R., Salinas, H. 195

RESPUESTA DE LA CANOLA A DIFERENTES DEFICIT HIDRICOS DEL SUELO
Marco A. Inzunza Ibarra, S. Felipe Mendoza Moreno, Ernesto A. Catalán Valencia, Ma. Magdalena Villa Castorena y Abel Román López 201

COEFICIENTES DE AJUSTE POR DESARROLLO DE LA CANOLA Y MODELACIÓN EN BASE A ESTUDIOS LISIMÉTRICOS
Marco A. Inzunza Ibarra, Magdalena Villa Castorena, S. Felipe Mendoza Moreno, Ernesto A. Catalán Valencia. 207

ÁRBOLES NATIVOS PARA REFORESTACIÓN URBANA
M.C. Luis R. Castañeda Viesca 213

INDICADORES DE LA SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS DE ENGORDA DE GANADO DE CARNE DE PEQUEÑA ESCALA EN LA CIUDAD DE MÉXICO.
Losada, H, J. Cortés, J. Rivera, R. Soriano, D. Grande. 216

RESPUESTA DE CULTIVOS FORRAJEROS ALTERNATIVOS ESTABLECIDOS EN UNICULTIVO Y EN ASOCIACIÓN CON CULTIVOS TRADICIONALES
David G. Reta Sánchez , Anselmo R. Montaño F. , , J. Santos Serrato C. , Jesús Santamaría C. , J. Francisco J. Chávez G. , Arturo Palomo G. 222

PRODUCCIÓN DE KENAF EN RELACIÓN A MAÍZ Y SORGO X SUDAN NERVADURA CAFÉ EN UNICULTIVO Y EN ASOCIACIÓN
David G. Reta Sánchez , Sarel Cruz C. , J. Santos Serrato C. , Jesús Santamaría C. , Juan F.J. Chávez G. , Arturo Palomo G. 228

EFECTO DE LA COMPETENCIA ENTRE CULTIVOS EN LA ASOCIACIÓN EN BANDAS ENTRE SOYA, KENAF Y CULTIVOS FORRAJEROS TRADICIONALES

David G. Reta Sánchez , A.R. Montaño F. , Jesús Santamaría C. , J. Francisco J. Chávez G. , Arturo Palomo G. 234

BRÓCOLI DE TRASPLANTE BAJO ACOLCHADO PLÁSTICO Y NIVELES DE RIEGO POR CINTILLA

Segundo Felipe Mendoza Moreno, Marco Antonio Inzunza Ibarra, Ernesto Alonso Catalán Valencia, Ma. Magdalena Villa Castorena, Abel Román López y José Luís Pérez González 240

EVALUACIÓN DE UN MÉTODO DE DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* EN DIETAS DE BOVINOS EN LIBRE PASTOREO

Esperanza Herrera Torres , Manuel Murillo Ortiz , Osvaldo Reyes Estrada , Arturo S Juárez Reyes , Andrea Cerrillo Soto 246

SELECCIONES DE NOGAL PECANERO DE CICLO CORTO: UNA ALTERNATIVA PARA AREAS CON ESCASEZ DE AGUA EN LA COMARCA LAGUNERA.

Ma. del Consuelo Medina Morales, Uriel Figueroa Viramontes 252

NECESIDADES DE CAPACITACIÓN Y DE DESARROLLO SOCIAL DE COMUNIDADES ALEDAÑAS AL PREDIO EL PORVENIR, MPIO DE SANTIAGO PAPASQUIARO, DGO.

José de Jesús Espinoza Arellano , Ignacio Orona Castillo y Homero Salinas González . 258

ANÁLISIS INTEGRAL DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LA ALFALFA EN EL NORTE DE MÉXICO

Rodolfo Jasso Ibarra, Gregorio Núñez Hernández, Noé Chávez Sánchez, Rodolfo Faz Contreras, Mario Berzoza Martínez, Gamaliel Orozco Hernández 263

IMPACTO ECONÓMICO E HIDROLÓGICO DE LA TECNOLOGÍA DE RIEGO PARA CHILE JALAPEÑO EN DELICIAS, CHIHUAHUA.

Rodolfo Jasso Ibarra, Manuel Luján Favela, Noé Chávez Sánchez, Mario Berzoza Martínez, Gerardo F. Acosta Rodríguez 270

PROMOTORES DEL ENRAIZAMIENTO, SUSTRATOS Y ECOTIPOS EN ESTACAS DE CANDELILLA

Magdalena Villa Castorena , Ernesto A. Catalán Valencia , Josefina Martínez Saldaña , Marco Antonio Inzunza Ibarra, Segundo F. Mendoza Moreno, Abel Román López 277

RESPUESTA DEL CULTIVO DE KENAF A LA DENSIDAD DE POBLACION Y AL REGIMEN DE RIEGO

Magdalena Villa Castorena , Ernesto A. Catalán Valencia , Marco A. Inzunza Ibarra , S. Felipe Mendoza Moreno y Salvador Berúmen Padilla 283

AGRICULTURA DE PRECISION: UNA ALTERNATIVA VIABLE EN LA COMARCA LAGUNERA.
Juan G. Martínez Rodríguez , Gregorio Nuñez Hernández y Rodolfo Faz Contreras ... 289

INDICADORES AMBIENTALES DE SUSTENTABILIDAD EN LA AGRICULTURA: I. SUELOS Y AGUA
Juan G. Martínez Rodríguez. , Gregorio Nuñez Hernández, y Andres Quiñónes Chavez. 295

EFECTO DE LA TEXTURA DEL SUELO EN EL PATRÓN DE CRECIMIENTO DEL ZACATE FLEXIBLE (*Sporobolus flexuosus*)
Miguel A. Flores Ortiz , Rex D. Pieper Leigh W. Murray 302

RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN ARBOSUFRUTESCENTE PASTOREADA POR CABRAS EN ZACATECAS
Ramón Gutiérrez Luna , Mario D. Amador Ramírez , Homero Salinas González , Manuel de J. Flores Najera , y Edmundo Castellanos Pérez 308

PESO, ALTURA E INTENSIDAD DE LUZ EN EL MAÍZ FORRAJERO HIDROPÓNICO EN INVERNADERO RÚSTICO CON ESTANTERÍA DE REJAS CON DOS ESTIBAMIENTOS
Sánchez Olvera Teodoro , Pedro Gutiérrez Vargas , Jesús José Quiñones Vera , Ricardo Miranda Wong y José Renteria Aguilar 317

CONCENTRACIONES DE SUSTITUTO DE LECHE PARA BECERROS EN LA ALIMENTACION DE CABRITOS PARA PLATO
Sánchez Olvera Teodoro *, Arnoldo García Favela., Jesús José Quiñones Vera, José Renteria Aguilar. y Ricardo Miranda W ong 324

DOS SISTEMAS DE ESTANTERÍA Y REMOJO EN LA PRODUCCION DE FORRAJE DE TRIGO HIDROPÓNICO EN INVERNADERO RÙSTICO EN LA COMARCA LAGUNERA
Sanchez Olvera Teodoro, M. de L. González H., J. J. Quiñones V., R. Miranda W. y J. Renteria A. 327

POTENCIAL DE GERMINACIÓN DE NOA (*Agave victoriae reginae)* EN CONDICIONES DE LABORATORIO Y DIFERENTES SUSTRATOS EDAFICOS.
Azucena Urrutia O ., Erik López de los S ., C. M. Valencia C ., J. J. Quiñones V ., J. J. Martínez R 335

LA CAPRINOCULTURA EN LOS MUNICIPIOS DE GÓMEZ PALACIO Y TLAHUALILO DGO: SUS CAMBIOS Y ADAPTACIONES. PRIMERA APROXIMACIÓN
Gerardo Estrada A , C. Manuel Valencia C ., José Cortéz , J. J. Martínez R ., J. J. Quiñones V ., G. Jiménez G 341

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL RIEGO POR GOTEO SUB-SUPERFICIAL PARA PRODUCCIÓN DE MAÍZ FORRAJERO Y ALFALFA
Manuel Fortis Hernández , José A. Montemayor Trejo , José A. García Salazar , Jesús Olague Ramiréz , Enrique Salazar Sosa , José A. Chavarría Galicia , Rogelio A. Aldaco Nuncio , Leopoldo García Galindo y Ignacio Orona Castillo 347

LED 0 -0 NUEVA LÍNEA DE CHILE DE ÁRBOL DE ALTO RENDIMIENTO Y CALIDAD PARA EL NORTE DE MÉXICO
Gerardo Francisco Acosta Rodríguez , Manuel Luján Favela , Rodolfo Jasso Ibarra 354

DENSIDAD DE PLANTAS Y CULTIVARES EN EL RENDIMIENTO DE NOPAL VERDURA EN DELICIAS, CHIH.
Gerardo Fco. Acosta Rodríguez , Arnoldo Flores Hernández 360

CUANTIFICACIÓN POR DIFERENCIAL DE pH DE ANTOCIANINAS EN *Ficus carica* VARIEDAD Misión
Aguilera Ortíz Miguel , Alanis Guzmán María Guadalupe , Reza Vargas María del Carmen y Candelas Cadillo María Guadalupe 367

UTILIZACIÓN DE ESTIÉRCOL FERMENTADO DE VACA COMO AGLUTINANTE EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES DE PITAYA-UREA.
Alejandro Moreno Portillo, Ladislao Arias Margarito, Ramón Soriano Robles y Ricardo Martínez Martínez 372

EFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS EN PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO
Alfonso Avalos Marines , Maria Azucena Alamos Moreno , Gerardo Rivas Medina , Enrique Martínez Rubín de Celis , José Dimas López Martínez 377

EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO E INTERVALOS DE RIEGO EN PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO
Gerardo Rivas Medina , Salvador Montaña Carrillo , Alfonso Avalos Marines , Enrique Martínez Rubín de Celis , José Dimas López Martínez 385

CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN LAGUNERA
Ernesto A. Catalán Valencia, Magdalena Villa Castorena, Marco A. Inzunza Ibarra, Segundo F. Mendoza Moreno, Abel Román López 393

APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA PARA EL DISEÑO DEL RIEGO POR MELGAS EN LA REGIÓN LAGUNERA
Ernesto A. Catalán Valencia, Magdalena Villa Castorena, Ignacio Sánchez Cohen, Marco A. Inzunza Ibarra, Segundo F. Mendoza Moreno 399

RESIDUOS ORGÁNICOS PROCESADOS: ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL SUSTENTABLE
Grande, D. ., Losada, H. , Cortés, J. , Rivera, J. , Pérez-Gil, F. y Domínguez, P. 406

MANEJO INTEGRADO DE PRACTICAS CULTURALES PARA EFICIENTAR EL USO DE AGUA EN MAÍZ FORRAJERO.*
Rodolfo Faz Conteras Gregorio Nuñez Hernández y Juan Guillermo Martinez 412

OPTIMIZACIÓN DEL USO DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE ENSILADOS DE SORGO.
Rodolfo Faz Conteras Gregorio Nuñez Hernández y Juan Guillermo Martinez 418

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE HUMEDAD DE SUSTRATOS DE ARENA Y PÓMEZ PARA EL USO SUSTENTABLE DEL AGUA EN INVERNADEROS.
Miguel A. Segura-Castruita Ana R. Ramírez S., Guillermo García L., Pablo Preciado R., Miguel Enríquez S. y José E. Frías R. 427

PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE DIVERSOS CULTIVARES DE SANDÍA TRIPLOIDE EN LA REGIÓN LAGUNERA
M. Victoria Huitrón Ramírez, Juan Cabrera Reyes, Rogelio A. Aldaco Nuncio, Jorge A. Orozco Vidal, Jesús Olague Ramírez, Víctor Martínez Cueto, Josefina Martínez Saldaña, Maria de Jesús Meléndez Aguilar y Francisco Camacho Ferre 435

CALIDAD NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE MAÍZ, SORGO Y CEREALES DE GRANO PEQUEÑO PARA FORRAJE
Gregorio Núñez Hernández y Jesús Arturo Payán García 441

SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE TRIPLE COSECHA ANUAL DE FORRAJE PARA LA REGIÓN LAGUNERA
Gregorio Núñez Hernández , Rodolfo Faz Contreras y J. Guillermo Martínez Rodríguez 445

TENDENCIAS ECONOMICAS DEL SECTOR AGROPECUARIO EN LA REGION LAGUNERA 970- 005.
Ramón Reyes P y Gregorio Núñez 449

ESTUDIO DEL SISTEMA INTENSIVO DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA REGIÓN LAGUNERA.
Gregorio Núñez Hernández, Rodolfo Faz Contreras, Armando Moreno Hernández, María de Jesús Hernández Carrillo y Juan Guillermo Martínez Rodríguez 455

PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum,* L.) CON EL USO DE MICROTUNELES Y ACOLCHADO PLASTICO
Josefina Martínez S. Tomas Medina C. Marco A. Vuelvas C. 459

SEQUIAS HISTÓRICAS DE LOS ULTIMOS 500 AÑOS DE LA PARTE BAJA DE LA CUENCA NAZAS-AGUANAVAL
José Villanueva Díaz, Roque Morán Martínez , Julián Cerano Paredes, Juan Estrada Ávalos 465

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS EN LOS SUELOS NOPALEROS DE MILPA ALTA FERTILIZADOS CON EXCRETA DE BOVINOS
Rivera J., H. Losada, J. Cortés, J. Vieyra D. Grande y R. Soriano 472

VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA SATURADA DE UN SUELO TROPICAL DETERMINADA POR MÉTODOS DE CAMPO Y LABORATORIO
Moreno Seceña Juan Carlos , Martínez Rubín de Celis Enrique , Landeros Sánchez Cesáreo, Andrade Sánchez Pedro y López Martínez José Dimas 474

RELACIONES ESTADÍSTICAS ENTRE METALES PESADOS DE LOS SUELOS DEL RÍO BRAVO ASOCIADOS A PARÁMETROS EDÁFICOS
Héctor Iván Márquez Bustillos, Miguel Palomo Rodríguez, Jorge L. Gardea Torresdey y Helvia Rosa Pelayo Benavides 481

COMPORTAMIENTO DE METALES PESADOS DENTRO DEL PROCESO DE DILUCIÓN DEL AGUA RESIDUAL EN VALLE DE JUÁREZ CHIHUAHUA
Miguel Palomo Rodríguez , Uriel Figueroa Viramontes 487

CARACTERIZACIÓN DE LA CARGA NUTRIMENTAL EN AGUA DE DRENES AGRÍCOLAS DEL VALLE DE JUÁREZ
Miguel Palomo Rodríguez , Uriel Figueroa Viramontes 493

VARIACIONES ESTACIONALES DE CONTAMINANTES FISICOQUÍMICOS EN AGUA RESIDUAL PARA EL VALLE DE JUÁREZ CHIHUAHUA
Miguel Palomo Rodríguez , Uriel Figueroa Viramontes 499

TASAS DE INFILTRACIÓN DE AGUA EN EL SUELO Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO DEL NORTE DE DURANGO
Jesús José Quiñones Vera , Edmundo Castellanos Pérez , C. Manuel Valencia Castro , Teodoro Sánchez Olvera , J. José Martínez Ríos , Flor Angélica Sánchez Tovar 505

EFECTO DE LA COSTRA BIOLÓGICA SOBRE LA INFILTRACIÓN DE AGUA EN UN PASTIZAL DEL NORTE DE DURANGO
Jesús José Quiñones Vera , Edmundo Castellanos Pérez , Celso Manuel Valencia Castro , Juan José Martínez Ríos , Teodoro Sánchez Olvera , Carlos Abel Montes González 511

SALUD DEL PASTIZAL EN UNA COMUNIDAD DE ZACATAL DEL ESTADO DE ZACATECAS
Santos de la Cruz, J. L ., R. L. Gutiérrez y F.G. Echavarría Ch 517

RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN ARBOSUFRUTESCENTE PASTOREADA POR CABRAS EN ZACATECAS
Ramón Gutiérrez Luna , Mario D. Amador Ramírez , Homero Salinas, González , Manuel de J. Flores Najera , y Edmundo Castellanos Pérez 524

PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO EN UN PASTIZAL BAJO PASTOREO ROTACIONAL EN ZACATECAS.
Serna Pérez Alfonso y Echavarría Cháirez Francisco Guadalupe 533

EFECTO DE LA FRECUENCIA Y NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE CABRAS EN LACTACIÓN
Guillermo Cordova Ruiz, J. Santos Serrato Corona, e Isidro Sánchez Duarte 539

EFECTO DEL MÉTODO DE CASTRACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO, CORTISOL, GLUCOSA E INMUNOLÓGIA, EN BECERROS HOLSTEIN
Serrato, C.J.S., Veliz, C.J. y A. A. Moreno 544

DESARROLLO, SOBREVIVENCIA Y FECUNDIDAD DE *Chrysoperla carnea* STEPHENS y *Chrysoperla comanche* BANKS CRIADAS CON HUEVECILLOS DE *Sitotroga cerealella* (OLIVIER)
María Ubalda Vargas Espejel, Urbano Nava Camberos y Manuel Ramírez Delgado 549

FUENTES DE FORRAJE Y SU UTILIZACIÓN EN EL SISTEMA SEMI-INTENSIVO DE PRODUCCIÓN CAPRINA EN LA COMARCA LAGUNERA
Horacio Ponce E. , C. Manuel Valencia C ., Ramón Soriano R ., E. Castellanos P ., J. J. Quiñones V 555

ENFERMEDADES DEL MELÓN (*Cucumis* melo L.) EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN LA REGIÓN LAGUNERA.
Yasmin Ileana Chew Madinaveitia , Adrián Vega Piña y Florencio Jiménez Díaz 562

DETERMINACIÓN DE VIRUS EN CULTIVOS HORTÍCOLAS DE LA REGIÓN LAGUNERA.
Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, Adrián Vega Piña y Urbano Nava Camberos. 566

TEMPERATURA FOLIAR DE LA AVENA INDUCIDA POR LA DEMANDA EVAPORATIVA ATMOSFÉRICA
Castellanos Pérez. Edmundo. , R. Figueroa V. , J.J. Quiñones V. , C.M. Valencia C. , J.J. Martínez R. , R. Gutiérrez L. , J. G.Noriega G. 570

SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE DOS HIBRIDOS DE MAÍZ APLICANDO FERTILIZACIÓN ACIDA.
Ph.D. Enrique Salazar Sosa , Dr. Cirilo Vázquez Vázquez , M.C. J. Santiago Valenzuela Rey, Dr. Antonino Amador Machado 573

AVANCES EN LABRANZA Y LA MATERIA ORGANICA EN LA VARIEDAD DE MAÍZ "SAN LORENZO"
M.C. Alejandro Martínez Ríos M.C. J. Santiago Valenzuela Rey
Ing. Arturo Ávila G. M.C. Miguel Fernando Sánchez y M.C. Manlio E. Ramirez R. 580

EVALUACION Y SELECCIÓN DE FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS DERIVADOS DE LA POBLACIÓN GOMEZ PALACIO.
Dr. Armando Espinoza Banda, M.C. Antonino Gallegos Ponce, M.C. Santiago Valenzuela Rey, M.C. Alejandro Martínez Ríos, Dr. Antonino Amador Machado 586

EVALUACIÓN DE TRES CAMAS DE SIEMBRA EN EL ESTABLECIMIENTO DE ZACATE BUFFEL (*CENCHRUS CILIARIS; L*) EN CURVAS A NIVEL EN MATORRALES MICRÓFILOS DE LA REGIÓN NORTE CENTRO.
Gerardo García Espino, Francisco O. Carrete Carreón, Pedro Andrade Sánchez , Sergio A. Ortega Rodríguez y Juan C. Flores Martínez. 593

EVALUACION DE VARIEDADES DE ZACATE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris; L)* EN CURVAS A NIVEL BAJO CONDICIONES DE SECANO EN LA REGION NORTE CENTRO.
Gerardo García Espino, Francisco O. Carrete Carreón, Pedro Andrade Sánchez, Sergio A. Ortega Rodríguez y Juan C. Flores Martínez. 598

MÉTODOS DE SIEMBRA E INTENSIDAD DE LABRANZA UTILIZANDO EL RODILLO EN EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE AGOSTADEROS DEGRADADOS DE LA REGION NORTE CENTRO.
Gerardo García Espino, Francisco O. Carrete Carreón, Pedro Andrade Sánchez, Sergio A. Ortega Rodríguez y Juan C. Flores Martínez. 603

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE HUMEDAD Y SU INTERACCION CON ESTIÉRCOL CAPRINO EN NOPAL FORRAJERO (*Opuntia spp*)
José Antonio Chavarría Galicia, Enrique Salazar Sosa, Manuel Fortis Hernández, Leopoldo García Galindo, José Alfredo Montemayor Trejo 609

ORDENAMIENTO VEGETAL CON BASE A GRADOS DE CONDICIÓN PRECIBIDOS EN UNA SABANA DEL ESTADO DE DURANGO
Jesús José Quiñones Vera , Edmundo Castellanos Pérez , Celso Manuel Valencia Castro , Teodoro Sánchez Olvera y Juan José Martínez Ríos 616

NITRÓGENO UREICO SANGUÍNEO EN CABRAS JÓVENES ALIMENTADOS CON RESIDUOS AGRÍCOLAS AMONIFICADOS Y SUPLEMENTADAS CON PROTEÍNA
J. Santos Serrato Corona*, Ignacio Gallardo Palacios, y Sergio Avitia Cabello
Facultad de Agricultura y Zootecnia – UJED. Ej. Venecia, Dgo. 622

EVALUACIÓN DE LA SALUD DEL PASTIZAL EN TORNO A LAS OBRAS DE RETENCIÓN DE AGUA PARA USO GANADERO
Huerta García, Alexis , Juan Estrada Avalos , Miguel Rivera González , José Villanueva Díaz , Guillermo González Cervantes 627

ADAPTACION Y RENDIMIENTO DE GRANO DE HIBRIDOS DE SORGO EN LA REGION LAGUNERA
José S. Carrillo Amaya 633

DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA Y REAL; MEDIANTE UN SISTEMA INFORMÁTICO EN RED.
Eduardo Chávez Ramírez , Guillermo González Cervantes . Estrada Avalos Juan ., Rivera González Miguel 642

VARIACIÓN ESPACIAL DEL CONSUMO DE AGUA PARA LOS CULTIVOS DEL DISTRITO DE RIEGO 07.
Miguel Rivera González, Juan Estrada Avalos y Oscar Manuel Aguero Esqueda 651

IDENTIFICACION Y CAPACITACION DE ESPERMATOZOIDES DE BOVINOS X O Y MEDIANTE LA UTILIZACION DE ANTICUERPOS RECOMBINANTES DE CADENA SENCILLA (SCFV) POR INSEMINACION ARTIFICIAL, PARA MEJORAR LOS SISTEMAS DE PRODUCCION LECHERA
M. C. Raymundo Rivas Cáceres, M. C. Alberto Borrego Ponce 657

CONTRIBUCIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AL MANEJO DE UN AGOSTADERO EN ZONA SEMIÁRIDA DE MÉXICO
Huerta García, Alexis, Juan Estrada Ávalos, Miguel Rivera González, José Villanueva Díaz, Guillermo González Cervantes 670

DINÁMICA DE UN PLAGUICIDA EN EL SUELO AL APLICAR BIOSÓLIDOS EN CONDICIONES DE LABORATORIO.
María del Carmen Potisek Talavera, Jorge A. Meza Velázquez, Mario García Carrillo, Uriel Figueroa Viramontes, Guillermo González Cervantes 675

CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN EL CULTIVO DEL TOMATE BAJO DIFERENTES NIVELES DE RIEGO Y ACOLCHADOS PLÁSTICOS.
Salvador Berúmen Padilla; Manuel Maldonado García; Rafael Figueroa Viramontes; Enrique Salazar Sosa; José Dimas López Martínez; Cirilo Vázquez Vázquez 682

PRODUCCIÒN DE KENAF (*Hibiscus cannabinus,* L.) CON DIFERENTES LÀMINAS DE RIEGO
Figueroa Viramontes R .; Berumen Padilla S. ; Reta Sánchez D. ; Gallegos Ponce A; Cabral Valdez F. y Luna Hernández H. 688

VARIACIÓN ESPACIAL DEL CONSUMO DE AGUA DEL NOGAL EN LA REGIÓN LAGUNERA
Miguel Rivera González , Juan Estrada Ávalos, Guillermo González Cervantes y Genaro Santiago Antonio 694

POTENCIAL PRODUCTIVO DE CAMPANITA (*Clitoria ternatea* L.) PARA CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA
J. Santamaría César, D. G. Reta Sánchez , F. J. Chávez G. 699

A SOIL CLASSIFICATION APPROACH IN MAPIMI, MEXICO BASED ON THEMATIC MAPPER DATA
Martínez-Ríos, Juan J. , H. Curtis Monger , R. Santana R. 705

POTENCIAL PRODUCTIVO DE SOYA (*Glycine max* L., Merr) CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA
J. Santamaría César, D. G. Reta Sánchez, F. J. Chávez G. 715

POTENCIAL PRODUCTIVO DE FRIJOL DOLICHOS (*Lablab purpureus;* L. ,Sweet) PARA CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA
J. Santamaría César, D. G. Reta Sánchez , F. J. Chávez González 721

COLECTA DE GOMA DE MEZQUITE (*Prosopis laevigata*) COMO PARTE DEL FÓLDER DE OPORTUNIDADES EN EL MANEJO SUSTENTABLE EN EL EJIDO DE LLANOS DE LA ANGOSTURA, SAN LUÍS POTOSÍ. MÉXICO
Rivera J., H. Losada, J. Cortés.J. Vernon-Carter, F. Cruz-Sosa D. Grande y R. Soriano 727

MEJORAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE RIEGO, DIAGNÓSTICO Y ALTERNATIVAS
Frías Ramírez José Ernesto, García Legaspi Guillermo, Huerta Salas Bogart, Ramírez Horta Edgar, Segura Castrita Miguel[1], García Legaspi Guillermo, Preciado Rangel Pablo 730

SECCIÓN DE CONFERENCIAS

INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS AGROPECUARIOS.

Ramón Soriano Robles, Ladislao Arias Margarito, Hermenegildo Losada Custardoy, José Cortés Zorrilla y Juan Rivera Martínez

División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM Iztapalapa. Departamento de Biología de la reproducción. Área de Investigación en Desarrollo Agropecuario sustentable.
e-mail: ramon@xanum.uam.mx

INTRODUCCIÓN

Debido al grave deterioro ambiental y social presente desde hace ya varias décadas, a escala global, las principales organizaciones mundiales que agrupan a los paises del orbe (ONU, FAO, OECD) han adoptado directrices generales con el objetivo de lograr un desarrollo sustentable. Entre esas lineas de acción, las referentes a la agricultura son de importancia debido al papel que ha tenido esta en la degradación ambiental a través de la contaminación de acuíferos, su contribución a la producción de gases de invernadero, pérdida de la biodiversidad, efectos nocivos sobre la salud humana. De seguir esta tendencia, de acuerdo al reporte Bruntland, (World Comission on Environment and Development, 1987) la humanidad se vera en una situación de degradación, contaminación y pérdidad de recursos naturales básicos (agua, suleo, biodiversidad) tal, que ante la creciente población mundial, la situación será insostenible y sin capacidad para satisfacer las necesidades básicas de las personas.

En relación a la agricultura, podemos decir que los sistemas de producción tienen un potencial de sustentabilidad que debe ser buscado o incrementado en función de tecnologías más limpias, metas económicas equilibradas y objetivos sociales y de bienestar humano equilibrados. Para poder logra este fin, es necesario contar con métodos que nos permitan determinar que tan sustentable es un sistema de producción a sus diferentes niveles: unidad de producción, local, regional, estatal, etc.

Este trabajo propone indicadores para valorar que tan sustentable es un sistema de producción agrpecuario. Estos indicadores serán de aplicación general, de tal manera que a través de un rediseño, puedan ser aplicados a diversoso contextos sociales, ambientales y económicos.

Que Es La Agricultura Sustentable?

La Agricultura Sustentable (AS) ha sido planteada como la alternativa tecnológica y social a los postulados de la revolución verde, los cuáles han privilegiado la producción sobre el cuidado del medio ambiente y de los recursos sobre los que se sustenta la producción. La AS es un término que trata de englobar una serie de conceptos y prácticas que sean socialmente aceptables, económicamente viables y conservadoras de los recursos naturales para beneficio de las generaciones futuras. (Yunglong and Smith, 1994).

El estudio y análisis de sistemas agropecuarios, que reúnan sean socialmente aceptables, económicamente viables y conservadoras de los recursos naturales, requieren de elementos de evaluación que nos indiquen el grado de sustentabilidad del agroecosistema en cuestión. Para este fin, diversos autores han señalado el uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad como el método más usado y flexible.

Indicadores De Sustentabilidad

Algunos autores han discutido si la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios debe ser medida o valorada. (Senanayake, 1991, Neher, 1992, Buttler, 1992, Dalsgaard *et al.,* 1995, Müller, 1995). Estos han propuesto que la mejor forma de evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas es midiendo el desempeño de los sistemas en términos de rendimientos e ingreso, así como analizando las condiciones medioambientales (agua, suelos, etc). Sin embargo, MacRae *et al*. (1989) argumentan que la cuantificación por si sola tiende a deformar el proceso de evaluación y tiende a escoger variables cuantificables a expensas de otras más difíciles de medir (como las sociales), pero conceptualmente igual de importantes. Una cuestión aún más difícil es como lograr la integración entre entre variables cuantitativa y cualitativas para poder evaluar el grado de sustentabilidad. La tendencia de muchos autores es recurrir a modelos matemáticos que sin embargo, siempre fallana a la hora de incorporar las variables cualitativas. Esto tiende a subestimar las variables ambientales y sociales y a privilegiar a las económicas. Por estas razones, en este trabajo se postulan una serie de indicadores basados en las tres dimensiones de la sustentabilidad (social, ambiental y económica) y una forma de integrarlas en un índice porcentual de sustentabilidad y de no sustentabilidad.

Además de lo anteriores debe tener en consideración lo propuesto por Anderson (1991) que, aportó una serie de requisitos que un indicador debe llenar:

1. Un buen indicador debe ser fácil de usar, o medir, especialmente en países menos desarrollados, donde la información o equipamiento son difíciles de obtener.

2. Deben ser fáciles de entender por diversos actores

Además de lo porpuesto por Anverso (1991), se postulan estas dos necesidades de un indicador:

3. Se requiere de la participación de actores locales e investigadores para diseñar indicadores relevantes a cada contexto agropecuario

4. Se requiere tener valores o situaciones de referencia para poder comparar o tenerl límites tanto positivos como negativos de sustentabilidad. Por ejemplo, en la dimensión económica, si el margen de ganancia de una unidad de producción es menor al necesario para dar una vida digna al productor y su familia, la tasación de ese indicador será baja y no sustentable. Otro ejemplo pueden ser valres mínimos de referecia para la calidad de los suelos, reportados en la literatura.

Este ensayo propone usar un número de indicadores manejable significativos y buscar un equilibrio que evite la simplificación excesiva, una saturación de indicadores que haga inoperante su uso y también un reduccionismo indeseable

Selección De Los Indicadores De Sustentabilidad.

Los indicadores de sustentabilidad propuestos se presentan en la Figura 1.

Siguiendo un trabajo previo de soriano (1999), se puede afirmar que la sustentabilidad tiene tres dimensiones: social, ambiental y económica y que esta pudiera ser la base para definir indicadores de sustentabilidad para cualquier ámbito productivo humano siempre y cuando se guardasen las particularidades correspondientes a cada sistema productivo.

- Sustentabilidad
  - Económica
    - Margen Bruto
    - Equidad
  - Social
    - Calidad de vida
    - Políticas públicas
    - Cohesión y base social
  - Ambiental

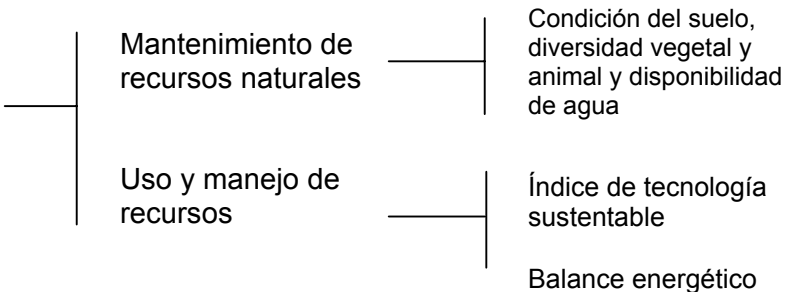


Figura 1. Indicadores de sustentabilidad propuestos

Para evaluar sustentabilidad de los agroecosistemas se requiere considerar las tres dimensiones propuestas: social, ambiental y económica. La sustentabilidad económica incluiría los indicadores como "margen bruto" y "equidad." La parte social incluiría indicadores como, "políticas públicas", "calidad de vida" y "cohesión social".

El fundamento de esta propuesta radica en que debe haber un equilibrio tal que las diferentes dimensiones de la sustentabilidad y su expresión garanticen la reproducción del sistema así como una producción que contribuya al ingreso del productor y que contribuya a la reproducción social de las familias. En este sentido se consideró el indicador margen bruto como representante de la cantidad de ganancia que puede generar la producción incluyendo todos los productos derivados (carne, cultivos, pieles, rastrojos, estiércol, etc.). Equidad corresponde a la mayor igualdad posible entre productores generada por la operación del sistema y a la distribución de la riqueza entre ellos.

Calidad de vida correspondería a una serie e variables como la provisión de servicios adecuados, como es la casa habitación así como la salud de los productores y sus familias. Las políticas públicas corresponden a la serie de actos de gobierno que promueven y apoyan el mejor desempeño del sistema de producción y la cohesión y base social que se encuentra en una comunidad e involucra aspectos como la cooperación, la solidaridad y la corresponsabilidad.

Respecto a la dimensión ambienta, generalmente se acepta que para conservar la base de recursos de la cual depende y por consiguiente ser sustentable, un sistema agrícola tiene que ser ecológicamente amigable. Sin embargo, el tipo de prácticas agropecuarias que conservan los recursos son inciertas. Así para diseñar indicadores de sustentabilidad

ambientales, este trabajo tuvo en cuenta los rasgos tecnológicos de los sistemas de la producción. Las tecnologías utilizadas en un agroecosistema pueden influir la sustentabilidad de maneras diferentes. Las tecnologías pueden reducir, pueden mantener o pueden aumentar la biodiversidad usando animales seleccionados o favoreciendo los animales adaptados para conservar también biodiversidad. Las tecnologías pueden o no pueden contaminar el ambiente. Por ejemplo, si un agroquímico es sobre utilizado, puede causar contaminación, e incluso pasar a la cadena de consumo humano. Las tecnologías que dependen del uso de recursos no renovables pueden agotar estos, sin embargo, las tecnologías que usan insumos renovables tienen los impactos ambientales más bajos.

El aspecto ambiental-tecnológico incluyó los indicadores "uso de recursos" y "mantenimiento de los recursos básicos." El indicador "el uso de recursos" tiene los sub indicadores "índice de tecnología sustentable" y "balance energético." El mantenimiento de los recursos básicos tiene las variables "biodiversidad animal y vegetal" así como el estado de los suelos (estado de los componentes de la relación suelo-planta animal) y condición del agua. El índice de tecnología sustentable puede tener las variables necesarias según se trate de producción agrícola o animal. En este caso, si se tratase de producción animal tendriamos las siguientes: bienestar animal, índice de reproducción, uso de insumos externos, uso racional de químicos, uso del agua y condición corporal.

Asignando Valor A Los Indicadores

Para este fin se parte de una valoración propia del investigador, en una escala subjetiva que asigna valores partiendo e que cada dimensión de la sustentabilidad es igualmente importante y por lo tanto cada una tiene asignado un 33.33% dentro de los indicadores económico, margen bruto tiene un valor de 50% del total asignado a la dimensión económica al igual que equidad. Respecto de los indicadores sociales, la repartición del peso de cada variable o sub-indicador sería de 33% de cada uno del total de la dimensión social. La misma mecánica se seguirá para la dimensión ambiental.

Una vez evaluado, el total de cada dimensión se sumaria y el resultado, seria adicionado a la cantidad faltante para completar un 100%. Esa cantidad faltante seria el grado de no sustentabilidad del sistema. Las cuatro dimensiones más el grado de no sustentabilidad pueden graficarse y tener una ayuda visual que nos proporcione el resumen del sistema. A su ves, los

sub indicadores y sus variables pueden ser igualmente graficados para detectar los puntos de intervención más urgentes.

CONCLUSIÓN

Este marco diseñado para evaluar o valorar la sustentabilidad de la producción agropecuaria en general. Pretende ser una contribución al estudio de la producción agropecuaria nacional. Una siguiente fase de este estudio será su aplicación en campo para validar los indicadores propuestos, modificarlos o ajustarlos de acuerdo a las necesidades regionales o estatales específicas y a la dinámica y funcionamiento de las unidades de producción.

BIBLIOGRAFIA

Anderson, V. 1991. Alternative economic indicators. Routledge. London

Buttler, C.F. 1992. Building sustainable agriculture: A New application of Farming Systems Research and Extension. Journal of sustainable Agriculture. 2(3):37-44.

Müller, S. 1995. Evaluating the sustainability of agriculture at different hierarchical level: a framework for the definition of indicators. Scientific Workshop on Indicators of Sustainable Development. Wupertal, Germany.

Neher, D. 1992. Ecological sustainability in agricultural systems: Definition and measurement. Journal of Sustainable Agricultire. 2(3):51-61.

Senanayake, R. 1991. Sustainable agriculture: Definitions and parameters for measurement. Journal of Sustainable Agriculture. 1(4):7-28

Soriano, R. 1999. The chinampa system as a model of sustainable agriculture. PhD. Thesis. Wye College, University of London.

World Commission on Environment and Development. United Nations. 1987. Our common future. Oxford University Press. Oxford

Yunlong, C. and B. Smith. 1994. Sustainability in agriculture: a general review. Agriculture, Ecosystems and Environment. 49:299-307.

USO EFICIENTE DE ESTIÉRCOL COMO FERTILIZANTE ORGÁNICO EN CULTIVOS FORRAJEROS

Uriel Figueroa Viramontes[1], José Luis Márquez Rojas[2], Rodolfo Faz Contreras[1], José Antonio Cueto Wong[3], Arturo Palomo Gil[4]

[1]INIFAP, Campo Experimental La Laguna, figueroa.uriel@inifap.gob.mx. [2]Estudiante de Doctorado, UAAAN-UL; [3]INIFAP, CENID-RASPA; [4]Maestro Investigador, UAAAN-UL.

INTRODUCCION

La utilización de residuos orgánicos para mantener la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos es una práctica agrícola que data de los orígenes de la agricultura. A nivel nacional el inventario ganadero del 2002 indica la existencia de 30 millones de cabezas de bovino para carne y poco mas de dos millones de cabezas de bovino lechero, además de 400 millones de aves para producir huevo o carne (SAGARPA 2006a). En el caso de bovino lechero se estima una producción de estiércol de 3.8 millones de t año^{-1}, cuyo principal destino es la incorporación en suelos agrícolas (Cueto *et al.,* 2005).

La Comarca Lagunera representa la mayor cuenca lechera del país, con 426,000 cabezas de ganado lechero (de las cuales alrededor de 220,000 están en producción). En respuesta a la demanda de forraje, en la Comarca Lagunera se siembran cerca de 86,000 ha con cultivos forrajeros, de una superficie agrícola total de 132,000 ha bajo riego (SAGARPA 2006b). Con respecto a la producción de estiércol de bovino lechero en esta Región, se estima que se generan alrededor de un millón de toneladas al año (peso húmedo). Sin embargo, en la mayoría de los casos la aplicación de estiércol se realiza de manera empírica. Es común la práctica de incorporar grandes cantidades de estiércol (de 60 a más de 200 ton ha^{-1}) como un abono para “mejorar” el suelo y adicionalmente se aplica la dosis convencional de fertilización química. Lo anterior ocasiona mayores costos de producción, así como excesos de N y P en el suelo que pueden contaminar los cuerpos de agua superficial y subterránea. Una manera de prevenir riesgos de contaminación es estimar las dosis de aplicación de estiércol en base a: 1) el requerimiento de N del cultivo; 2) el N del estiércol disponible al cultivo, en función de la tasa de mineralización; 3) el N disponible en el suelo; y 4) el rendimiento esperado o meta de rendimiento, en función del potencial productivo del suelo.

Con el enfoque anterior, se inició en el 2001 un estudio para evaluar los efectos del estiércol a largo plazo en los siguientes aspectos: 1) Rendimiento de cultivos forrajeros; 2)

extracción de N por cultivos forrajeros; 3) recuperación aparente de N del estiércol; 4) dinámica de la materia orgánica del suelo; y 5) salinización del suelo.

METODOLOGÍA:

El estudio se lleva a cabo en el Campo Experimental la Laguna del INIFAP, en un suelo arcilloso. Algunas propiedades del suelo al inicio del estudio se anotan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Propiedades del suelo al inicio del ciclo PV 2001

Parámetro	Unidad	Valor
pH		8.61
Conductividad eléctrica	dS m^{-1}	1.3
Materia orgánica	%	1.34
Nitratos	Mg kg^{-1}	33.0
porcentaje de sodio intercambiable	%	5.86
Arcilla	%	52
Arena	%	20

Los tratamientos que se están evaluando son: 1) Testigo sin fertilizar; 2) fertilización química para cubrir el requerimiento de N del cultivo; 3) 60 t ha^{-1} de estiércol más complemento con fertilizante químico; 4) estiércol para cubrir la demanda de N del cultivo; 4) 25 t ha^{-1} de composta más complemento con fertilizante químico. Los tratamientos 2 al 5 se diseñaron para aportar el requerimiento de N del cultivo, el cual se estimó con la fórmula siguiente (adaptado de Castellanos, 2000):

$$RN = (MR * Nex) – (Nin * Ef) \quad (1)$$

Donde: RN es la dosis de N (kg ha^{-1}) que requiere el cultivo para obtener una Meta de rendimiento MR en materia seca -MS- (ton ha^{-1}); Nex es la cantidad de N que extrae el cultivo por unidad de rendimiento de MS (kg ton^{-1}); Nin es el N inorgánico en el perfil del suelo (kg ha^{-1}) y Ef es el factor de eficiencia de uso del N, el cual se asumió para estas condiciones en 50%.

Los cultivos que han sido evaluados son: maíz y sorgo forrajeros en el ciclo de verano, con una meta de rendimiento de 18 ton ha^{-1} y una extracción unitaria de N de 14 kg ton^{-1} (Quiroga y Cueto, 1991; NRCS, 1992); avena y trigo para forraje en el ciclo de otoño-invierno, con una meta de rendimiento de 8 ton ha^{-1} y una extracción unitaria de N de 18 kg ton^{-1} (NRCS, 1992).

La aportación de N en los tratamientos con estiércol o composta se estimó asumiendo un 45% de mineralización del N en estiércol (NRCS, 1992) y 20% en composta (Eghball, 2000), con una eficiencia del N mineralizado de 50%, de acuerdo con la fórmula:

$$Ndisp = \{(Dest * \%MS) * Ntot * Nmin\} * Ef \quad (2)$$

Donde: Ndisp es el nitrógeno disponible en el estiércol (kg ha^{-1}); Dest es la dosis de estiércol en base húmeda (ton ha^{-1}); MS es el porcentaje de MS en el estiércol; Ntot es el nitrógeno total en el estiércol (kg ton^{-1}) y Nmin es la tasa de mineralización de N en el estiércol (kg kg^{-1}).

La dosis de estiércol para aportar el requerimiento de N del cultivo se estimó con la formula:

$$Dest = RN / (Ntot * Nmin * Ef) \quad (3)$$

Donde: Dest es la dosis de estiércol (ton ha^{-1}).

El estiércol y composta fueron incorporados con rastra, previo al riego de presiembra. La composición química promedio del estiércol y composta utilizados en el estudio se anota en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición promedio (± Desv. Std.) del estiércol y composta utilizados en el presente estudio.

Nutriente	Estiércol		Composta	
	%			
Nitrógeno	1.38	±0.12	1.09	±0.10
Fósforo	0.67	±0.05	0.51	±0.03
Potasio	3.43	±1.18	2.02	±1.36
Calcio	4.74	±0.97	4.42	±0.47
Magnesio	1.01	±0.10	0.89	±0.08

En las parcelas que recibieron fertilización química, el nitrógeno se fraccionó durante el ciclo aplicando 15% en el riego de siembra, 40% en el primer riego, 30% en el segundo riego y 15% en el tercer riego de auxilio. La recuperación aparente de N, que es una estimación de la mineralización, se realizó mediante un balance de N con la expresión siguiente:

$$RAN_{est} = \frac{(N_{cult} + N_{r-fin}) - (N_{fert} + N_{r-ini} + N_{ar})}{N_{t-est}} * 100$$

Donde: RAN_{est} es la recuperación aparente de N del estiércol (%); N_{cult} es el N extraído por el cultivo (kg ha^{-1}); $N_{r\text{-}fin}$ es el N residual en el suelo en forma de nitrato, al final del ciclo de cultivo, en el estrato 0-30 cm (kg ha^{-1}); N_{fert} es el N aplicado como fertilizante (kg ha^{-1}); $N_{r\text{-}ini}$ es el

N residual en el suelo como nitrato, al inicio del ciclo de cultivo, en el estrato 0-30 cm (kg ha^{-1}); N_{ar} es el N en forma de nitrato incorporado en el agua de riego (kg ha^{-1}); $N_{t\text{-}est}$ es el N total Kjeldahl incorporado en el estiércol (kg ha^{-1}).

AVANCES DE RESULTADOS

Producción de materia seca

En la Figura 1 se ilustra el rendimiento producción de materia seca (MS) de maíz y avena para forraje. Se puede observar en el caso de maíz forrajero que los primeros dos ciclos, el rendimiento fue similar en todos los tratamientos; lo anterior prueba una de las hipótesis de trabajo de que se puede obtener igual o mayor rendimiento con el uso de estiércol, cuando se estima la dosis en base al requerimiento de N del cultivo. Al tercer ciclo de evaluación, los tratamientos con estiércol o composta tuvieron rendimientos superiores al tratamiento con fertilizante inorgánico; lo anterior puede deberse al mejoramiento de las propiedades físicas del suelo después de tres aplicaciones anuales de estiércol. En el caso de avena forrajera, en ambos ciclos evaluados los rendimientos fueron similares entre tratamientos. Aunque cabe destacar que el tratamiento con estiércol solo ya no recibió ninguna fuente de N y el rendimiento obtenido fue con el N residual del estiércol aplicado antes del ciclo de maíz.

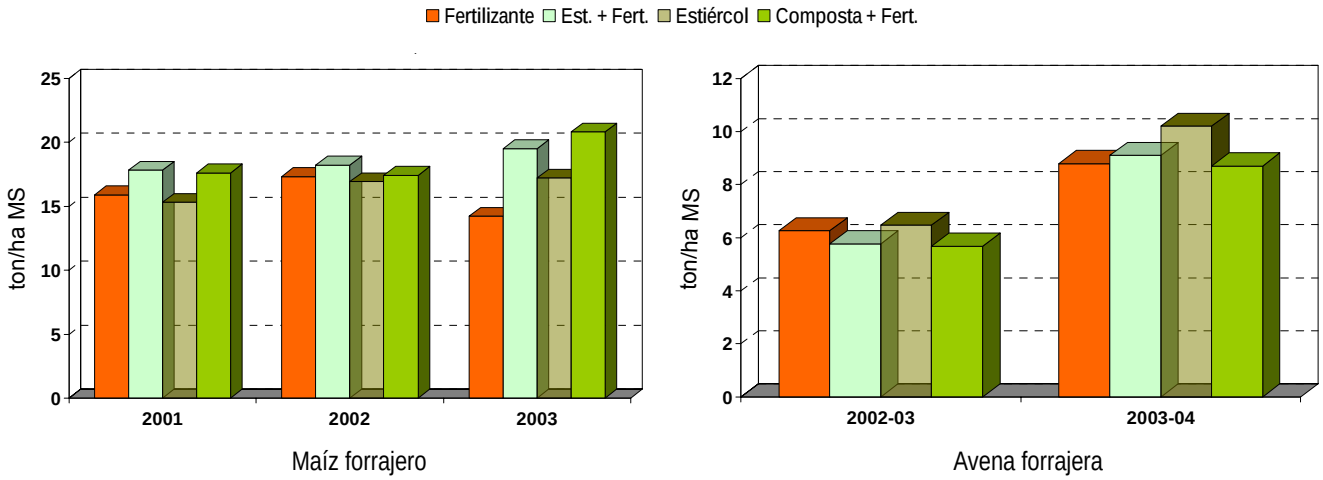


Figura 1. rendimiento de materia seca de cultivos forrajeros con diferentes tratamientos de estiércol y composta.

Recuperación aparente de N del estiércol

Se calculó la RAN_{est} durante la rotación maíz-avena para forraje, en base a los valores anotados en el Cuadro 3. El valor de RAN_{est} es una estimación de la tasa de mineralización de N, el cual solo considera el N extraído por el cultivo, es decir no toma en cuenta el N que se mineraliza y se pierde por diferentes procesos; en el caso de cultivos bajo riego en zonas áridas, la pérdida mas cuantiosa puede ser por lixiviación de nitratos. Los valores totales obtenidos son similares a los reportados por Eghball (2000). Normalmente la referencias sobre tasa de mineralización de N en abonos orgánicos es para periodos de 10 meses (Castellanos, 1987) o durante un ciclo de cultivo (Eghball, 2000); la importancia de conocer la RAN_{est} por ciclo es que permite ajustar dosis de estiércol dependiendo de la época de aplicación.

Cuadro 3. Recuperación aparente de N del estiércol y composta en una rotación maíz-avena.

Ciclo (cultivo)	Tratamiento	$N_{t\text{-}est}$	$N_{r\text{-}ini}$	N_{ar}	N_{fert}	N_{cult}	$N_{r\text{-}fin}$	RAN_{est}
				Kg ha^{-1}				%
Primavera (maíz)	Estiércol	1144	64.0	12	0	219.0	107.0	21.8
Invierno (avena)	Estiércol	1144	74.2	9	0	166.8	88.6	15.1
Total anual								36.9
Primavera (maíz)	Composta	287.5	40.0	12	200	226.0	70.0	15.3
Invierno (avena)	Composta	287.5	36.9	9	100	77.7	84.6	5.7
Total anual								20.0

Materia orgánica del suelo

Cuando se aplicó estiércol, el contenido de materia orgánica (MO) del suelo en el estrato de 0-30 cm se incrementó al final del ciclo de primavera y disminuyó al final del ciclo de invierno. En el caso de composta, se observó un aumento sostenido en el contenido de MO del suelo y al final de dos años de aplicación de 20 ton ha^{-1}, la MO fue cercana a la del tratamiento con 70 ton ha^{-1} de estiércol (Figura 2). Lo anterior se debe a que gran parte del estiércol es materia orgánica fácilmente degradable, que es precisamente la que se pierde durante el proceso de composteo; es decir, la materia orgánica de la composta es mas estable y tardará mas en degradarse en el suelo. Cuando se analiza la materia orgánica en el perfil del suelo, se observa que el efecto significativo del estiércol fue en los primeros 30 cm, ya que la MO en los estratos d 30-60 y 60-90 cm fue similar a las parcelas con fertilizante (Figura 2).

Salinidad del suelo.

Se evaluó la conductividad eléctrica (CE) del suelo durante 2003 y 2004 (Figura 3). Hasta la evaluación hecha después del ciclo de invierno 2003-04, las parcelas con estiércol mostraron los valores mayores de CE, aunque con un máximo de 1.5 dS m^{-1}, el cual esta muy

por debajo del valor de 4 dS m^{-1} que clasifica a los suelos como salinos. Al final del ciclo de primavera 2004, las parcelas con estiércol y composta mostraron valores de CE menores a las parcelas testigo y con fertilizante (Figura 3); lo anterior puede deberse a que después de cuatro

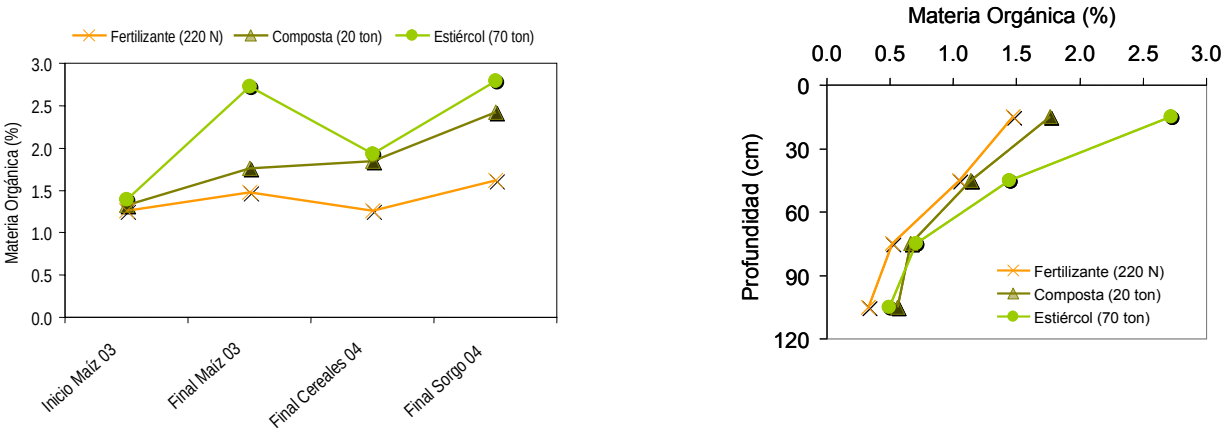


Figura 2. Dinámica de la MO del suelo en el estrato 0-30 cm (izquierda) y en el perfil del suelo al final del ciclo de primavera 2004 (derecha), en parcelas con estiércol y composta.

aplicaciones anuales, se ha observado que la velocidad de infiltración del agua de riego en las parcelas con estiércol o composta es mayor que en los demás tratamientos, lo cual ha facilitado el lavado de las sales solubles que aporta el estiércol. Sin embargo, cuando se analiza la CE en el perfil del suelo, las parcelas con estiércol o composta presentaron valores mayores en los estratos de 30-60 y 60-90 cm, en comparación con las parcelas testigo o con fertilizante (Figura 3). Lo anterior tiene relación con que el efecto del estiércol y composta en la MO y, por lo tanto, en las propiedades físicas del suelo ocurre en los primeros 30 cm de suelo (Figura 2); es decir, las sales solubles se lavan fácilmente del estrato superficial de suelo pero se acumulan en los estratos inferiores, sobre todo en suelos con altos contenidos de arcilla, que es el caso del presente estudio (Cuadro 1).

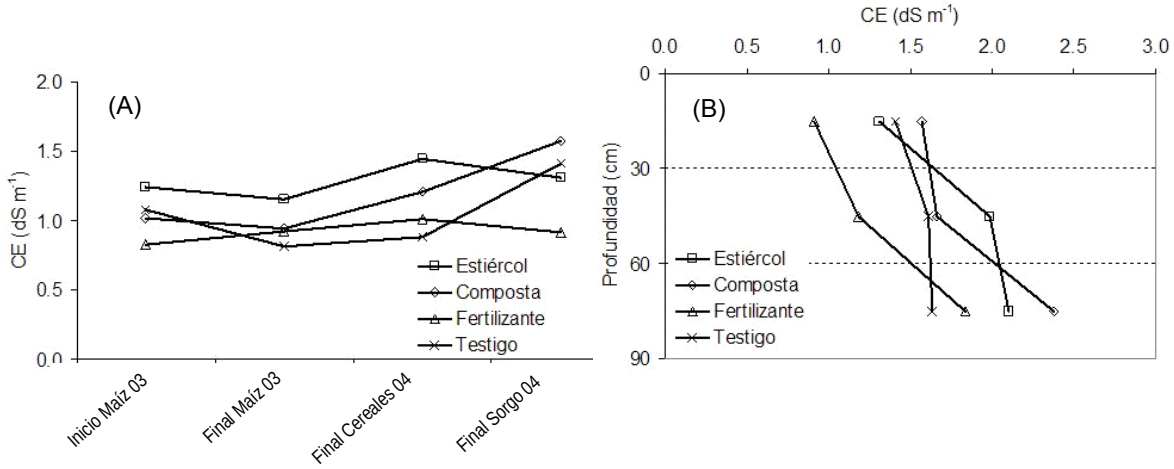


Figura 3. Conductividad eléctrica del suelo en el estrato 0-30 cm (izquierda) y en el perfil del suelo al final del ciclo de primavera 2004 (derecha), en parcelas con estiércol y composta.

CONCLUSIONES

1. Al estimar dosis de estiércol en base a un balance de N como el utilizado en el presente estudio, es posible sustituir parcial o totalmente los fertilizantes químicos utilizados, obteniendo la misma o mayor producción.
2. Los resultados de recuperación aparente de N pueden ser utilizados como una tasa de mineralización estimada para calcular la disponibilidad de N en estiércol de bovino y composta.
3. La incorporación periódica de estiércol o composta permite incrementar la MO y mejorar las propiedades físicas del suelo, lo cual puede repercutir, a mediano plazo, en mayores rendimientos de forraje.
4. Durante el periodo de evaluación del presente estudio (2001 a la fecha), no se han observado incrementos significativos en la salinidad y sodicidad del suelo que ameriten la aplicación de mejoradores químicos o láminas de lavado de sales solubles; sin embargo, cuando se establece un programa de aplicación de estiércol, es necesario monitorear la salinidad y sodicidad del suelo y tomar medidas correctivas cuando sea necesario.

BIBLIOGRAFÍA

Castellanos R., 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. P. 79-89

Castellanos R., J.Z., Uvalle B.J.X., Aguilar S. A., (2000). Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2ª. Edición. Colección INCAPA. México.

Cueto W., J.A., Castellanos R., J.Z., Figueroa V., U., Cortés J., J.M., Reta S., D.G. y Valenzuela S., C. 2005. Uso sustentable de desechos orgánicos en sistemas de producción agrícola. Folleto Técnico. SAGARPA. INIFAP. 51 pag.

Eghball B. 2000. Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. Soil Science Society of America Journal 64:2024-2030 (2000).

NRCS. 1992. Agricultural waste management field handbook. Natural Resource Conservation Service. USDA.

SAGARPA. 2006a. Estadísticas de inventario ganadero al 2002. Consulta en: www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_compec_pobgan.html.

SAGARPA. 2006b. Resumen de estadísticas agrícolas en la Región Lagunera durante 2005.

CRITERIOS E INDICADORES (C&I) PARA EVALUAR SUSTENTABILIDAD EN SISTEMAS AGROFORESTALES.

Andrés Quiñones Chávez[1], Gerardo Rodríguez Valdez[2], Guillermo Martínez Rodríguez[1]

INTRODUCCIÓN.

Las formas de producción tradicionales han provocado daños signicativos a los agroecosistemas que en muchos casos son difíciles de cuantificar. Los Criterios e Indicadores (C&I) son un instrumento que permite determinar el estado en que se encuentra un sistema de producción (agrícola, pecuario o forestal), que indica si su base de recursos está siendo permanentemente erosionada a través del tiempo.Estos C&I miden una diversidad de condiciones como las prácticas de manejo usadas, la biodiversidad, la calidad del suelo, el agua y la vegetación. Los factores que reflejan el bienestar social son un factor crítico ya que estas condiciones determinan si los que aprovechan los recursos naturales lo hacen cuidadosamente o los sobre-explotan (CIFOR, 2004). En este trabajo se muestra un método para el desarrollo y/o selección de C&I para evaluar la sustentabilidad del manejo en bosques, este método puede aplicarse también para el caso de ecosistemas de producción agrícolas o pecuarios.

ANTECEDENTES.

Las iniciativas y procesos de Criterios e Indicadores para el Manejo Sustentable de Bosques.

La Organización de Maderas Tropicales (ITTO por sus siglas en inglés) fue la organización pionera en el desarrollo de Criterios e Indicadores para el manejo sustentable de los bosques naturales tropicales , a principios de la década de los 90's (Simula, 2003), desde entonces han surgido varias iniciativas regionales e internacionales, tal como se ve en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Iniciativas y Procesos Internacionales de C&I para el MFS.

Año	Iniciativa/proceso	No. De países	Región (vegetación/área geográfica)
1992	International Tropical Timber Organisation	31	Bosques tropicales naturales
1994	Proceso pan-europeo/Proceso de Helsinki MCPFE	41	Bosques europeos boreales y templados
1995	Proceso de Montreal	12	Bosques templados de América, Asia, Pacifico.
1995	Propuesta de Tarapoto	8	Cuenca del Amazonas
1995	Proceso de la Zona seca de África	30	África sub.-sahariana
1996	African Timber Organization (ATO)	14	Bosques tropicales de África
1996	Proceso del Cercano	30	Cercano Oriente
1997	Proceso de Lepaterique	7	América Central
1999	Iniciativa de Bosques Secos de Asia	9	Asia del Sur, Mongolia, China, Myanmar, Tailandia
Total	9	149	Mundo

FUENTE: Elaborado por los autores con información de Pokorny, Desmond y Simula.

A lo anterior hay que agregar que 62 países de los cinco continentes no son miembros de ningún proceso de C&I y cubren una extensión de 542 369 000 ha.

México es miembro del Grupo de Trabajo sobre Criterios e Indicadores para la Conservación y el Manejo Sustentable de los Bosques Templados y Boreales ("Proceso de Montreal") que se constituyó en Ginebra en junio de 1994, los miembros del grupo fueron Argentina, Australia, Canadá, Chile, China, Estados Unidos de América, la Federación Rusa, Japón, México, Nueva Zelanda, la República de Corea y Uruguay, países que en su conjunto representan el 90% de los bosques boreales y templados y el 60 por ciento de todos los bosques del mundo.

Estos países suscribieron la Declaración de Santiago donde asumieron el compromiso de utilizar y aplicar en el ámbito nacional siete criterios y 67 indicadores destinados a evaluar el MFS, los siete criterios adoptados son los siguientes: a. Conservación de la diversidad biológica. b. Mantenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas forestales. c. Mantenimiento de la sanidad y vitalidad de los ecosistemas forestales. d. Conservación y mantenimiento de los recursos suelo y agua. e. Mantenimiento de la contribución al ciclo global del carbono. f. Mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios socioeconómicos de largo plazo para cubrir las necesidades de las sociedades. g. Marco legal, institucional y

económico para la conservación y el manejo sustentable de bosques. (SEMARNAT, 2004)

Los Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal sustentable.

Los diversos conjuntos de C&I tienen como objetivo esencial desarrollar un sistema de evaluación de la sustentabilidad del manejo forestal, y adoptaron la definición de Manejo Forestal Sustentable del CIFOR (Center for Internacional Forestry Research): "*Un conjunto de objetivos, actividades y resultados consistentes con el mantenimiento o mejoramiento de la integridad ecológica del bosque y contribuyendo al bienestar de la gente tanto ahora como en el futuro*". (Traducción de los autores).

Al conjunto de criterios, indicadores, verificadores y normas se le conoce como "estándar". El estándar permite evaluar el manejo forestal actual a fin de establecer qué tan cerca o qué tan lejos está el resultado de las actividades de manejo, del nivel requerido para un manejo forestal sustentable (Arnold, 1999).

En la Figura 1 se presenta la estructura jerárquica, la cual permite relacionar los diferentes elementos que la constituyen. Esta describe los diferentes niveles para facilitar la aplicación y evaluación de los criterios e indicadores en forma consistente y coherente (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

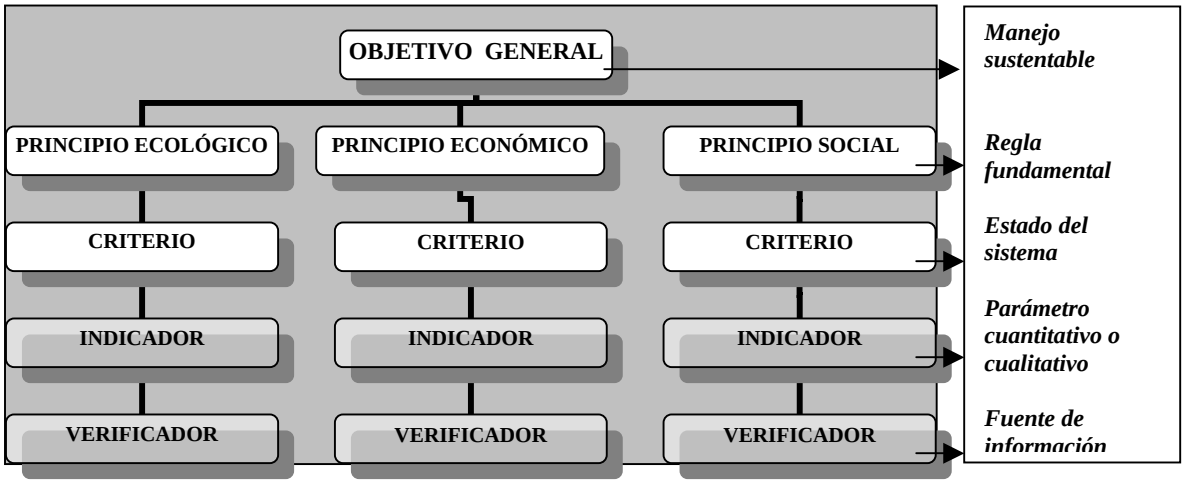


Figura 1 Estructura jerárquica del estándar para la evaluación del manejo forestal sustentable (Adaptado de Narváez et al. 2003).

Esa estructura debe ser consistente tanto horizontal como verticalmente. La consistencia horizontal significa que los parámetros aparecen al mismo nivel y no tienen sobreposición. La

consistencia vertical se refiere a la relación entre los parámetros, parecidos a niveles continuos (Lammerson y Bloom, 1977).

Según la OIMT (1998), los "criterios" (Figura 1) describen las condiciones que se deben satisfacer para cumplir con el manejo forestal sustentable; es decir, son los componentes esenciales de dicho manejo (Wijewardana, Caswell y Lerch-Palmberg 1997).

Por otra parte, los "indicadores" (Figura 1) son una medida cuantitativa, cualitativa o descriptiva que permiten indicar los cambios producidos a favor o en contra del manejo forestal sustentable (OIMT 1998a). Los indicadores son formas de medir o describir un criterio (Wijewardana, Caswell y Lerche-Palmberg, 1997a).

En relación a la escala, los criterios e indicadores se aplican y evaluan tanto a nivel nacional como a nivel de unidad de manejo forestal. Es importante considerar estos dos niveles debido a que la sustentabilidad de los bosques de un país depende, en parte, de las medidas que se adopten a nivel nacional, y a que la evaluación nacional depende de la suma de todas las unidades de manejo forestal (OIMT 1998a; Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

DESARROLLO DE CRITERIOS E INDICADORES.

El desarrollo de C&I se puede realizar a partir de los conjuntos ya existentes de los que se pueden seleccionar los más adecuados para evaluarse en una unidad de manejo o región determinada. Este proceso deberá realizarse por un Grupo Evaluador mediante metodologías de consenso o combinando los enfoques top-down y bottom-up (de grupo experto hacia abajo y de participante s de base hacia arriba). Una alternativa es mediante el análisis estratégico FODA o bien el modelo PERT propuesto por la OCDE que, sin embargo se ha enfocado solamente a aspectos ambientales.

SELECCIÓN DE CRITERIOS E INDICADORES (C&I).

Modelo para la selección de criterios e indicadores.

En la figura 2 se ilustra el modelo para seleccionar un conjunto de C&I que formarán el estándar para evaluar la sustentabilidad a nivel de unidad de manejo forestal. El modelo requiere de la participación de un grupo multidisciplinario en donde estén representados los distintos intereses que convergen hacia el bosque y que además tengan conocimientos de aspectos sociales, ecológicos y económicos del área.

El modelo contempla 12 acciones: a). Selección del área, b). Formación del Grupo Evaluador, c). Capacitación del GE, d). Identificación de conjuntos de C&I, e) Selección de criterios, f). Comparaciones apareadas, g). Análisis Multicriterio, h). Análisis por atributos, i). Conjunto de C&I seleccionados, j). Transferencia, k). Implementación y l). Programa de Monitoreo. A continuación se describen de manera sucinta los puntos anteriores.

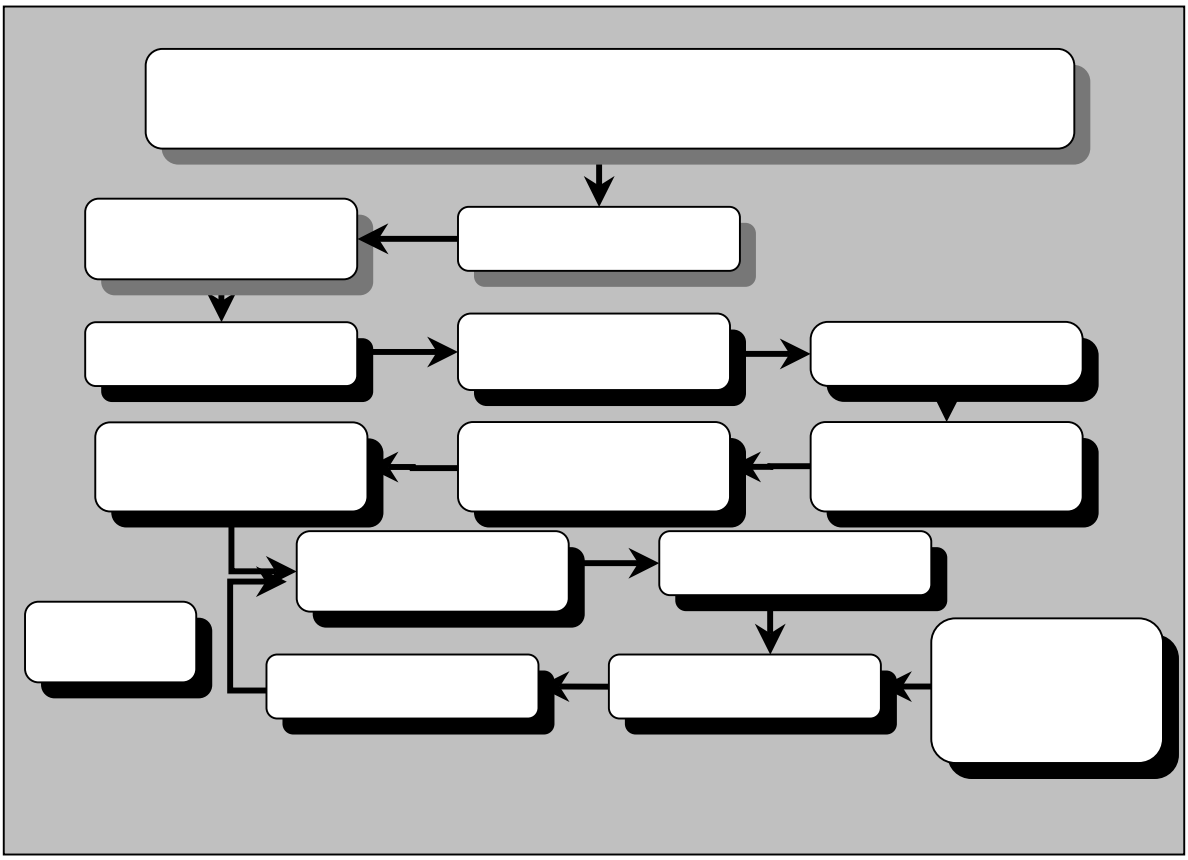


Figura 6. Fases desarrolladas para la selección del conjunto de criterios e indicadores para evaluar sustentabilidad en el ejido Pueblo Nuevo.

a). Selección del área.

El primer requisito para la selección del área es que el o los propietarios tengan interés para que su predio o unidad de manejo sea evaluada y posteriormente monitorear el conjunto de C&I en el marco del MFS. El segundo requisito es que el predio o unidad de manejo se haya aprovechado bajo un programa de manejo autorizado legalmente y tenga registros consistentes de información en los tres ámbitos o principios de la sustentabilidad (ecológico, económico y social). El tercer requisito es que existan interesados de diferentes organizaciones e instituciones con distintas disciplinas y con conocimiento del área para participar en el proceso y, finalmente, el cuarto requisito es que la actividad forestal con fines de producción maderable

y no maderable sea una de las más importantes dentro de la unidad de manejo.

b). Formación del grupo evaluador.

El GE tiene como función principal participar, previa capacitación, en el proceso de selección y/o desarrollo del conjunto de C&I para evaluar el MFS.

Se deben considerar los siguientes aspectos: a). que están representados los diferentes actores de la actividad forestal: dueños o poseedores del recurso, productores, académicos e investigadores, técnicos, industriales, trabajadores e interesados en el MFS ("stakeholders"). B). Que tengan conocimiento del área seleccionada y c). que tengan interés de colaborar en el proceso.

c). Capacitación.

El proceso de capacitación implica que los miembros del GE deberán disponer de un conjunto de elementos teóricos que les permita tener una visión integral del manejo forestal en sus dimensiones social, ecológica y económica, elementos históricos de la región y sus procesos ambientales, cómo se ha conformado el paisaje actual, la importancia económico social que tienen los ecosistemas forestales en la vida y la cultura comunitaria, la percepción que tiene la gente sobre el valor de los bosques, el marco teórico conceptual y normativo, tanto de la sustenatbilidad como del MFS, las características de los C&I como herramientas para evaluar el MFS, los objetivos, la descripción y los aclcances de de las iniciativas nacionales e internacionales para evaluar la sustentabilidad del manejo forestal, los métodos de selección y desarrollo de C&I y, finalmente, las estrategias de evaluación y monitoreo, los problemas de medición y captación de la información, la disponibilidad actual de información las necesidades de generar información y nuevos programas de investigación.

d). Identificación de conjuntos de C&I.

El trabajo actual que desarrolla en México el INIFAP, se ha orientado de manera preferencial a los conjuntos de C&I desarrollados en los países que poseen bosques templados y boreales tales como el Proceso de Montreal y la Prueba Norteamericana desarrollada por el CIFOR o el Proceso de Helsinki, sin desdeñar el conocimientode las iniciativas para los bosque tropicales como la de ITTO. También es posible tomar en cuenta las iniciativas de certificación forestal que existen a nivel internacional y nacional, no sin advertir que los objetivos de los procesos de C&I son diferentes a los procesos de certificación.

e). Selección de C&I.

El proceso se inicia con la revisión de los conjuntos seleccionados para proceder a su análisis exhaustivo, los detalles del procedimiento se enlistan a continuación.

f). Comparaciones apareadas.

Es conveniente un análisis comparativo de los conjuntos seleccionados primero a nivel de criterios y posteriormente de indicadores para encontrar las similitudes y diferencias entre y dentro de los conjuntos seleccionados y que sean aplicables a una unidad de manejo determinada. Lo anterior permite identificar criterios que a pesar de diferencias linguísticas pueden ser esencialmente iguales, esto permitirá darle consistencia (tanto vertical como horizontal) al estándar generado y de acuerdo con la estructura jerárquica establecida.

Un ejemplo permitirá aclarar esto, en el caso de la comparación apareada entre los conjuntos de C&I desarrollados por el Proceso de Montreal y el Conjunto de C& del grupo de Chihuahua del INIFAP, aunque existen diferencias conceptuales, los criterios relacionados mediante la comparación de indicadores serían en el ejemplo:

a). Conservación y mantenimiento de los recursos suelo y agua, el cual se relaciona con los criterios del conjunto Chihuahua INIFAP: función del ecosistema, estructura del ecosistema y valores de acceso, qu, a su vez proviene del conjunto desarrollado en la Prueba norteamericana del CIFOR, y así sucesivamente con el resto de indicadores y criterios.

g). Análisis multicriterio.

La diversidad de condiciones ecológicas, económicas y sociales del país obliga a que se desarrollen conjuntos de criterios e indicadores a diferentes escalas: nacional, regional, estatal y a nivel de unidad de manejo, pero también para cada condición ecológica, social o económica, es necesario desarrollar criterios e indicadores específicos que permitan monitorear con mayor eficiencia la sustentabilidad del manejo forestal en cada caso particular.

Las diferentes iniciativas que se han generado a nivel internacional y nacional, son la base para seleccionar aquellos criterios e indicadores que sean susceptibles de aplicarse en una escala específica y en un área determinada.

Dentro de GE evaluador y debido a la multidisciplinariedad puede haber diferentes enfoques y perspectivas de análisis sobre la importancia relativa de diferentes criterios e indicadores, en función de lo anterior algún integrante del grupo con mayor experiencia o poder

de decisión pudiera efectuar una selección sesgada de los C&I basado en criterios subjetivos más que a condiciones reales de la unidad de manejo.

Para evitar este problema se ha seguido la metododlogía de análisis propuesta por Mendoza, Macoun, Prabhu *et al* del CIFOR (1999) conocida como Análisis Multicriterio, la cual permite evaluar diferentes criterios por los integrantes del GE. El análisis multicriterio es muy eficaz como una orientación en la discusión y como instrumento para arribar a consensos dentro del grupo y se utiliza para hacer la selección dentro de diferentes conjuntos de C&I.

En general, la metodología consiste en que cada miembro del equipo evaluador le asigne un peso específicoa cada uno de los criterios con base en su importancia, dicho peso específico se otorga de acuerdo a una escala prestablecida.

El procedimiento de análisis multicriterio conlleva las siguientes fases:

1. Definir los crierios quie se van a evaluar.
2. Establecer la escala de medición.
3. Valorar cada uno de los criterios, de cauerdo a una escala, por cada integrante del GE.
4. Valorar, en términos porcentuales, cada uno de los criterios por cada integrante del equipo.
5. Calcular el peso relativo considerando el valor obtenido de acuerdo a la escala establecida y el obtenido en términos porcentuales.
6. Seleccionar los criterios e indicadores que tengan el mayor peso relativo.

La información se registra en un formato el cual la ubicación de los criterios de cada iniciativa, luego el Principio (ecológico, económico y social), los datos del evaluador para identificar a las instituciones participantes , la especialidad del evaluador y en seguida el criterio a calificar, también se enlistan los indicadores que contiene ese criterio con la finalidad de que sirvan como descriptores y se tenga una mayor comprensión del criterio; este punto se aborda en el proceso de capacitación cuando se revisa el marco conceptual de las iniciativas a evaluar y calificar. Finalmente, se presenta la escala de calificación que utilizarán los integrantes del GE para calificar los criterios por el nivel de importancia que considere cada evaluador.

h). Análisis por atributos.

A pesar del uso del procedimiento anterior, la cantidad de criterios seleccionados contiene un número muy grande de indicadores y sería prácticamente imposible medir y evaluar cada uno de ellos . Por esta razón, los indicadores (medidas cuantitativas, cualitativas o

descriptivas que al aplicarse a la medición a través de periodos de tiempo indican cambios en un sistema de producción) se califican de acuerdo con una serie de atributos con la finalidad de que el conjunto definitivo (pero cambiante en la medida en que los conocimientos sobre la realidad del bosque se transforma), sea viable para su aplicación en el área de estudio y convincente para todos los integrantes del equipo evaluador como instrumento para evaluar la sustentabilidad del manejo forestal.

4.2. Definición de verificadores.

Los verificadores indican la forma de medir, evaluar , estimar o cuantificar cada uno de los indicadores, considerando el tipo de indicador (cualitativo o cuantitativo), que proporcione información relevante acerca del indicador, que se pueda medir con facilidad y de manera consistente, además de que sean de fácil comprensión. los verificadores considerados fueron los que proponen los conjuntos de C&I evaluados, los cuales fueron complementados por el Grupo Evaluador con aquellos que se consideraron relevantes para la zona de estudio.

5.0. Resultados.

Como principal resultado del proceso descrito en este trabajo, se obtuvo un Conjunto de Criterios e Indicadores para evaluar el manejo forestal en el Ejido Pueblo Nuevo, municipio de Pueblo Nuevo, Dgo.

Dicho conjunto que se basó en los conjuntos desarrollados en el Proceso de Montreal, La prueba CIFOR de Norte América y el Grupo Chihuahua del INIFAP y quedó constituído por 21 criterios y 105 indicadores con cuya aplicación podrá determinarse si el manejo forestal que se realiza en dicho ejido tiende a la sustentabilidad, la siguiente etapa de la investigaciçon consiste en el diseño de una estrategia y un programa de monitoreo.

CONCLUSIONES.

Los riterios e Indicadores para evaluar el Manejo Forestal Sustentable son una herramienta adecuada para evaluar la sustentabilidad y resulta el modelo más avanzado de evaluación en la actualidad.

Los C&I deben estar sujetos a un proceso continuo de revisión y perfeccionamiento a medida que el conocimiento científico de los ecosistemas forestales avanza y se fortalece.

Los enfoques alternativos hacia la búsqueda del MFS como la estrategia de Bosques Modelo permiten lograr sinergias y visiones novedosas de los complejos procesos de los ecosistemas forestales y su entorno.

Se debe apoyar la iniciativas a nivel de unidad de manejo, estatales, regionales y nacionales para conseguir el establecimiento de una Norma Oficial Mexicana de Manejo Forestal, incorporando toda la superficie susceptible de aprovechamiento, al manejo forestal.

Actualmente se efectúan procesos de selección y desarrollo de conjuntos de C&I conducidos por el INIFAP en los estados de Quintana Roo, Coahuila, Jalisco, Veracruz, Puebla Tlaxcala

BIBLIOGRAFÍA

CIFOR. 2004. Tools and Methodologies to Aid Forest Management, Bogor, Indonesia. s.p.

OIMT. Organización Internacional de Maderas Tropicales . 1988. Criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques tropicales. Yokohama, Japón. 24 p.

Mendoza Guillermo A., Macoun Phil, Prabhu Ravi *et al,* 1999. Guidelines for Applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators. The Criteria and Indicators Toolbox Series No. 9. CIFOR, Bogor, Indonesia. 86 p.

Ministerio del Medio Ambiente; Asociación Colombiana de Reforestadores, Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT). 2002. Criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales. Ed. Gente Nueva. Bogotá, Colombia. 182 p.

Narváez, F., R.; Wright, P.; Martínez, S. M.; Alvídres, V. S.; Iglesias, G., L.; Domínguez, P. L.A.; Gómez, H. V.; Rodríguez, G. S.G.; Montes, O. G.; Molina, S. J.A.; Martínez, B. C.I.; Bojórquez, CH., A. 2003. Criterios e indicadores: una herramienta para evaluar sustentabilidad del manejo forestal en bosques templados y tropicales. SARH-INIFAP-CIRNOC; Campo Experimental Madera. Tema didáctico No. 2. Chihuahua, México. 53 p.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2004. Informe México del Proceso de Montreal, Aplicación de los Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal Sustentable. México.p 5-29; 91-99; 107-124; 129-130.

Simula Markku, C&I for SFM: Overview of Progress and Issues, en CICI-2003, Guatemala. 5 p.

Wijewardana D., Caswell, S.J. Lerche-Palmberg, Ch. 1997a. Concepto de Criterios e Indicadores . ***in*** Criterios e Indicadores para la Ordenación Forestal Sostenible. XI Congreso Forestal Mundial. 1997. Antalya, Turquía. Vol. 6. FAO. Roma

Wijewardana D., Caswell, S.J. Lerche-Palmberg, Ch. 1997b. Aplicación de los Criterios e Indicadores . ***in*** Criterios e Indicadores para la Ordenación Forestal Sostenible. XI Congreso Forestal Mundial. 1997. Antalya, Turquía. Vol. 6. FAO. Roma.

HERRAMIENTAS MOLECULARES EN LA INOCUIDAD ALIMENTICIA

Miguel A. Gallegos Robles[1*], Alberto Morales Loredo[2], Genoveva Álvarez Ojeda[2], Jesús Vásquez Arroyo[3], Irma Martínez[4]

[1*]Fac. Agric. y Zoot. Universidad Juárez del Estado de Durango. Email: garoma64@hotmail.com. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. [3]Fac. CQ-UJED, México. [4]Universidad Autónoma de Nuevo León.

INTRODUCCIÓN

La inocuidad de los alimentos un tema importante por los riesgos que presentan los alimentos, (FAO, 2000). Un factor que causa que un alimento no sea apto para el consumo humano es la presencia de microorganismos, representados principalmente por bacterias de la familia Enterobacteriaceae (*Salmonella* spp, *Escherichia coli y shiguella*), y otras como *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Vibro cholerae*, *Brucella* spp., así como *Staphylococcus, Bacillus*, etc., (Beuchat 1998). Existen estudios que indican que existe una gran diversidad genética y ecológica, así como una alta recombinación e intercambio genético en los microorganismos, lo que genera una estructura poblacional con ecotipos y al mismo tiempo cepas que pueden vivir en gran cantidad de ambientes que antes se creían secundarios o atípicos para la especie, como el serotipo *E. coli* O157:H7 (Souza *et al*. 2001). Pero ¿es el mismo patógeno, especie, serotipo, el que está presente en todas las etapas del proceso productivo? En caso afirmativo, cuál es la fuente de contaminación común, y en caso negativo, cuál es la fuente específica de contaminación. La seguridad alimenticia se aborda desde dos amplias categorías: pre-cosecha y post-cosecha. No obstante estos esfuerzos, poco se conoce respecto a cual es la fuente primaria de los organismos patógenos en el medio ambiente. La detección oportuna de patógenos en alimentos es un aspecto crítico, principalmente en aquellos que entran en maduración, transformación, y descomposición muy rápido, así, los métodos rápidos y seguros como los moleculares para la detección de grupos específicos de organismos en alimentos se han vuelto una necesidad urgente en programas para el aseguramiento de la calidad y la inocuidad de los alimentos como el Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP). Estos métodos rápidos son herramientas necesarias para identificar y monitorear puntos críticos en la cadena procesadora de alimentos que son susceptibles de contaminación microbiológica de los productos. De lo anterior surge la importancia de caracterizar y/o tipificar genotípicamente a los patógenos para tratar de asociarlos a una fuente común o diferente de contaminación, y así poder estar en posibilidad de tomar medidas preventivas y/o correctivas. Objetivo: Caracterizar la variabilidad de aislados de *E. coli* O157:H7 provenientes de carne de res y de cerdo utilizando métodos moleculares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de las muestras. La toma y manejo de las muestras se realizó en dos plantas procesadoras de productos cárnicos, una de cerdo (I) y una de bovino (II) de la Comarca Lagunera, México, y conforme a lo especificado por la Norma Oficial Mexicana NOM-109 SSA1-1994. En cada planta procesadora se procedió a la selección de 15 canales al azar, para el análisis de superficies vivas, a las cuales se les muestreo con esponja estéril (NASCO) en tres sitios diferentes: falda (sitio A), costado (sitio B) y cuello (Sitio C), para un total de 45 muestras por planta. De las 15 muestras de cada sitio de la canal (A, B, C) se formaron tres grupos de cinco muestras cada uno, para tener nueve muestras compuestas por planta, lo que dio un tamaño final de 18 muestras compuestas en las dos plantas.

Aislamiento y confirmación de *E. coli* O157:H7 en muestras compuestas. La muestra a partir de la esponja se pasó a preenriquecimiento en caldo Reveal (NEOGEN), se incubó por ocho horas a 35 ºC, y de éste se tomó una azada y se estrío en medio cromogénico (CHROmagar). Las colonias características se confirmaron con pruebas bioquímicas utilizando el API 20 E (Biomereux , France) y el serotipo utilizando un kit de serología (DIFCO). En las muestras que se confirmo la presencia de *E. coli* O157:H7 se procedió a realizar la obtención de DNA para la caracterización molecular por PCR.

Cepa de referencia, condiciones y medio de cultivo. La cepa de referencia de *E. coli* O157:H7 que se uso como control positivo en los ensayos de PCR fue proporcionada por el CDC (Centros para el Control y la prevención de Enfermedades) a través del Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (CENAPA) del SENASICA, SAGARPA, México. La cepa fue activada en caldo infusión cerebro corazón a 35 ºC por 24 horas.

Extracción del DNA. Un total de 18 aislados de *E. coli* O157:H7 se incubaron en caldo infusión cerebro corazón por 24 h a 37 ºC. Después de la incubación y a partir de este medio se tomó tres veces 1ml y se centrifugo a 11180 g por 5 minutos (Centrifuga Sigma 1-15K) para formar una pastilla en tubos eppendorf de 1.5 ml, y hacer la extracción de DNA con el método CTAB (Doyle y Doyle, 1987) pero omitiendo el uso de polivinilpirrolidona y β-mercaptoethanol. El DNA obtenido se resuspendió en 20 µl de buffer TE 1X estéril y se almacenó a –20 ºC hasta su uso.

Reacciones de PCR. Primero se realizó una reacción para amplificar simultáneamente dos fragmentos correspondientes a los genes *rfbE* y *fliC*. En los aislados que resultaron positivos para estos genes, se realizaron reacciones por separado para amplificar un fragmento de cada uno de los siguientes genes: s*tx1*, *stx2* y *eaeA*. Las reacciones de PCR se realizaron en volúmenes de 25 µl, utilizando de 25 a 50 pmoles de cada uno de los iniciadores para los genes mencionados anteriormente (Blanco *et al*, 2003; Desmarchelier *et al*, 1998; Gannon *et al*, 1993;

Gannon *et al*, 1997;), 200 µM de los dNTP´s (GIBCO-BRL), 1-1.5 mM de $MgCl_2$, 1X de Buffer para PCR (200 mM Tris-HCl pH 8.0 500 mM KCl), 2.5 unidades de la enzima *Taq*-DNA polimerasa (Bioline) y de 10-200 ng de DNA templado. La amplificación se llevó a cabo en un termociclador PCR Express (ThermoHybaid) y las condiciones de corrida para los genes *rfbE* y *fliC* fueron: un ciclo de 1 min/95 ºC, seguido de 35 ciclos de tres pasos: desnaturalización a 95 ºC por 30 seg, alineamiento a 66 ºC por 30 seg y una extensión a 72 ºC por 75 seg, con una extensión final de 10 min/72 ºC. Para los genes *stx1* y *stx2* se modificó el paso de alineamiento a 58 ºC por 30 seg. Para el gen *eaeA* se modificó el paso de alineamiento a 64 ºC por 30 seg. Las demás temperaturas y tiempos fueron iguales. Los productos de PCR fueron visualizados en geles de agarosa al 1.5% teñidos con bromuro de etidio (0.5 µg/ml), y visualizados en un transiluminador de luz UV (Spectroline). Posteriormente fueron fotografiados con una cámara polaroid (película A667) adaptada con filtro para luz ultravioleta.

Prueba estadística. La prueba de Chi cuadrada (X^2) fue usada para probar si las diferencias observadas en el número de canales positivas al patógeno de cerdo y de bovino eran estadísticamente significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró que de un total de 18 muestras (nueve de cerdo y nueve de res), seis de cerdo (66.66%) y seis de bovino (66.66%) fueron positivas por PCR para la presencia de *E. coli* serotipo O157:H7, demostrándose de esta manera que este patógeno puede estar presente en ambos tipos de canal (Tabla II) (Fig. 1). En relación con la planta I en su primer fecha de muestreo (20/II/2004) dos aislados resultaron positivos para los genes que codifican para los antígenos O157 y H7, pero no eran portadores de ninguno de los dos genes que codifican para las verotoxinas; en la segunda fecha de muestreo (15/III/2004) de cuatro aislados positivos para los genes *rfbE* y *fliC*, tres fueron positivos para los genes de las verotoxinas 1 y 2 y el de la intimina. Es importante mencionar que cada uno de estos tres aislados fueron encontrados en cada uno de los tres diferentes sitios de muestreo en la canal, lo que plantea la posibilidad de que se tratara de un mismo animal, o bien que se tratara de animales diferentes pero procedentes de una misma granja o lugar. Respecto a los seis aislados que fueron encontrados en la planta II y que amplificaron por PCR para los genes que codifican para los antígenos O157 y H7, cuatro fueron portadores del gen de la verotoxina 1, y de estos sólo uno fue portador del gen de verotoxina 2 y el de intimina, y fue obtenido del cuello del animal. Si bien lo anterior señala el riesgo de encontrar a este patógeno en ambos tipos de canal y representa un riesgo para la salud no necesariamente implica que el animal haya estado enfermo sino que pone de

manifiesto, la ineficiencia de las buenas prácticas higiénicas en el manejo de la canal, puesto que, un animal sano puede portar el patógeno en su pelo, piel y tracto intestinal (Bouvet *et al*, 2001), o bien que la canal contaminada en el proceso de sacrificio contamine a otras canales debido a un deficiente proceso de evisceración.

Tabla II
Resumen de la caracterización molecular de aislados de *E. Coli* O157:H7

Aislado	**Especie**	**Planta**	**Sitio de muestreo en la canal**	**Fecha de muestreo**	**Genotipo**				
					rfbE	*fliC*	*stx1*	*stx2*	*eaeA*
1.1	Cerdo	I	B	20/II/2004	-	-	-	-	-
2.1	Cerdo	I	B	20/II/2004	-	-	-	-	-
3.1	Cerdo	I	C	20/II/2004	+	+	-	-	-
4.1	Cerdo	I	C	20/II/2004	+	+	-	-	-
5.1	Bovino	II	B	2/III/2004	+	+	+	-	-
6.1	Bovino	II	C	2/III/2004	+	+	+	+	+
7.1	Bovino	II	A	2/III/2004	+	+	+	-	-
8.1	Bovino	II	B	2/III/2004	+	+	+	-	-
10.1	Cerdo	I	A	15/III/2004	+	+	+	+	+
11.1	Cerdo	I	B	15/III/2004	+	+	+	+	+
12.1	Cerdo	I	C	15/III/2004	+	+	-	-	-
13.1	Cerdo	I	C	15/III/2004	+	+	+	+	+
14.1	Bovino	II	B	24/III/2004	+	+	-	-	-
15.1	Bovino	II	C	24/III/2004	+	+	-	-	-

A = falda, B = costado, C = cuello

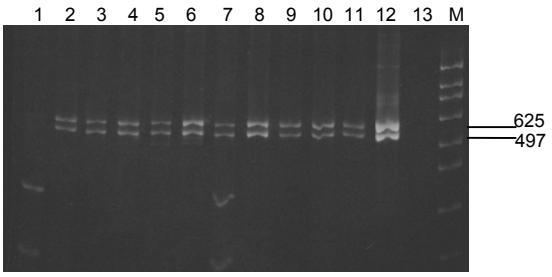


Figura 1. Productos de PCR a partir de los genes *fliC* (625 pb) y *rfbE* (497 pb) en aislados obtenidos de canales de cerdo y bovino. Carriles 1-3 Y 8-11 = canales de cerdo; carriles 4-7 = canales de bovino; carril 12 = *E. coli* O157:H7; carril 13 = control negativo; carril M = marcador de peso molecular hyperladder 100 pb (BIOLINE).

Las diferencias observadas entre el número de canales positivas de cerdo y bovino para cualquiera de los genes no fueron significativas estadísticamente (Tabla III), lo que sugiere la posibilidad de encontrar a *E. coli* O157:H7 enterohemorrágica indistintamente en ambos tipos de canal, sin embargo, estos datos deben considerarse con reserva, dado el tamaño de muestras analizadas a pesar de que se tiene concordancia con otra investigación (Cornick y Helgerson, 2004) donde se menciona la posibilidad de que los cerdos sean hospederos biológicamente competentes para *E. coli* O157:H7 y otras cepas de *E. coli* verotoxigénicas.

Tabla III.
Proporción de aislados portadores de cada uno de los genes *rfbE*, *fliC, stx1*, *stx2*, *eaeA*, y de los cinco genes por tipo de canal

	rfbE	*fliC*	*stx1*	*stx2*	*eaeA*	Portador de los cinco genes
Bovino	6/9 = 0.6666	6/9 = 0.6666	4/9 = 0.4444	1/9 = 0.1111	1/9 = 0.1111	1/9 = 0.1111
Cerdo	6/9 = 0.6666	6/9 = 0.6666	3/9 = 0.3333	3/9 = 0.3333	3/9 = 0.3333	3/9 = 0.3333
Significancia	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS = diferencia no significativa

La importancia clínica que tiene *E. coli* O157:H7 como patógeno radica en el hecho de que puede ser portadora de uno o ambos genes que codifican para las verotoxinas así como el gen de la intimina lo que determina que la cepa sea considerada enterohemorrágica (Nataro y Kapper, 1998). La figura 2 muestra los productos de PCR a partir del gen *stx1* de aislados que fueron positivos para los genes *rfbE* y *fliC*. Se observa que no todos los aislados expresaron este gen, sólo siete de ellos, correspondiendo cuatro a aislados obtenidos a partir de canales de bovino y tres a partir de canales de cerdo. Puesto que los genes *stx1* y *stx2* se encuentran cada uno en un bacteriófago temperado lisogénico integrado al cromosoma de *E. coli* O157:H7 (Shaikh y Tarr, 2003), esto puede explicar que algunas de las cepas de *E. coli* O157:H7 expresen sólo una o ambas verotoxinas, lo cual ya ha sido documentado (Rogerie, 2001).

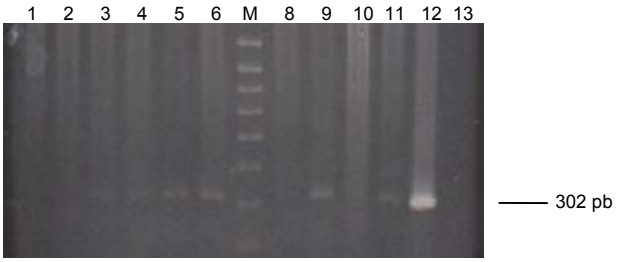


Figura 2. Productos de PCR del gen *sxt1* (302 pb) de supuestas *E. coli* O157:H7. Carriles 1-2 y 8-11 = canales de cerdo; carriles 3-6= canales de bovino; carrile 12 = *E. coli* O157:H7; carril 13 = control negativo; carril M= marcador de peso molecular hyperladder 100 pb (bioline).

De los aislados que fueron caracterizados como portadores del gen *stx1* (Fig. 2), cuatro fueron portadores del gen *stx2*, siendo tres de los aislados obtenidos de canales de cerdo y uno de canal de bovino (Fig. 3). No obstante se ha reportado una mayor proporción de cepas portadoras del gen *stx2* que del gen *stx1* (Elder *et al*, 2000), en este trabajo no se encontró la misma proporción, pero si hubo coincidencia con otros reportes (Heuvelink *et al*, 1998) donde mencionan que la mayoría de las cepas portadoras del gen *stx2*, también lo son para el gen *eaeA*, ya que los cuatro aislados portadores *stx2* también fueron portadores del gen *eaeA* (fig. 4).

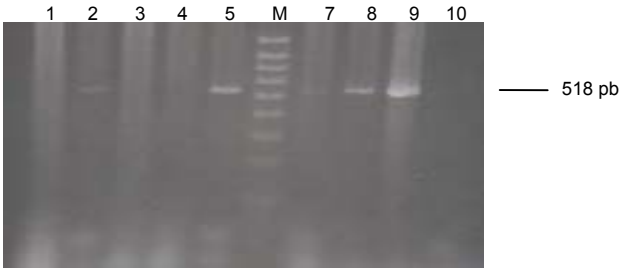


Figura 3. Productos de PCR del gen *sxt2* (518 pb) de supuestas *E. coli* O157:H7. Carriles 1-4 = canales de bovino; carriles 5 y 7-8 = canales de cerdo; carril 9 = *E. coli* o157:h7; carril 10 = control negativo; carril m = marcador de peso molecular hyperladder 100 pb (bioline).

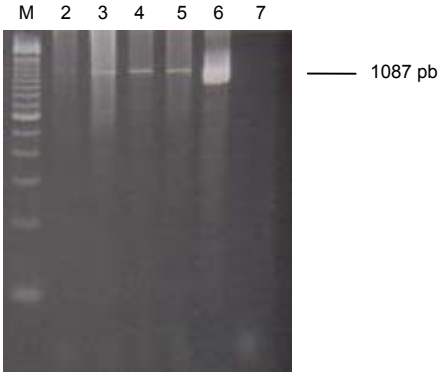


Figura 4. Productos de PCR del gen *eaeA* (1087 pb) de supuestas *E. Coli* O157:H7. Carril m = marcador de peso molecular hyperladder 100 pb (bioline); carril 2 = canal de bovino; carriles 3-5 = canales de cerdo; carril 6 = *E. Coli* O157:H7; carril 7 = control negativo.

CONCLUSIONES

Tanto las canales de bovino como las de cerdo pueden ser portadoras de *E. coli* O157:H7, lo que refleja la habilidad de este patógeno para colonizar también a la especie porcina. Debido a que no se obtuvieron muestras ambientales, ni de los trabajadores dentro de los rastros, así como de las herramientas de corte que ellos utilizan, serán necesarios estudios posteriores para descartar la existencia de fuentes externas de contaminación, así como la posibilidad de contaminación cruzada al momento de la evisceración. De acuerdo con los resultados encontrados, se abre la posibilidad para realizar estudios más a fondo del destino que tendrían el tipo de cepas de *E. coli* O157:H7 sobre la incidencia de enfermedades transmitidas por los alimentos, o si bien, el proceso de cocción es suficiente para eliminar el riesgo de contaminación al momento del consumo de la carne contaminada con dicha bacteria.

BIBLIOGRAFIA

Blanco, M.; Blanco, J. E.; Mora, A.; Rey, J.; Alonso, J. M.; Hermoso, M.; Hermoso, J.; Alonso, M. P.; Dhabi, G.; González, E. A.; Bernárdez, M. I.; Blanco, J. Serotypes, virulence genes and intimin types of shiga toxins (verotoxin)-producing *Escherichia coli* isolates from healthy sheep in spain. J. Clinic Microbiol. Vol. 41: 1351-1356. 2003.

Beuchat L.R. 1998.Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: a review. World Health Organization.

Bouvet, J.; Bavai, C.; Rossell, R.; Le Roux, A.; Montet, M. P.; Ray-Gueniot, S.; Mazuy, C.; Arquilliere, C.; Vernozy-Rozand, C. Prevalence of verotoxin-producing *Escherichia coli* and *E. coli* O157:H7 in pig carcasses from three French slaughterhouses. Int J Food Microbiol. Vol. 71. No. 2-3: 249-255. 2001.

Cornick, N. A.; Helgerson, A. F. Transmission and Infectious Dose of *Escherichia coli* O157:H7 in Swine. Applied and Environmental Microbiology. Vol 70, No. 9: 5331–5335. 2004.

Desmarchelier, P. M.; Bilge, S. S.; Fegan, N.; Mills, L.; Vary, J. C.; Tarr, P. I. A PCR specific for *Escherichia coli* O157:H7 based on the *rfb* locus encoding O157 lipopolisaccharide. J. Clinic Microbiol. Vol. 36, No. 6: 1801-1804. 1998.

Diaz, C. M. E.; García, G. A.; Acedo, F. E.; Gastélum, E. A. Recuperación e Incidencia de *Escherichia coli* O157:H7 en carne molida expendida en el mercado local de la ciudad de Hermosillo, Sonora. Resúmenes de trabajos libres: microbiología y toxicología. V Congreso del Noroeste, I Nacional, en Ciencias Alimentarias y Biotecnología Centro de las Artes de la Universidad de Sonora Hermosillo, Sonora. México. 7-12 de noviembre de 2005.

Doyle, J.J.; Doyle, J.L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochemistry Bulletin 19:11-15. 1987.

Elder, R. O.; Keen, J. E.; Siragusa, G. R.; Barkocy-Gallagher, G. A.; Koohmaraie, M.; Laegreid, W. W. Correlation of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157 prevalence in feces, hides, and carcasses of beef cattle during processing. Applied Biological Sciences. Vol. 97, Issue 7, 2999-3003. 2000.

FAO. 2000. Estadísticas Agrícolas. www.fao.org.

Gannon, V. P. J.; D'souza, S.; Graham, T.; King, R. K.; Rahn, K.; Read, S. Use of the Flagellar H7 Gene as a Target in Multiplex PCR Assays and Improved Specificity in Identification of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* Strains. Journal of Clinical Microbiology. Vol 35, No. 3: 656–662. 1997.

Gannon, V. P. J.; Rashed, M.; King, R. K.; Thomas, E. J. G. Detection and Characterization of the *eae* Gene of Shiga-Like Toxin-Producing *Escherichia coli* Using Polymerase Chain Reaction. Journal of Clinical Microbiology. Vol 31, No. 5: 1268-1274. 1993.

Heuvelink, A. E.; Van Den Biggelaar, F. L. A. M.; Zwartkruis-Nahuis, J. T. M.; Herbes, R. G.; Huyben, R.; Nagelkerke, N.; Melchers, W. J. G.; Monnens, L. A. H.; De Boer, E. Occurrence of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 on Dutch dairy farms. J Clin Microbiol. 36: No. 12: 3480-3487. 1998.

Nataro, J P.; Kapper, J. B. Diarrheagenic *Escherichia coli*. Clinical microbiology reviews, Vol. 11, No. 1: 142–201. 1998.

Rogerie, F.; Marecat, A.; Gambade, S.; Dupond, F.; Beaubois, P.; Lange, M. Characterization of Shiga toxin producing *E. coli* and O157 serotype *E. coli* isolated in France from healthy domestic cattle. Inter J Food Microbiol. 63: 217–223. 2001.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA). Estimación Del Consumo Nacional Aparente 1990-2004. 2005.At: http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/ganind3.htm

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA). Exportaciones mexicanas de carnes frescas, refrigeradas o congeladas (toneladas). 2002. At: http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/expocar.htm

Shaikh, N.; Tarr, P. I. *Escherichia coli* O157:H7 Shiga Toxin-Encoding Bacteriophages: Integrations, Excisions, Truncations, and Evolutionary Implications. Journal of Bacteriology Vol. 185, No. 12: 3596–3605. 2003.

Souza, E., Castillo, A., Rocha, M., Sandner, L., Silva, C., Eguiarte, L. 2001. Ecología Evolutiva de *Escherichia coli*. Interciencia UNAM. Vol 26. No. 10

Tijerina, M. V. L.; Martínez, V. I. O.; Espinoza, M. A.; Morales, L. A. Detección de patógenos en carne de res mediante PCR múltiplex y PCR en tiempo real. Revista Salud Pública y Nutrición. Edición Especial No. 5-2004. UANL, San Nicolás de los Garza, N. L., México. 2004.

Treviño, L. R.; Martínez, V. I. O.; Mata, T. V.; Espinoza, M. A.; Alvarez, O. G.; Morales, L. A. Detección de cepas de *E. coli* O157:H7 en carne de res mediante PCR múltiplex. Revista Salud Pública y Nutrición. Edición Especial No. 5-2004. UANL, San Nicolás de los Garza, N. L., México. 2004.

CULTIVOS TRASGÉNICOS EN LA SALUD HUMANA. ¿LA TERCERA REVOLUCIÓN VERDE?

Misael López Lozano[1]

Maestro Investigador de la Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED
misaelll79@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Según se estima, la población mundial será de 8,000 millones de personas en 2030, es decir, 2,000 millones más que hoy. Será necesario resolver los problemas mundiales de hambre y pobreza y, al mismo tiempo, conservar los sistemas de sustento de la vida. A fin de enfrentar estos retos, se fijaron los ocho Objetivos del Desarrollo del Milenio, dentro de los que destacan: erradicar la pobreza extrema y el hambre, reducir la mortalidad infantil, mejorar la salud materna y combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades al año 2015 (Von Braun et al., 2004). Para ello, será necesario disponer de nuevos conocimientos derivados del avance científico ininterrumpido, el desarrollo de nuevas tecnologías adecuadas y una amplia difusión de dichos conocimientos y tecnologías, así como la capacidad de utilizarlos en todo el mundo.

Los cultivos trasgénicos prometen nuevos y mejorados alimentos, a más bajo costo en plantas altamente productivas, que podrán crecer en ambientes adversos como alta salinidad y sequía, que reducirán potencialmente la dependencia del uso de agroquímicos, y que eventualmente puedan producir medicamentos. Las primeras etapas de la ciencia o de la tecnología están llenas de promesas de beneficios para la humanidad, las nuevas tecnologías inevitablemente tendrán algunos riesgos a la salud humana, por ejemplo las nanoparticulas podría contaminar y ser peligrosas al ser respiradas, los cultivos alimenticios contaminados por genes no deseados, poniendo en peligro el sostenimiento de la vida humana. Los resultados de la revolución química, que se inició durante e inmediatamente después de la II Guerra Mundial, por ejemplo el DDT, el gas freon, herbicidas como las Dioxinas, sustancias cancerigenas como los PCB's (Bifeniles policlorinados), aparte de las propiedades toxicológicas de estos productos, muchas de estas sustancias se han depositado en el suelo, contaminándolo, al igual que fuentes de agua potable, el aire y los ecosistemas naturales (Chrispeels, 2000). La lógica más elemental, nos indica que en un período de tiempo más o menos corto nos encontraremos con problemas ambientales y de salud derivados de éstas tecnologías. Es recomendable: (i) que los gobiernos nacionales tomen las medidas necesarias para fomentar su capacidad interna, con el fin de facilitar la puesta en marcha de directrices o reglamentos de bioseguridad; (ii) que los

países generen y/o refuercen sus planes de acción, instalaciones, sistemas de información y formación de recursos humanos en biotecnología (incluyendo la evaluación y administración de riesgos y procedimientos de bioseguridad), con el fin de desarrollarla, transferirla y aplicarla de manera segura; (iii) que los países involucrados en el desarrollo, aplicación, liberación o producción de plantas transgénicas productoras de fármacos contaran con medios para evaluar y administrar los posibles riesgos y beneficios de las mismas; (iv) que tal como se contempló en el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad de la ONU, se integre un amplio organismo internacional que mantenga y difunda una base de datos pública en la que se consignen la ubicación, así como la información acerca de su comportamiento en los distintos ambientes (AMC, 2000).

ESFUERZOS DEL HOMBRE POR RESOLVER LOS PROBLEMAS DE ALIMENTACIÓN

El mejoramiento genético de las plantas, es considerado el fenómeno del siglo XX, mucha de la variación genética es creada a través de cruzamientos, la selección se conduce midiendo características de las plantas como la producción de grano y los genes que producen estas características son desconocidos. El mejoramiento genético convencional, no requiere conocimientos a nivel del DNA.

Para los países desarrollados, la producción de modernas variedades de cultivos empezó a principios de 1950, a mediados de 1960, los científicos desarrollaron modernas variedades de arroz, trigo y maíz que subsecuentemente fueron adoptadas por agricultores de Latino América y Asia, bajo condiciones de irrigación y el uso de agroquímicos, lo que incrementó los rendimientos y como consecuencia se redujeron los costos de producción, los precios para los países en desarrollo y la desnutrición de niños y adultos. Así la Revolución verde se entiende no como un salto en el crecimiento de la productividad en la década de los 60's sino como un incremento a largo plazo de la productividad. Desafortunadamente, los excesos cometidos por el uso intensivo de agroquímicos, trajo como consecuencia problemas ambientales (Timmer, 2003; Borlaug, 2000)

La década de los 90's nos trajo la "Revolución genética". La modificación genética, es un nuevo y complejo proceso que involucra la inserción de un gen, con frecuencia de una especie diferente, dentro de una planta o animal, este proceso es referido como modificación genética e ingeniería genética y los cultivos son denominados organismos genéticamente modificados (GMO's) o cultivos trasgénicos, a los cuales los agricultores les han encontrado atributos deseables que han aumentado la productividad y calidad de sus cosechas empezando con el algodón, maíz y soya Bt.

La aplicación de la tecnología GMO's a la producción de cultivos se ha considerado como la más grande invención desde los inicios de la agricultura, pero grupos ambientalistas internacionales como Greenpeace, Friend of the Earth están en contra de esta tecnología, considerando que no dan seguridad para la humanidad y el ambiente, que solo beneficia a los grandes empresarios pero no a los consumidores (Falck et al., 2002; Sachs, 2006).

BIO-FÁBRICAS DE FÁRMACOS. ¿TERCERA REVOLUCIÓN VERDE?

La ingeniería genética ha sumado un nuevo camino para la fabricación de químicos especializados. La idea es tan simple como impresionante, en lugar de instalar una fábrica, basada en reacciones químicas o bioquímicas, se puede diseñar una planta que produzca medicinas o productos industriales en sus hojas, semillas, frutos, raíces, o savia, que se siembren en una granja. Cada planta funciona como una bio-fábrica en miniatura de manera independiente. Esta idea ha encontrado una considerable oposición del público, principalmente ambientalista y grupos de industriales productores de alimentos que piden seguridad para la salud, ya que consideran que estos cultivos pueden contaminar alimentos, principalmente después del incidente que sufrieron las compañías Star Link y Prodigene, (Flinn and Zavon, 2004) las repercusiones de este suceso continúan, involucrando costosas sanciones, ambos incidentes sensibilizaron a los desarrolladores de tecnología, la industria y los procesadores de alimentos para evitar los daños que pudieran resultar de las fallas en la implantación, el monitoreo y manejo de las plantas en las que se producen fármacos (Teli and Timko, 2004).

Existen muchas ventajas en la producción de medicamentos en las plantas respecto de otras tecnologías de bioproducción como la gran diversidad de plantas mejoradas que se pueden utilizar, los bajos costos y capital de operación, la producción con prácticas agronómicas aceptables y menores inversiones, los fármacos son contenidos en el alimento de los animales, los granos pueden ser almacenados por grandes períodos sin que pierdan su actividad, eliminando la necesidad de refrigeración, las proteínas, pueden ser manejadas fácilmente, las plantas no hospedan patógenos humanos o animales, se sigue similar tecnología de purificación que en cultivo de células, se eliminan los componentes animales, se consiguen altos niveles de concentración de proteínas y permite el uso de tecnologías que no son posibles en otros sistemas (Ma et al, 2003)

SUBSTANCIAS FARMACÉUTICAS QUE SE ESTÁN OBTENIENDO EN PLANTAS TRASGÉNICAS:

Las plantas han proveído por muchos siglos a la humanidad de exitosas moléculas, pero únicamente en los pasados 20 años, ha sido posible el uso de las plantas para la producción de proteínas específicas. La primera proteína farmaceuticamente importante hecha en plantas fue la hormona del crecimiento en humanos, expresada en plantas trasgénicas de tabaco en 1986, en 1989 el primer anticuerpo fue expresado en tabaco y la producción de proteínas recombinantes en plantas fue confirmada en 1992, cuando las plantas fueron usadas por primera vez para producir una vacuna experimental contra la hepatitis B. Más recientemente, la producción de proteínas recombinantes hechas en plantas se ha extendido a enzimas industriales, proteínas que son utilizadas en investigación principalmente, proteínas en leche que son utilizadas como sustitutos nutritivos y nuevos polímeros que son utilizados tanto en la industria como en la medicina (Ma et al; 2003).

Proteínas farmacéuticas. Muchas de estas que originalmente se producían en células de mamíferos, se han estado reproduciendo en plantas. La albúmina obtenida del suero de sangre humana, y la hormona del crecimiento obtenida en hojas de plantas de tabaco y en otras plantas trasgénicas, otro ejemplo es hirudin el cual es expresada en canola trasgénica.

Anticuerpos recombinantes. Estos tienen una amplia aplicación en el diagnóstico, prevención y curación de una gran cantidad de enfermedades, las principales plantas en las que se obtienen son el tabaco, aunque en la actualidad se están empleando los cereales por las ventajas que estos representan. Son fármacos o proteínas para curar heridas, en el tratamiento de enfermedades como la anemia, cirrosis, fibrosis quística, sustitutos de sangre, hormonas y enzimas para tratar enfermedades de Fabry y Gaucher.

Vacunas. Desde que fue producida y probada la vacuna HBV el concepto de vacunación oral a través de frutas, vegetales, hojas y semillas ha ganado popularidad, en esquemas de producción en tabaco, papa tomate, papaya, plátano y lechuga. Estas vacunas son liberadas cuando se ingieren como alimentos con la ventaja de que no se tienen que refrigerar, procesar o aplicar; incluyen vacunas contra linfoma de Hodgkin, rabia, cólera, diarrea en cerdos, enfermedades de los pies y caries dental, contra enfermedades como la hepatitis B, viruela, la difteria, polio y varios tipos de diarrea viral.

Otras proteínas de relevancia médica. Se han utilizado las plantas para producir otras proteínas con aplicación directa e indirecta en la medicina como la proteína β-caseína de la leche, la lysosyme, la cual es utilizada en la salud de los niños, polímeros que pueden ser utilizados como regeneradores de tejidos como el colágeno que se puede obtener en hojas de plantas trasgénicas de tabaco y hojas y tubérculos de papa.

Químicos industriales. Componentes que son usados en la fabricación de papel, plásticos, tratamientos para el cuidado personal y detergentes para lavandería

Investigación química. Sustancias que son utilizadas en la investigación y laboratorios de diagnóstico, por ejemplo, el avidin y la beta glucuronidasa (UCSUSA, 2006)

ESTADO ACTUAL Y MERCADO DE LOS TRASGÉNICOS QUE PRODUCEN FÁRMACOS

En el sector de la agrobiotecnología, existen cerca de 300 representantes de un núcleo de 30 compañías en su mayoría privadas y unidades comerciales a escala internacional, que residen principalmente en EU, Canadá y Europa del Oeste (Arcand y Amison, 2004). La gran farmacia como se le denomina comúnmente a la industria de la biotecnología en los últimos 6 años, a tenido un crecimiento acelerado, 65-70% de las 150 drogas biotecnológicas fueron aprobadas, 11 de las cuales alcanzaron las mayores ventas en 2004. Los ingresos del mercado biofarmaceútico crecieron del 15-17% en 2004, lo cual es más del doble del promedio de ingresos del mercado farmacéutico global. Con ingresos de $45 billones de dólares en 2004 el sector biofarmacéutico global informó que esto representa el 8.1% del total del mercado farmacéutico y se anticipan ventas de $92 billones de dólares en 2011, ello, con un crecimiento anual de 10.3% de 2004-2011. Así los proyectos e investigaciones que están en trámite y los continuos avances promueven el crecimiento del sector. Los fármacos biotecnológicos, contribuyen con cerca del 25-30% de los productos que están en trámite.

La población de edad avanzada asociada con el incremento en las enfermedades representa una oportunidad para los fabricantes de productos biofarmacéuticos. El cáncer, enfermedades del sistema nervioso central y cardiovasculares, enfermedades auto inmunes, inflamatorias, diabetes, las sustituciones hormona/enzima, las enfermedades respiratorias e infecciosas son las áreas en que la terapéutica biotecnológica tiene mayor oportunidad de crecer en los próximos 10 años (Parmar, 2006).

REGULACIÓN, AISLAMIENTO Y TECNOLOGÍA

Existe mucho desconocimiento en las regulaciones ambientales y esto implica riesgos de demandas para las compañías que los producen. Los campos en los que se siembran plantas trasgénicas que producen fármacos deben estar escrupulosamente separadas de los cultivos que producen alimento para el hombre y animales, se esta seguro de que la oposición a estos cultivos no es únicamente de los consumidores sino de la industria de alimentos, sus afiliados y de grupos contrarios a esta tecnología (Altieri, 2005). Algunos sistemas de producción están basados en la producción a campo abierto, otros producen en sistemas cerrados como invernaderos, minas subterráneas o localidades alejadas de la producción de cultivos que sirven como alimento y algunos otros son sistemas híbridos que combinan ambos. Esto impacta los esfuerzos en el desarrollo, las pruebas, los costos de las estructuras de producción, las estrategias competitivas y los riesgos que implica implementar esta tecnología en un contexto comercial.

CONCLUSIONES

Los trasgénicos productores de fármacos y productos industriales incluyendo hormonas, vacunas, componentes para el diagnóstico de enfermedades y plásticos, no deben ser ingeridos debido a los potenciales daños que causarían a la salud por su toxicidad. Al no distinguirse los trasgénicos convencionales de los que producen fármacos y debido a que estos se mueven fácilmente en el sistema alimentario como resultado de la mezcla física de semilla e indirectamente con el movimiento del polen, lo que permite el transporte de genes que pueden pasar inadvertidos y perpetuarse en otros sistemas y dado que virtualmente es imposible la cero contaminación de alimentos para humanos y animales en los sistemas que comúnmente se usan para estos cultivos, estos no deberán cultivarse en campo abierto. El sistema de producción de estos cultivos requiere de normas muy rigurosas en todos los pasos del proceso de producción, reglas de comportamientos predeterminadas, auditar monitorear y aprobar los procesos, asimismo, el sistema y cualquier confinamiento biológico deberá incluir mecanismos de revisión repetidos que salvaguarden la seguridad de los suministros de alimentos.

Para preparar nuevos sistemas de producción, se recomienda realizar estudios del flujo de polen, aislamiento y bases científicas suficientes para la siembra en áreas aisladas geográficamente e implementar y mantener medios de información

Para asegurar la cero contaminación deberá considerarse seriamente la posibilidad de no sembrar estos cultivos (UCSUSA, 2006).

Ciertamente, los científicos y los líderes agrícolas, tienen la obligación moral de advertir a los políticos, educadores y religiosos, a no ignorar la magnitud y seriedad del problema para

la población humana, la alimentación y la disponibilidad de tierra cultivables, al no permitir la utilización de la biotecnología. Si fallamos en hacer esto, seremos negligentes con nuestra obligación e inadvertidamente contribuiremos con el caos por venir de incalculables millones de muertes por inanición (Borlaug, 2000; Fox, 2006).

BIBLIOGRAFÍA

AMC 2000. Las plantas transgénicas y la agricultura mundial. Academia Mexicana de Ciencias. http://www.amc.unam.mx/c_plub.htm

Altieri, A. M. 2005. Transgenic Crops: Implications for Biodiversity and Sustainable Agriculture. Bulletin of Science, Technology & Society, (25): 4, 335-353.

Arcand, F. and Arnison, G. P. 2004. Development of Novel protein-Production Systems and Economic Opportunities & Regulatory Challenges of Canada.

Borlaug, N. 2000. Ending World Hunger. The Promise of Biotechnology and the Threat of Antiscience Zealotry. Plant Physiol, (124) 487-490.

Chrispeels, M. J. 2000. Biotechnology and the Poor. Plant Physiol, (124) 3-6.

Falck, M. C. Chassy, B. M., Harlander, S. K., Hoban, T. J., Mc Gloughlin, M. N. and Akhlaghi, A. R. 2002. Food Biotechnology: Benefits and Concerns. J. Nutr. (132)1384-1390.

Flinn, E. J. and Zavon, A. J. 2004. Green Plants as Biofactories for Drugs. BioPharm International (1) 1-7.

Fox, N. 2006. A Sociology of Technology Governance for the Information Age: The Case of Pharmaceuticals, Consumer Advertising and the Internet. Sociology, (40): 2 315-334.

Fresco, L. O.2001. Cultivos genéticamente modificados. Subdirectora General. Departamento de Agricultura, FAO.

ISB, 2006 Information Systems for Biotechnology. USDA. USA. http://www.isb.vt.edu/

Ma J. K-C, Drake, P M W and Christou P. 2003. The Production of Recombinant Pharmaceutical Proteins in Plants. Nature (4) 794-805.

Parmar, C. H. 2006. Biopharmaceuticals market overview. Pharmaceutical Technology Europe. (1) 1-3

Sachs, S. E. 2006. Agricultural Productivity and Consumer Health Inovating for the Future. Agri-Food Forum. Lead, Global Scientific Affairs. Monsanto Company.

Teli, P.N. and Timko, M. P. 2004. Recent Developments in the Transgenic Plants for the Production of Human Therapeutics and Biopharmaceuticals. Plant Cell, Tissue and Culture (79) 125-145.

Timmer, C. P. 2003.Biotechnology and Food Systems in Developing Countries. J. Nutr. (133) 3319-3322.

UCSUSA, 2006. Protecting the Food Supply in an era of Pharmaceutical and Industrial Crops. Union of Concerned Scientists . USA. www.ucsusa.org/

Von Braun, J., Swaminathan, M. S. and Rosegrant W. M. 2004. Agricultura, Seguridad, Nutrición y Los Objetivos de Desarrollo del Milenio. IFPRI.

SECCIÓN DE CONFERENCIAS

CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA Y PRODUCTIVA DE LA MICROCUENCA NAZAS 1, REGIÓN HIDROLÓGICA 36.

Ignacio Orona Castillo[1], José de Jesús Espinoza Arellano[2], Enrique Salazar Sosa[1] y Cirilo Vázquez Vázquez[1]

[1]Maestro-Investigador de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Venecia, Durango. [2] Investigador del CELALA –INIFAP. Matamoros, Coahuila.
E-mail: orokaz@yahoo.com

INTRODUCCIÒN

En el marco del proyecto “Diversificación e Incremento de la Producción Agropecuaria y Manejo Sostenible de los Recursos Naturales para el Bienestar de las Familias Rurales de tres Microcuencas de Montaña en México”, que actualmente el INIA de España realiza en colaboración con INIFAP México en tres microcuencas que son: Nazas 1 en el estado de Durango; Coatepec, en el estado de Veracruz, y Mejapa en el estado de Chiapas donde el proyecto esta orientado al desarrollo de actividades que disminuyan la pobreza, la degradación de los recursos naturales y aumentar la seguridad alimentaria de poblaciones vulnerables mediante la investigación aplicada y la adaptación tecnológica, se presenta en esta ocasión el marco socioeconómico del cual partió el proyecto en el año 2004 para el área de la microcuenca Nazas 1. El proyecto está llevando a cabo diversas actividades de transferencia de tecnología en el manejo de los cultivos tradicionales no tradicionales, con la finalidad de incrementar la productividad de los recursos utilizados en la producción y con ello mejorar los niveles de bienestar de las familias que habitan esta zona.

MATERIALES Y METODOS

La caracterización de las actividades agropecuarias de la microcuenca Nazas 1, se realizó en tres localidades de dicho municipio, ubicado en la Región Hidrológica 36, dentro del estado de Durango en el año 2004. Estas comunidades fueron: Emilio Carranza, Santa Teresa de la Uña y Paso Nacional. La fuente de información secundaria fue el Censo de Población y Vivienda para el año 2000 (INEGI, 2001) y la obtención de información primaria fue mediante la aplicación de 38 encuestas a productores de las distintas localidades. El número de encuestas aplicadas consideró al 12 por ciento de los productores de la zona. La selección de productores fue aleatoria, recurriendo al padrón de productores de las comunidades involucradas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Situación demográfica de la Microcuenca Nazas I.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda, la población total de estas tres localidades asciende a 2 907 personas, de las que 1 474 son hombres y 1 433 mujeres. Los rangos de edad se muestran en la Figura 1, donde se advierte que el 42 % de la población de la zona es menor a los 14 años; es decir es una población joven.

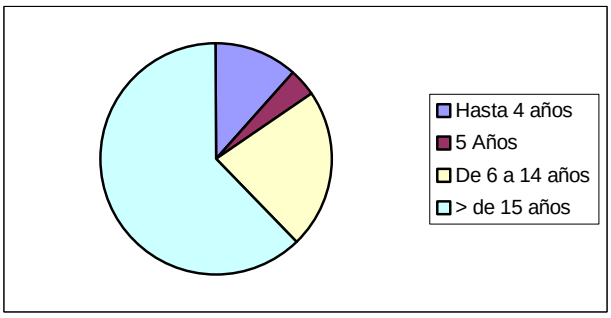


Figura 1. Rangos de edad de la población que habita la Microcuenca Nazas I.

La población con derecho a servicio de salud en alguna institución pública o privada asciende a 2 115, es decir, al 72.7 %; el resto no cuenta con este servicio. Asimismo, de la población total 71 personas (el 2 % del total) presentan alguna discapacidad o limitación física o mental, lo que les impide realizar una vida normal.

De la población mayor de 15 años, el 93% sabe leer y escribir lo que representa una fortaleza de la población para desarrollarse en su vida diaria. De esta población, que representa 1 152 personas, 746 personas tienen al menos un grado aprobado en secundaria.

El nivel de escolaridad promedio para la población de 15 años y más en la zona de estudio es de sexto grado; sin embargo, la población de 18 años y más con algún grado aprobado en carrera técnica o comercial o profesional, asciende a 114 personas.

La población económicamente activa, es decir, comprendida entre los 12 y 60 años, asciende a 793 personas y la población económicamente inactiva asciende a 1 233. La estructura ocupacional prevaleciente en la región para el año 2000 se muestra en la Figura 2.

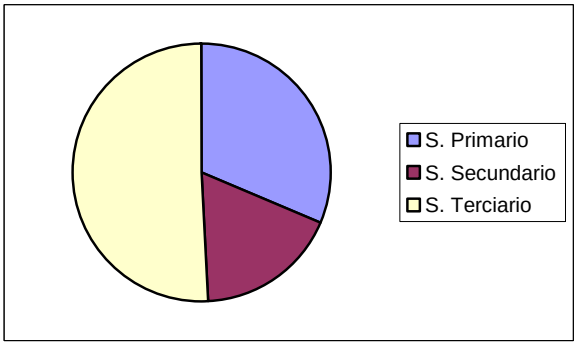


Figura 2. Estructura ocupacional en la Microcuenca Nazas 1. 2000.

De las personas que trabajan, 131 no reciben salario por ello, pues lo hacen en sus propios predios o actividades; sin embargo, de los que trabajan y reciben pago por ello, los cuales suman 622 personas, el número de salarios mínimos que reciben se ilustra en la Figura 3.

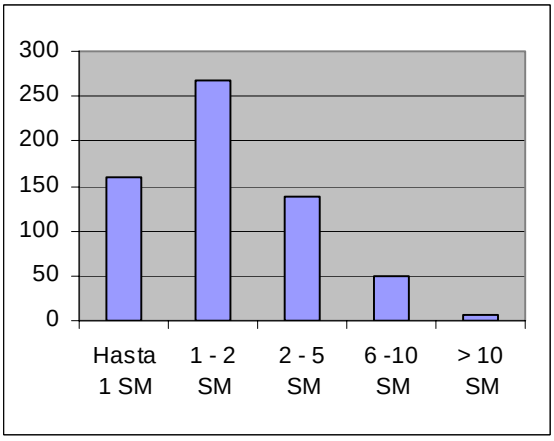


Figura 3. Salarios mínimos en la micro cuenca Nazas 1. 2000.

De este esquema se desprende que la mayor parte de la población ocupada recibe entre 1 y 2 salarios mínimos para vivir. Por lo tanto, el índice de dependencia familiar; es decir, la población que vive del salario recibido por una persona que trabaja, asciende aproximadamente a 4.67 personas, valor aparentemente elevado, ya que faltaría la población que no recibe ingresos por trabajar, por ser ellos mismos los beneficiarios de la actividad. Considerando éstas personas, el índice disminuiría a 3.9.

En relación a vivienda, el número de viviendas particulares habitadas es de 685, lo que arroja un promedio de 4.2 personas por vivienda, considerando a 2 883 personas que habitan ese tipo de viviendas. Del total de viviendas particulares, en el 85 % de éstas se utiliza gas

como combustible para cocinar y sólo en el 15 % restante, la leña sigue siendo el combustible principal.

La posesión de aparatos electrodomésticos en las viviendas particulares señaladas, así como de automóvil propio es como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Posesión de bienes electrodomésticos por las viviendas de la microcuenca Nazas I. 2000.

Electrodoméstico	% de las viviendas
Con televisión	86.8
Con video	32.4
Con radio	75.4
Con refrigerador	65.4
Con lavadora	53.4
Con teléfono	17.7
Con boiler	55.8
Con automóvil	39.3

Situación actual del sector agropecuario de la Microcuenca Nazas 1.

Resultados derivados de una encuesta levantada a 38 jefes de familia durante el mes de abril y hasta el mes de agosto del año 2004 para caracterizar el sector rural y las actividades productivas desempeñadas en la zona señalan que el ocho por ciento de los jefes de familia son mujeres generalmente viudas de ejidatarios. La edad promedio de estas últimas es de 68 mientras que la de los jefes es de 57. El jefe de familia más joven tiene 35 años y el más senil 81.

El 95 % de los entrevistados tiene su origen en la misma localidad, donde ha vivido toda su vida, lo que indica la conservación de tradiciones ancestrales, como se observa en las celebraciones religiosas que conservan y que curiosamente los que han emigrado a los Estados Unidos, en busca de mejores oportunidades.

El 97 % de los encuestados sabe leer y escribir, aún cuando no todos los que lo saben hacer hayan aprendido en una escuela.

El nivel de organización de los productores para la realización de sus actividades agropecuarias en la zona es bajo, pues sólo 12 % de éstos así está integrado. Las formas de organización en que se encuentran integrados están representadas por Sociedades de Producción Rural (50 % de los casos); “Triples S” o Sociedad en Solidaridad Social, (el 25 % de los casos), y en Cooperativas de producción (el restante 25 %). Sólo 71 % de los productores encuestados está dispuesto a organizarse.

La actividad principal de los usufructuarios de los recursos naturales la constituye la agricultura, desempeñada por 97 % de ellos. La ganadería es realizada por cuatro de cada diez productores. Algunos la practican en su traspatio, donde alimentan con esquilmos agrícolas y desechos alimenticios, otros en los terrenos comunales del ejido y en las áreas agrícolas, donde pastorean una vez levantada la cosecha.

A la actividad de recolección de especies forestales no maderables como la lechuguilla, el orégano, plantas medicinales y leña se dedica uno de cada diez de los jefes de unidad de producción visitados.

Sólo a la agricultura se dedica el 60 % de los productores, quienes están sujetos a la disponibilidad de agua de riego proveniente de la presa Francisco Zarco, ya que la agricultura de temporal es inexistente por la escasa precipitación que la zona presenta; el 30 % se dedica tanto a la agricultura como a la ganadería, con unidades de producción que integran las dos actividades usando los esquilmos para alimentar el ganado que tienen en el traspatio de sus viviendas. Ocurre también que las áreas ganaderas están separadas de las agrícolas, donde pastorean su ganado.

Las unidades de producción que aparte de practicar la agricultura y ganadería desempeñan actividades de recolección de flora silvestre representan el 8 %, es decir, ni una unidad de producción de cada diez que existen. Únicamente el 2 % de las unidades de producción desarrolla actividades agrícolas y de recolección.

Las familias rurales, compuestas en promedio por cinco miembros, aparte de desarrollar actividades agropecuarias, algunos de sus miembros se emplean en actividades comerciales y de construcción. Las primeras las desarrollan en su propio hogar, destinando para ello una habitación donde instalan una miscelánea que generalmente cuenta con mercancía básica como el frijol, arroz, frutas y legumbres, refrescos, golosinas y productos “chatarra”. Esta actividad es desarrollada todo el año y generalmente es atendida por personas del sexo femenino.

A las actividades de la construcción se emplean sólo en las épocas fuera del ciclo de cultivo, en la localidad propia o cercana a ésta, construyendo o remodelando casas a base de lodo y paja, utilizando en techos “garrochas” (inflorescencias de la lechuguilla) y en corrales el quiote (inflorescencia del maguey). Considerando estas fuentes y las aportaciones que hacen otros miembros de la familia, el ingreso mensual asciende a $ 1 942.72 pesos, mismo que distribuido en alimentación, educación, servicios (agua y luz), ropa y salud resulta insuficiente para atender sus necesidades básicas. A causa de esto es que existe población con

enfermedades crónicas no atendidas como la diabetes mellitus, alta y baja presión y problemas dentales, principalmente.

En relación a condiciones de vivienda y servicios el 100 % de los hogares tienen agua entubada y electricidad y 90 % disponen de sanitario conectado a fosas sépticas.

Las formas de tenencia de la tierra son múltiples, destacando la ejidal, la propiedad privada, la parcela arrendada, la comunal y la ocupación de terrenos federales en las márgenes del río Nazas. El 75 % de la superficie es de tenencia ejidal y comunal.

La renta de tierras es un fenómeno ocasionado tanto por la condición senil del poseedor como por falta de financiamiento para producir, especialmente en tierras que requieren riego con aguas subterráneas para ello. El tamaño promedio de la unidad de producción es de 7.3 ha.

Los cultivos agrícolas más importantes son el sorgo escobero, la alfalfa y el frijol, que comprenden el 88 % de la superficie cultivada. Otros cultivos son el chile, el nogal y el maíz, Cuadro 2.

Cuadro 2. Principales cultivos agrícolas en la Microcuenca Nazas 1.

	Supeficie Ha	**Rendimiento t ha^{-1}**	**No. Productores**	**% de prod con el cultivo**	**Tamaño medio de parcela (ha)**
Sorgo	109.5	5	22	57.9	5
Alfalfa seca	90.6	25.8	12	31.6	7.5
Frijol	3.5	nd	7	18.4	0.5
Chile	2.3	nd	6	15.8	0.4
Maíz grano	14.8	2.8	5	13.2	3.0
Maiz forr	2.3	30	3	7.9	0.8
Nogal	7.5	1.7	3	7.9	2.5

A cultivar sorgo se dedican seis de cada diez productores con una superficie promedio de cinco hectáreas; a sembrar alfalfa tres de cada diez con un tamaño medio de área de 7.5 ha; a frijol se dedican dos de cada diez productores con un tamaño de parcela de 0.5 ha. Información sobre rendimientos y de otros cultivos está contenida en el Cuadro 2.

El inventario ganadero por especie animal esta integrado por ganado bovino, aviar, caprino y cerdos. La descripción de productores y tamaño promedio de hatos se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Especies animales presentes en la Microcuenca Nazas 1

Especie animal	No. Productores	Inventario	Animales/Productor

Vacas	10	99	9
Cerdos	8	39	5
Cabras	3	19	6
Aves de corral	2	74	32

La actividad forestal se constituye por la recolección de orégano en las serranías circundantes a las poblaciones de Santa Teresa de la Uña y Emilio Carranza. El desarrollo de esta actividad se ve limitada por la presencia o no de años lluviosos, ya que si no llueve la planta de orégano no se desarrolla. Sin embargo, los dedicados a esta actividad no se organizan para agregar valor a este producto o para comercializarlo directamente a las plantas beneficiadoras, localizadas en la zona conurbada de Torreón, Gómez y Lerdo. El 13 % de los productores entrevistados se dedica a ésta actividad.

Derivado de la construcción de la presa Francisco Zarco en los otrora terrenos ejidales de Emilio Carranza y Santa Teresa, existen jefes de familia dedicados a la pesca, constituidos en una organización especialmente para ello. Esta actividad la desarrollan durante todo el año no sólo los que forman parte de la organización, sino los que no pertenecen a ésta. La diferencia es que miembros de esta pueden comercializar el producto. Las especies más comunes son bagre, carpa, tilapia y mojarra.

Una seria limitante al desarrollo de todas y cada una de las actividades productivas identificadas la constituye la falta de recursos económicos que les permitan mejorar su producción, ya que nueve de cada diez productores carece de este beneficio. Asimismo, relativo a la asesoría técnica el 95 % carecen de orientación para mejorar prácticas de producción agrícolas y/o pecuarias. Ante esto, mas del 90 % de los productores desean acceder a la recepción de asistencia técnica, función que durante la duración del proyecto “Diversificación e incremento de la producción agropecuaria y manejo sostenible de los recursos naturales para el bienestar de las familias rurales de tres microcuencas de montaña en México” financiado por el INIA de España a través del INIFAP pretende llevar a esta microcuenca ubicada en la cuenca del Río Nazas.

CONCLUSIONES

- El nivel de organización de los productores es bajo, pues sólo uno de cada diez está organizado. De acuerdo al estudio, siete de cada diez están dispuestos a organizarse.

- El índice de dependencia familiar es de 3.9; lo que significa que de un salario mínimo dependen para vivir 3.9 personas

- Una seria limitante al desarrollo de las actividades productivas identificadas la constituye la falta de recursos económicos que les permitan mejorar su producción, ya que nueve de cada diez productores carece de este beneficio. Asimismo, relativo a la asesoría técnica el 95 % carecen de orientación para mejorar prácticas de producción agrícolas y/o pecuarias.

- De acuerdo a este breve diagnóstico, la realización del proyecto“Diversificación e incremento de la producción agropecuaria y manejo sostenible de los recursos naturales para el bienestar de las familias rurales de tres microcuencas de montaña en México” está totalmente justificada.

BIBLIOGRAFÍA

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001 Censo de Población y Vivienda para el estado de Durango.

CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA PRACTICADA POR PRODUCTORES EJIDALES DE SAN LUÍS DE CORDERO, DURANGO.

Ignacio Orona C.[1], Gerardo Rangel R[2], Juan Estrada A.[3] y Enrique Salazar S.[1]

[1]Maestro-Investigador de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Venecia, Durango. [2] Personal técnico del FIRCO en la Región Lagunera y [3] Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) CENID RASPA. Gómez Palacio, Durango.
E-mail: orokaz@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo forma parte del Proyecto denominado "Impacto de pequeñas obras de retención sobre el aprovechamiento de los pastizales en la zona semiárida de México", desarrollado bajo la coordinación del INIFAP, CENID- RASPA, desde el mes de febrero del año 2005.

El estudio se realizó en el ejido San Luís del Cordero, municipio del mismo nombre en el estado de Durango, el cual cuenta con una superficie de 27,440 has, de las cuales 20,110 son de uso agostadero, 6,989 de parcelas agrícolas y 341 de asentamientos humanos con el objetivo de caracterizar el funcionamiento de la actividad ganadera y agrícola del ejido. En esta ocasión se presentan resultados parciales del proyecto completo, enfocados a la caracterización socioeconómica de las unidades de producción encontradas en la zona de estudio.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se desarrolló en el ejido San Luis de Cordero por considerar que las características agro-ecológicas y los aspectos socioeconómicos de los sistemas de producción rural son representativos de una problemática regional, en cuyo caso los resultados pueden impactar en beneficio de productores que llevan aprovechamientos con características similares.

Las visitas de campo se iniciaron en el mes de marzo de 2005, con el propósito de identificar los sistemas de producción, situación de la ganadería, los cultivos, técnicas de producción empleadas y condiciones de vida, entre otros. Derivado de estos recorridos se utilizó como criterio de estratificación el número de cabezas de ganado mayor por unidad productiva, por considerar que este señala diferencias significativas tanto económicas como de manejo. Se seleccionaron dos estratos de productores uno hasta 20 cabezas y dos mayor a 20 cabezas. El tamaño de muestra para la aplicación de una encuesta se determinó tomando como referencia

el padrón de beneficiarios del Programa Ganadero (PROGAN), del año 2005 integrado por 83 productores con un total de 1,102 vientres bovinos, la información se obtuvo en la Unión Ganadera Regional de Norte de Durango. La muestra se determinó sobre la base de un muestreo simple aleatorio proporcional al tamaño del estrato (numero de animales), fijando un error predeterminado de 0.1 (e*p=0.1), utilizando la formula de (Sukhatme 1970). El resultado nos indicó aplicar 44 encuestas, 35 a productores del estrato uno y 9 a ganaderos del estrato dos.

Las encuestas se aplicaron en 4 de los 5 núcleos de población que conforman el ejido San Luís de Cordero. Para la selección del número de encuestas por comunidad se tomo en consideración la representatividad en cuanto a número de productores y hato ganadero. El productor a encuestar (para el estrato uno y dos) se determinó al azar. De manera complementaria y con la finalidad de obtener mayor información sobre la racionalidad en el manejo de los recursos, estrategias de producción y organización, entre otras, se realizaron visitas a las parcelas agrícolas, a los agostaderos, al ganado y a la infraestructura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización socioeconómica de productores

En San Luís de Cordero la ganadería se practica en su mayoría por personas de sexo masculino; éstos representan el 95 % con respecto al total de productores, el 5% corresponde a personas de sexo femenino. La edad promedio de los ganaderos es de 59 años con un máximo de 89 y un mínimo de 34, el promedio de años dedicados a la actividad es de 38 años, el 80% de los productores son originarios del municipio de San Luís de Cordero y el 20% se encuentran avecindados procedentes de otras regiones del país, el grado de escolaridad promedio es de 3.5 años, se cuenta con un 9% de analfabetismo y corresponde a personas originarias de San Luís y mayores de 65 años.

Nueve de cada diez ganaderos iniciaron su actividad en forma local el resto lo eran antes de venir a vivir a la comunidad, esto significa que un 10% llego directamente a aprovechar recursos para la ganadería, los locales en promedio iniciaron a los 16 años de edad.

El 98% los ganaderos asocian la actividad ganadera con la agricultura, de este 98% existe un 23% que realizan una tercera actividad, según se indica a continuación: Un 14% se dedica al aprovechamiento forestal (orégano), un 5% al comercio, un 2% como emigrante y un 2% como jornalero. Los que no asocian la ganadería con ninguna actividad representan el 2% (los que solo se dedican a la ganadería como actividad productiva).

El tamaño promedio de la familia es de 8 integrantes, en la actualidad el promedio de dependientes económicos por productor ganadero es de 3 personas. En el 77% de los hogares se contribuye al gasto familiar con ingresos adicionales a los que aporta el jefe de familia; los ingresos totales familiares provienen en un 51% de actividades desarrolladas dentro de la unidad productiva y el 49% tiene su origen en actividades externas. Cuadro 1.

Cuadro 1. Origen de los ingresos obtenidos dentro y fuera de la unidad de producción. Ejido San Luis del Cordero, Durango en el año 2005.

Actividad	Aportación (%)
Agricultura	6
Ganadería	43
Forestal (recolección)	1
Comercio	6
Jornalero	3
Remesas (Principalmente de E. U.)	41
Total	100

A nivel general, los ingresos de la unidad productiva principalmente por la agricultura y la ganadería (6+43=49%), son muy similares a los recursos que provienen de actividades fuera de unidad (1+6+3+41=51%). Sobresalen las remesas enviadas por los migrantes a Estados Unidos (41%), sin las cuales el sistema de producción presentaría problemas para continuar reproduciéndose.

En el 55% de los hogares existen personas trabajando en los Estados Unidos con un promedio de 2 miembros por familia. De los que emigran, el 12% lo hace por temporadas (va y viene), mientras que el 88% se queda a trabajar en forma permanente.

Importancia de los apoyos económicos externos (Familiares) De las familias que cuentan con el apoyo de ingresos externos, el 60% reconocen que son importantes para el sostenimiento familiar y desarrollar actividades agropecuarias, el destino de estos recursos es como sigue: 48 % a alimentación; 50 adquisición de forrajes, maquinaria y actividades propias de la agricultura y 2 % a actividades no especificadas.

Aspectos pecuarios.

En general el tamaño promedio de hato es de 24 cabezas por productor, el 74% del hato esta compuesto por ganado criollo, el 19% mejorado y el 7% fino. El 91% de los ganaderos cuenta con equinos; de acuerdo a la opinión del ganadero son mas necesarios los caballos que los burros. Del total de equinos el 66% corresponde a caballos y el 34% a burros; el 18% de los productores los pastorea en forma conjunta con el ganado bovino y el 82% los tiene en su casa o en la parcela agrícola. En este último caso por que los usa normalmente para movilizarse y realizar algunas actividades agrícolas.

Vacunación.- Es una actividad que se lleva acabo por el 93% de los ganaderos y se realiza durante todo el año; sin embargo, se identificaron dos periodos en donde se lleva con mayor frecuencia; estos son los meses de febrero -marzo y de septiembre - octubre, lo mismo sucede con la desparasitación, aunque se realiza por un menor numero de productores (70%).

Comercialización.- Se realiza durante todo el año y solamente el 23% de los ganaderos programa su venta para el último trimestre del año. El precio promedio de venta por kilogramo en pie en el año 2005 fue de $ 19.00. El destino de la carne según información de productores es de un 51% al mercado local, 12% mercado nacional, 12 % mercado externo y el 25 % desconoce el destino, la compra-venta se realiza en su mayoría con compradores o acopiadores locales quienes cuentan con una importante infraestructura de corrales para el acopio, manejo y posterior comercialización.

Uso del agostadero.- El periodo de pastoreo en el agostadero común se realiza en promedio durante 6.3 meses al año, iniciando en el mes de junio y concluyendo en el mes de diciembre, al término de este periodo el ganado es trasladado a la parcela agrícola en donde permanece 5.7 meses promedio al año. Para complementar su dieta se otorga durante cinco meses suplementos alimenticios entre los que se encuentran alfalfa, maíz molido, pollinaza, sales minerales y concentrados. La mayoría de los suplementos provienen de otros sitios fuera del municipio, los suplementos locales corresponden básicamente a esquilmos, nopal, sorgos y maíces.

Uso de mano de obra.- El 89 % de las unidades de producción utilizan mano de obra familiar, solo en el 11% de las explotaciones contratan en forma temporal mano de obra asalariada.

Tamaño del hato.- En cuanto al tamaño del hato respecto a hace 10 años, el 41% manifiesta tener mas, el 23% igual y un 34% menos, la tendencia es a la alza por estar representado con un mayor porcentaje (41+23=64). Existen diversas y muy variadas razones por las cuales se tiene mas o menos ganado que hace diez años, sin embargo, se registran algunas que se presentan con mayor frecuencia que nos permiten estimar algunas causas. Los que manifiestan tener más ganado que antes es que ya no venden con la misma frecuencia que antes y otra que las remesas que envían los familiares les ha permitido incrementar el hato. Entre los que señalan tener menos ganado es debido a la disminución de forrajes en los agostaderos y a las ventas que realizan en forma frecuente que no les permite crecer.

Organización.- El 48% se encuentra adherido a la Asociación Ganadera Local y el 52% no. Según se puede apreciar no existe una sólida organización ya que los que se encuentran integrados en su mayoría señalan que se encuentran ahí por invitación y no tanto por los beneficios que pueden obtener, para el caso de los que no se encuentran integrados mencionan que no lo consideran necesario además de no obtener ningún beneficio.

Actividades agrícolas.

Durante el ciclo agrícola primavera – verano 2005, se desarrollaron las siguientes actividades agrícolas con algunas características señaladas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Cultivos practicados en el ejido San Luis del Cordero en el año 2005 y algunas de sus características.

Cultivos	% del total cosechado	Rendimiento promedio Kg/ha	Destino de la producción
Maíz forrajero	15	5,800.0	Autoconsumo para la ganadería
Maíz Grano	41	1,492.0	Autoconsumo Humano y ganadería
Trigo forrajero	N/S	2,000.0	Autoconsumo para la ganadería
Avena forrajera	6	1,500.0	Autoconsumo para la ganadería
Frijol	10	439.0	Autoconsumo Humano
Caña	3	19,000.0	Autoconsumo para la ganadería
Sorgo forrajero	23	3,250.0	Autoconsumo para la ganadería
Sacate Buffel	2	n/s	Autoconsumo para la ganadería

N/S no significativo.

El 94% de los cultivos establecidos son de utilidad forrajera, quedando el 6% (frijol), en apoyo a la alimentación humana. La superficie promedio sembrada por productor es de 11.7 ha la totalidad de la superficie se siembra en condiciones de temporal.

Para la actividad agrícola sólo el 25% de las explotaciones contratan mano de obra asalariada de manera temporal, el resto de las actividades las realizan con mano de obra familiar. El 54% de los productores desean incrementar la superficie agrícola y el 46% ya no, las principales causas que limitan incrementar la superficie son: falta de dinero o financiamiento; falta de humedad; de maquinaria agrícola; de agua para riego, y mano de obra, entre otros. Los que ya no quieren incrementar la superficie señalan tener las suficientes pues no pueden trabajar un área mayor por la edad o enfermedad que enfrentan.

CONCLUSIONES

El capital social del ejido bajo estudio es viejo, ya que la edad promedio de los productores fluctúa en 60 años, con un mínimo de 34 y un máximo de 84 años.

La actividad agropecuaria involucra principalmente la cría y alimentación de ganado bovino, misma que complementan con la producción agrícola de maíz de grano y forrajero, así como esquilmos del frijol.

Para la actividad agropecuaria es muy importante el ingreso proveniente de las remesas enviadas por los migrantes a Estados Unidos; sin este ingreso no habría el nivel de bienestar logrado en la comunidad.

La unidad de producción utiliza la mano de obra familiar del dueño y sólo para determinadas actividades agrícolas contrata o paga algún trabajador debido.

Existe una tendencia a aumentar el número de cabezas presentes actualmente, lo que seguramente repercutirá en la sostenibilidad del recurso vegetal y suelo.

BIBLIOGRAFÍA

Sukhatme P, V. and V. S. Balkrishna. 1970. Sampling Theory of Surveys with applications. Iowa Sttate University Press. Ames, Iowa, U.S.A. 358 p.

EFECTO DE PLAGUICIDAS EN SUELOS DE LA COMARCA LAGUNERA

José Dimas López, Martínez [1] Rodríguez Sahagún José de Jesús [2] Mario García Carrillo[1] Enrique Salazar Sosa[2] Rafael Zúñiga Tarango[2] Cirilo Vázquez Vázquez[2]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Departamento de Suelos, Edo de Coahuila.
[2] Facultad de Agricultura y Zootecnia UJED. División de Estudios de Posgrado. e-mail: **jose_dimaslopez@hotmail.com.**

INTRODUCCIÓN

Dos de los problemas más graves que actualmente enfrenta la humanidad son: las grandes necesidades de una población creciente, y la degradación del ambiente junto con los recursos naturales, donde la contaminación excede las normas de calidad ambiental para alimentos de consumo humano (Shane *et al*. 2004).

Estos dos problemas están íntimamente relacionados, ya que para satisfacer las necesidades de la población creciente, se requiere aumentar la capacidad productiva de los recursos naturales, lo cual tiene sus límites. Los problemas ambientales se pueden dividir en dos grandes grupos de acuerdo a la escala de sus impactos: problemas mundiales y problemas regionales y locales. Los principales problemas mundiales son: Cambio climático, Agotamiento de la capa de ozono, Deforestación o pérdida de bosque y selva, Pérdida de la biodiversidad.

Los Problemas Nacionales y Regionales interactúan con los problemas mundiales y son: Contaminación del suelo, del agua y del aire, Desertificación, Erosión o pérdida de los materiales del suelo, Urbanización creciente y falta de planeación, Residuos peligrosos (Enkerlin, 1997).

En la Comarca Lagunera se inició la siembra de algodonero en 1930 y se usaban hasta 18 aplicaciones de plaguicidas en un ciclo, en los mejores años del algodonero se establecieron 118 000 hectáreas y en el colapso del algodonero en 1992, sólo se sembraron 385 ha (Jiménez, 1997). Para el ciclo 2002 se reportaron tan solo 1 430 ha de algodón con semilla transgénica y con dos aplicaciones de plaguicidas en el ciclo (SAGARPA, 2002), con tendencias nuevamente a incrementarse. Inicialmente los plaguicidas utilizados fueron organoclorados (OCL), los cuales son muy persistentes en el medio ambiente, porque su degradación es muy lenta (Edwards, 1976) 15 años es la vida media del toxafeno, esto significa que al aplicar un kilogramo del producto después de 15 años, permanecerán 500 g en el medio ambiente.

Por lo anterior es necesario realizar estudios que determinen el destino final de estos productos persistentes, ya que su presencia en el medio ambiente se ha reportado como riesgo para la población (Nalini, 2004) causando problemas cuando pasa a la cadena trófica y a la salud como en la leche de vaca (Waliszewski *et al*. 1997) o desde que nacen los niños en la

leche materna (Harvey *et al.* 1995). El objetivo del estudio fue encontrar modelos estadísticos de plaguicidas OCL con respecto a algunas propiedades del recurso suelo en los cinco municipios de la Comarca Lagunera de Coahuila.

MATERIALES Y METODOS

Localización geográfica

El presente trabajo se realizó en el verano del 2004 en cinco municipios que constituyen la comarca lagunera de Coahuila: San Pedro, Francisco I. Madero, Viesca, Matamoros y Torreón. La Región Lagunera es considerada como una zona agrícola e industrial formada por las porciones suroeste del estado de Coahuila y noreste de Durango, cuya extensión es de 31 523.2 km^2, comprendiendo el estado de Coahuila, cinco municipios: San Pedro, Torreón, Fco. I. Madero, Matamoros y Viesca y en el estado de Durango: Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí y Tlahualilo de Zaragoza, y añade el Municipio de Nazas.

Muestreo

Gabinete: se seleccionó la cartografía de INEGI: las cartas topográficas y las edafológicas de la Región, con clave G13-D15, 16, 17,18,19, 25, 26, 27,28,29, 35, 36, 37,38,39. En cada municipio (5) se eligieron cinco localidades tomando en cuenta los diferentes tipos de suelo que se encuentran en las cartas edafológicas dándonos un total de 25 localidades.

Campo: En cada localidad se tomó el muestreo de suelo en cinco estratos, cada 20 cm de profundidades. Usando el método de la cuadrícula y formando una muestra compuesta. El sitio de muestreo se georeferenció (Latitud, Longitud y Altura) con el GPS.

Laboratorio: Las muestras de suelo se transportaron en bolsas de plástico al laboratorio, donde se secó al aire, se cribó en un tamiz de 2 mm y se embolsó. Se analizaron 125 muestras de suelo con seis determinaciones (Textura, Da, CIC, pH, MO, CE).

Análisis de plaguicidas en el suelo

Proceso de extracción de la muestra de suelo. Para realizar la extracción de los plaguicidas OCL de las muestras de suelo, se utilizó el método 3540B propuesto por la EPA (Environmental Protection Agency) de Estados Unidos de América en 1990 (soxhlet). Se pesó 5 g de suelo seco, cribando y secado al aire; Se colocó en un cartucho de papel filtro previamente lavado con acetona de alta resolución para cromatografía de líquidos (HPLC) y se introdujo en la columna de extracción; se lavó la muestra de suelo durante 24 horas con 80 mL de una mezcla de hexano-acetona de alta pureza para cromatografía (HPLC) en una relación 1:1.

Concentración de la muestra. El extracto líquido derivado del proceso de extracción del suelo, se coloca en el Kuderna Danish a una temperatura de 65°C durante dos horas, para eliminar el hexano y la acetona, para tener al final un volumen concentrado de 10 mL.

Limpieza de la muestra. Se agregó un centímetro de fibra silanizada dentro de una columna de limpieza, empacándola perfectamente bien y lavándola con dos mL de hexano y dos mL de acetona. Se adicionaron 13 g de florisil (Merck de 60-100 mesh) y 4 g de sulfato de sodio. Se agregaron a la columna 40 mL de hexano para acondicionar el sulfato de sodio y el Florisil. Se descartó el eluato. Se transfirió el extracto concentrado de la muestra problema a la columna de limpieza. Se agregaron 60 mL de hexano, recibiendo el eluato en un matraz Erlenmeyer. Se añadieron 50 mL de una mezcla de hexano-éter dietílico en una relación 9:1. Se eluyó con 20 mL de hexano-éter dietílico en una relación 8:2.

Segunda concentración. Se concentro la muestra en un rotavapor hasta un volumen de nálisis cinco mL.

Tercera concentración. Se dejó evaporar a temperatura ambiente hasta que se concentró en un mL la muestra.

Inyección. Finalmente se inyectó al cromatógrafo de gases (marca Varian modelo 3300, equipado con detector de captura de electrones) un microlitro concentrado y limpio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los valores de las propiedades físicas y químicas de los suelos en estudio utilizados en el modelo estadístico de regresión múltiple. Donde se observa que son suelos de moderadamente alcalinos con pH de 7.4-8.1, a alcalinos con pH 8.2-8.8 debido a la presencia de bicarbonatos y carbonatos de calcio, magnesio y sodio principalmente (Castellanos, 2000). En cuanto a sales se encuentran suelos libres de sales (<1 dS m^{-1}), hasta suelos altamente salinos (8-16 dS m^{-1}), con lo que de alguna manera afectan el rendimiento relativo de los cultivos establecidos. En lo que se refiere a densidad aparente también existe variación, encontrándose suelos arcillosos con una Da de 1.0 Mg m^{-3} hasta suelos migajones arenosos con 1.52 Mg m^{-3}. El contenido de materia orgánica en zonas semiáridas, como la Comarca Lagunera, oscilan desde muy bajo contenido de MO (<0.5%) a muy alto (>2.0%), sin embargo la mayoría está, de medio a bajo contenido de MO, por tanto requieren aplicaciones de alguna fuente orgánica. La capacidad de intercambio catiónico indica el espacio que tiene el

suelo de retener e intercambiar cationes, con estos resultados se tiene una variación de media a baja capacidad.

Cuadro 1. Rango de las propiedades del suelo utilizadas para los modelos de regresión

Propiedades (unidades)	Rango
x_1 = pH (1:1 en agua)	7.44 – 8.67
x_2 = Conductividad Eléctrica (dS m^{-1})	0.29 – 13.97
x_3 = Densidad aparente (Mg m^{-3})	1.07 – 1.52
x_4 = Materia orgánica (%)	0.27 – 3.48
x_5 = Capacidad de intercambio catiónico (cmol kg^{-1})	5 - 44

En el Cuadro 2 se presentan en forma simplificada los cinco plaguicidas OCL encontrados en los suelos estudiados, su rango de concentración, el límite máximo permitido en agua según la EPA, el número de sitios y los municipios en donde se localizan. Los más persistentes son el βBHC con un 84% y δBHC con el 80% de los lugares muestreados, lo cual coincide con la investigación hecha en India por Kumasi *et al*., (1996) donde los isomeros de HCH superaron a los de DDT. Le sigue endrín con el 44%, y por último están aldrín con 32% y heptacloro con el 28%, pero es de observarse que los plaguicidas OCL con menos presencia tienen mayores concentraciones.

Cuadro 2. Concentraciones de los plaguicidas OCL encontrados en el suelo

Plaguicidas OCL	Concentración (ng g^{-1})	Límite máximo En agua según la EPA (ng L^{-1})	No. Sitios (25)	Municipios
Aldrín	0.77 – 256.77	0.74	8	Fco. I, Madero San Pedro
Beta BHC	0.31 – 14.46	123	21	Fco. I. Madero San Pedro Viesca, Torreón Matamoros
Delta BHC	0.20 – 52.42	123	20	Fco. I Madero San Pedro Viesca Torreón Matamoros

Endrin	0.23 – 404.43	100	11	Fco. I. Madero Viesca, Torreón
Heptacloro	2.01 – 12.92	2.78	6	Fco. I. Madero Viesca

De los municipios, el que incluye los cinco plaguicidas OCL es Fco. I. Madero y tiene tres con las más altas concentraciones encontradas: δBHC (52.42 ng g^{-1}), endrin (404.43 ng g^{-1}) y heptacloro (12.92 ng g^{-1}); los otros dos aunque sin tener la máxima concentración también afectan el ambiente y son el βBHC (12.21 ng g^{-1}) y el aldrin (11.51 ng g^{-1}). El municipio de Viesca posee cuatro plaguicidas, y el que no está presente es el aldrin, de los otros el que tiene mayor concentración es el endrin (53.42 ng g^{-1}), seguido del δBHC (5.62 ng g^{-1}) y el βBHC (5.16 ng g^{-1}) y por último el heptacloro (3.6 ng g^{-1}). En San Pedro se encontró la más alta concentración de aldrín (256.77 ng g^{-1}) le sigue el βBHC con una concentración de 7.09 ng g^{-1} y δBHC (0.75 ng g^{-1}). Torreón por su parte presenta la más alta concentración del βBHC (14.46 ng g^{-1}), le sigue endrín (97.91 ng g^{-1}) y δBHC (3.38 ng g^{-1}) y Matamoros con dos tipos de plaguicidas OCL, el βBHC (2.16 ng g^{-1}) y el δBHC (0.55 ng g^{-1}). Comparando las concentraciones con los límites máximos permisibles, todos los plaguicidas están fuera del límite permitido por la EPA. Es un paso importante tener los plaguicidas detectados y ubicados para su control y manejo. En la Figura 1 se puede observar que los más altos coeficientes de determinación (> 0.9) se presentan en cuatro plaguicidas OCL en los primeros cuatro profundidades delta20 (0.998), aldrín20 (0.996), aldrín40 (0.999), delta40 (0.922), heptacloro60 (0.983), endrín60 (0.983), aldrín60 (0.977), aldrín80 (0.999), endrín80 (0.973), delta80 (921).

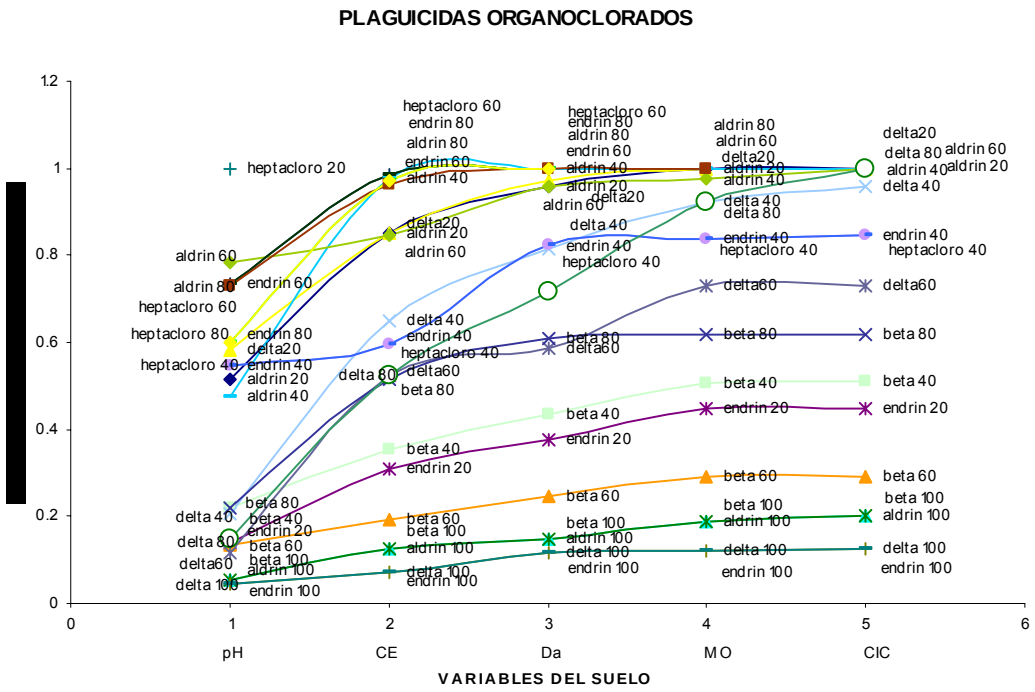


Figura 1. Relación del coeficiente de determinación de los cinco plaguicidas OCL y cinco profundidades, con las variables del suelo.

A un metro de profundidad el coeficiente de determinación es muy bajo. Esto se explica porque en este ambiente semiárido de la Comarca Lagunera existe escasa lixiviación de los plaguicidas por las bajas precipitaciones, además de ser poco hidrosolubles y está demostrado en los análisis de agua realizados en los mismos sitios de muestreo, y no se detectó presencia de plaguicidas OCL por lo tanto las aguas subterráneas aún no han sido contaminadas por estos plaguicidas.

CONCLUSIONES

1. Los resultados indican que el municipio más contaminado y donde se localizan los cinco plaguicidas organoclorados encontrados es Francisco I. Madero; le sigue el municipio de Viesca, San Pedro, Torreón y por último el municipio de Matamoros.

2. De acuerdo a las concentraciones obtenidas en primer lugar se encuentra endrín (0.23 – 404.43 ng g^{-1}), en seguida aldrín (0.77 – 257.77 ng g^{-1}), le sigue el δBHC (0.20 – 52.42 ng g^{-1}), después βBHC (0.31 – 14.46 ng g^{-1}) y por último el heptacloro (2.01 – 12.92).

3. En el estrato 0.40 -0.60 m se localizan los cinco plaguicidas organoclorados encontrados, aunque la concentración de algunos OCL no están a su máxima concentración permisible.

BIBLIOGRAFÍA

Edwards, C. A. 1976. Persistent Pesticides in the Environmet. 2nd. Edition. Ed. Pree. pp 6-17.

Enkerlin E. C., J. Cano, R. A. Garza y E. Vogel. Editores. 1997. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. International Thomson Editores, SA de CV, México DF.

Environmental protection agency (EPA). 1990. Method 3540 B. Soxhlet extraccion. Revision 2. November. pp 1-8.

Harvey, N. W., D. Davis and J. Daucet. 1995. PCB and organochlorines pesticides in Canadian human milk. Chemesphere, Volume 30. p. 2143-2153.

Jiménez, D. F. y T. Herrera P. 1997. Cotton Rust (Puccinia cacabata A&H) in North Central Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología, 15:(1).

Kumasi B., R. Singh, V. K. Madan, R. Kumar and T. S. Kathpal. 1996. DDT and HCH compounds in soil, ponds and drinnking water of Haryana, India. Bulletin of environmental contamination and toxicology. 57:5. pp 787-793.

Nalini, S., A. Kumar S. and R. Sanghi. 2005. Organochlorine and organophosphorous pesticida residues in ground water and surface waters of Kanpur, Uttar Pradesh, India. Environmental Pollution Volume 31, Issue 1.p. 113-120.

SAGARPA, 2002. Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Ciudad Lerdo, Durango. México.

Shane R. de Solla and K. J. Fernie. 2004. Characterization of contaminants in snapping turtles (Chelydra serpetina) from Canadian lake Erie areas of concern: St. Clair river, Detroit river and Wheatley harbour. Environmental Pollution. Volume 132, Issue 1. p. 101-112.

PRODUCCIÓN DE MAIZ FORRAJERO EVALUADAS CON LABRANZA Y FERTILIZACIÓN ORGANICA-INORGANICA

José Dimas López Martínez[1], Cirilo Vázquez V.[1] Enrique Salazar Sosa [1]

[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

La Comarca Lagunera es una de las regiones agrícolas y ganaderas más importantes de la Republica Mexicana (SAGAR, 1999a). En la región existen 415,000 cabezas de ganado aproximadamente (Siglo de Torreón, 2002), que generan 820,000 t de estiércol; materia orgánica con potencial de uso agrícola (Cabrera *et al*., 1999). En el año 2001 se establecieron 18,000 ha de maíz forrajero, con un rendimiento de 785,000 t de forraje verde y un rendimiento promedio de 43.8 t ha^{-1} (Siglo de Torreón, 2002). No obstante, la escasez de agua es uno de los principales problemas en la Laguna para la producción agrícola. Por otra parte, esta región presenta suelos degradados física, química y biológicamente a causa del uso irracional de agroquímicos. Aunado a la poca importancia que se ha dado a la conservación del suelo como recurso natural no renovable, el cual es afectado por el uso inadecuado y excesivo de maquinaria agrícola (Martínez *et al*., 2004).

La labranza de conservación representa una alternativa para enmendar los suelos, ya que este sistema de labranza reduce las pérdidas de suelo y agua. Este tipo de labranza corresponde a una forma de labranza de no-inversión, que mantiene residuos de cosecha sobre la superficie a diferencia de la labranza convencional (Cox *et al*. 1990). Además, la labranza de conservación es considerada como un sistema que mantiene la rugosidad en el suelo, controla la erosión y logra una buena relación suelo-agua (Allmaras y Dowdy, 1985). Asimismo, este tipo de labranza provoca cambios positivos en las propiedades físicas de los suelos (Luttrel, 1977), por lo que, al establecer la labranza de conservación, en regiones con escasez de agua y degradación física en sus suelos, es factible que la capacidad de retención de humedad aumente y la compactación disminuya. En este contexto, resulta de interés analizar cómo se comportan las propiedades físicas de suelos de la Comarca Lagunera al ser sometidos al sistema de labranza de conservación.

Por lo anterior, los objetivos del presente trabajo fueron aplicar dos sistemas de labranza (convencional y de conservación) con la adición de abonos orgánicos y fertilizantes químicos, y evaluar su efecto sobre algunas propiedades físicas (retención de humedad y compactación) de un suelo de la Comarca Lagunera y el rendimiento de maíz forrajero.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

El experimento se instaló durante el ciclo agrícola primavera-verano del 2003 en el campo experimental del SIGA-ITA 10, km 7.5 de la carretera Torreón–San Pedro, en el ejido Anna, municipio de Torreón, Coahuila, México. Entre los 26° 30' N y 104°35' W, con una altitud de 1100 m.

Clima. El clima de la región según la clasificación de Köeppen modificado por García (1981) es un BWhw(e) que se caracteriza como seco desértico a estepario cálido con lluvias en verano e invierno frió y seco; con una precipitación total anual de 258 mm y una temperatura media anual de 21°C. La evaporación total anual es de 2000 mm, siendo el lapso comprendido entre mayo y agosto él más caluroso del año, mientras que los meses de diciembre y enero son los mas fríos.

Vegetación. En esta zona la vegetación predominante está conformada por diferentes comunidades de matorral xerófilo; en las mesetas el tipo dominante es matorral desértico rosetófilo, y en las planicies las comunidades vegetales corresponden a diferentes formas de mezquitales (PAIR-UNAM, 1997).

Suelos. Las subunidades de suelos dominantes en la región son: Xerosoles háplicos y calcáricos, de textura media (migajón-arcillosos), con una capacidad de campo (CC) de 34.5% y un porcentaje de marchitamiento permanente (PMP) de 18.1 % y densidad aparente entre 1.14 y 1.3 g cm^{-3} (FAO/Unesco, 1976).

Hidrología. En la zona las principales fuentes hidrológicas son los ríos Nazas y Aguanaval, contando con dos presas de almacenamiento: Lázaro Cárdenas con capacidad de 2 732. 9 millones de m^3 y la Francisco Zarco con 358 millones de m^3 (SARH, 1992).

Metodología

Siembra y Variedad. La siembra se realizó el 11 de abril del año 2003, el cultivo se estableció a una distancia entre surcos de 0.75 m y 0.20 m entre plantas, con una población de 66, 000 plantas por hectárea, la variedad que se utilizo fue la S-806, genotipo usado en la zona por ser de gran potencial forrajero (Núñez *et al.*, 2003); la parcela experimental total tuvo una dimensión de 2304 m^2 que corresponden a 32 unidades experimentales de 8 m * 9 m.

Tratamientos. Se aplicaron dos sistemas de labranza; uno tradicional (Lt) que consistió en un paso de arado y dos de rastra, y otro de conservación (Lc) donde se dio un paso de rastra. En cada sistema se adicionaron tres niveles (20, 40 y 60 t ha^{-1}) de estiércol bovino; y una dosis de fertilizante químico con formulación 120-60-00 (kilogramos de N, P y K respectivamente), que corresponde la dosis recomendada para la región (SAGAR, 1999b). Al

combinar los sistemas de labranza con el abono orgánico y el químico se tuvieron como resultado ocho tratamientos: T1= Lt+20; T2= Lt+40; T3= Lt+60; T4= Lt+120-60-00; T5= Lc+20; T6= Lc+40; T7= Lc+60 y T8= Lc+120-60-00.

Aplicación de riegos. Los riegos se aplicaron según lo establecido por el plan operativo del cultivo del maíz utilizando un sistema de multi-compuertas con láminas de 13 cm aplicándose el primer riego el 29 de marzo y el quinto el día 21 de junio, con intervalos de 18 a 20 días (SAGAR, 1999b).

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

Modelo: $Yijk = \mu + \beta j + Tj + \in ijk$

Variables de estudio. Se determinaron cuatro variables: 1) la humedad de campo del suelo (HC) en tres fechas diferentes durante el ciclo de cultivo (21 de abril, 28 de mayo y 23 de junio) y a tres profundidades distintas (0-15, 15-30, y 30-45 cm); 2) la compactación, al inicio y al final del ciclo en las capas que van de 0-15 y de 15-30 cm de profundidad; 3) la resistencia al corte, al final del ciclo (a dos profundidades 0-15 y 15-30 cm); y 4) el rendimiento de forraje verde (en la cosecha).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Humedad en el suelo

Los contenidos de humedad de campo (HC) tuvieron variación con respecto al tiempo de toma de muestra. El tratamiento T7 (Cuadro 1) fue el que presento los mayores contenidos de HC en las capas de 0-15, 15-30 y 30-45 cm de profundidad (21.04, 20.32 y 19.81%), donde al menos un tratamiento es diferente a los demás. Este resultado se debe a que la labranza reducida favorece la conservación de humedad en suelos cultivados (Navarro *et al.,* 2000 y Mora *et al.,* 2001). Por otra parte, Phillips *et al*. (1980) indican que, en suelos de la unidad de los Xerosoles, con sistemas de labranza de conservación se tiene una mayor retención de humedad, debido a la reducción de perdidas de agua por la cobertura vegetal sobre el suelo; además, ayudan a reducir la erosión y la evaporación de la humedad (Smart y Bradford, 1996).

Asimismo, la retención de humedad en capas profundas se incrementa (de 9 a 23%) cuando se utiliza labranza de conservación, en comparación al arado de cinceles (Byron *et al*., 2004), y en consecuencia se hace un eficiente uso de agua (Onstad y Ottbery, 1979).

Cuadro 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza para humedad, compactación, resistencia

Compactación del suelo

Los resultados muestran que no existe diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 1) en las dos profundidades. Para 0–15 cm los valores más bajos de compactación se encontraron en los tratamientos 7 (Lc + 60 t ha^{-1} de estiércol) y 3 (Lt + 60 t ha^{-1} de estiércol) 206.93 y 207.55 lb pul^2 respectivamente. En 15–30 cm los valores más bajos se aprecian en los tratamientos 7 (Lc + 60 t ha^{-1} de estiércol) y 5 (Lc + 20 t ha^{-1} de estiércol) con 215.04 y 217.02 lb pul^2 (Figura 1). A este respecto Lutrel *et al*. (1977) y Barraclough *et al*. (1991) mencionan que al aplicar labranza de conservación con diferentes niveles de cobertura se alcanza una mayor porosidad y por ende menor compactación en el suelo.

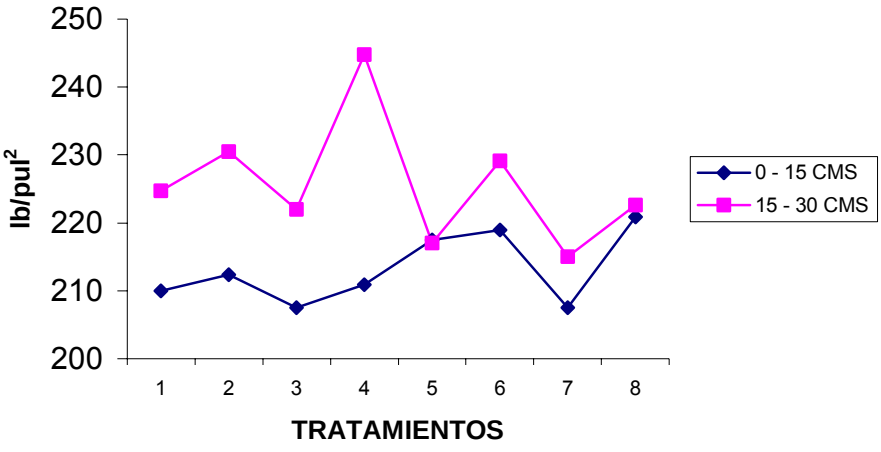


Figura 1. Compactación del suelo en el cultivo de maíz forrajero. Torreón, Coahuila, México. 2003.

Resistencia al corte

En marco de esfuerzo torcional (resistencia al corte), se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 1). El tratamiento 4 (Lt + fertilización química) presento el valor mas bajo (32.875 kg fuerza) seguido de los tratamientos 7 y 8 (Lc + 60 t ha^{-1} de estiércol y Lc + fq) con valores de 33.00 y 35.125 kg fuerza respectivamente. Sin embargo, debe considerarse que

la prueba de medias del Cuadro 2 indica que estos tratamientos (4, 7 y 8) son estadísticamente iguales. Los resultados para los tratamientos 7 y 8 (Lc + 60 t ha^{-1} de estiércol y Lc + fq) se deben a la menor inversión del terreno ya que la resistencia del suelo se reduce con el menor laboreo (Rivas *et al*., 1998); y al uso de maquinaria excesivo sobre el suelo que tiende a destruir la estructura, la porosidad y aumentar la compactación (Bahman y Power, 1999). Lo anterior coincide con Schwab *et al*. (2002) quienes encontraron que el menor índice de cono o menor compactación correspondió a tratamientos de no inversión de suelo (labranza cero) con un valor de 340 kg fuerza y él más alto fue para el tratamiento de labranza convencional con 498.7 kg fuerza.

Cuadro 1. Efectos estadísticos y comparación de medias de humedad, compactación, resistencia al corte y rendimiento en verde el cultivo de maíz forrajero SIGA-ITA 10 Torreón, Coahuila. México. 2003.

TRATAMIENTOS	T7(Lc+60 t)	T6(Lc+40 t)	T5(Lc+20 t)	T3(Lt+60 t)	T1(Lt+20 t)	T3(Lt+40 t)	T8(Lc+fq)	T4(Lt+fq)
HUMEDAD	21.0375a	18.9195b	18.5310b	16.6775c	15.6340c	14.8625d	14.6870d	12.8095e
COMPACTACION	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N. S.	N.S.	N.S.
RESISTENCIA	T2 (Lt+40 t)	T1(Lt+20 t)	T3(Lt+60 t)	T5(Lc+20 t)	T6(Lc+40 t)	T8(Lc+fq)	T7(Lc+60 t)	T4(Lt+fq)
AL CORTE	42.125a	38.375a	37.375ab	37.000ab	36.125ab	35.125b	33.000b	32.875b
RENDIMIENTO	T6(Lc+40 t)	T7(Lc+60 t)	T2(Lt+40 t)	T8(Lc+fq)	T1(Lt+20 t	T5(Lc+20 t)	T3(Lt+60 t)	T4(Lt+fq)
DE FORRAJE	101.98a	89.60b	86.12b	79.84b	79.74b	76.82b	72.24c	59.09c

* medias con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05.

Rendimiento

El rendimiento de forraje mostró diferencia por efecto de tratamientos (Cuadro 1). El tratamiento 6 (Lc con 40 t ha^{-1} de estiércol) tuvo un rendimiento de 101.98 t ha^{-1} , seguido en orden de importancia por los tratamientos 7, 2, 8, 1 y 5 con 89.6, 86.12, 79.84, 79.74 y 76.82 t ha^{-1} respectivamente (Cuadro 2). El menor rendimiento (59.09 t ha^{-1}) se obtuvo con el tratamiento 4 (Lt con fertilización química). Lo anterior, coincide con lo que reporta Bahman *et al.* (2004) quienes encontraron que los mayores rendimientos de forraje verde en maíz fueron con dosis de estiércol que variaron de 60 a 120 t ha^{-1} . Al respecto, Magdoff (1978) indicó que el estiércoles de distintas especies y contenidos, se descomponen en diferentes rangos de tiempo.

Lo anterior se debe a que los desechos orgánicos se mineralizan de 50 a 60 % en el primer año y la mineralización decrece en los años subsecuentes; proceso que tiene una duración de cinco años aproximadamente. No obstante, el efecto en el suelo se puede observar a partir del primer año de aplicación, independientemente del abono orgánico de que se trate, razón por la cual tiene influencia en el rendimiento de un cultivo.

CONCLUSIONES

El contenido de humedad del suelo en las diferentes profundidades mostró que los tratamientos de labranza de conservación y dosis de 40 y 60 t ha^{-1} de estiércol bovino fueron los que mostraron la mayor retención de humedad.

Para compactación del suelo no existió diferencia entre tratamientos en las dos profundidades (0 – 15 y 15 – 30 cm).

La resistencia al corte presentó diferencias, siendo el tratamiento 4 con valor de 32.875 kg fuerza estadísticamente igual al 7 y 8 (Lc + 60 t ha^{-1} de estiércol y Lc + fq).

Para rendimiento de forraje el tratamiento 6 (Lc + 40 t ha^{-1}) presento el mayor rendimiento con 101.98 t ha^{-1}, el rendimiento mas bajo (59.09 t ha^{-1}) se obtuvo con el tratamiento 4 (Lt + fertilización química), siendo el tratamiento 8 (Lc + con fertilización química) superior a este en 20.79 t ha^{-1} de forraje verde.

Se concluye que la labranza de conservación mejora las características físicas del suelo evaluadas y esto se reflejo en mejores condiciones para la siembra y repercutió en un adecuado rendimiento de forraje, superior al promedio de 43.8 t ha^{-1} que se obtiene en la región.

BIBLIOGRAFÍA

Allmaras, R. R. and R. H. Dowdy. 1985. Conservation tillage systems and their adoption in the United States. Soil & Tillage Res. 5: 197-222.

Bahman, E. and J. F. Power. 1999. Composted and no-composted manure application to conventional

and no-tillage systems: corn yield and nitrogen uptake. Agron. J. 91:819-825.

Bahman, E., D. Ginting and J. E. Gilley. 2004. Residual Effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. Agron. J. 96:442-447.

Byron, J. H., B. G. Young and S. K. Chong. 2004. Weed management in strip tillage corn. Agron. J. 96:229-235.

Barraclough, P. B., A. H. Weir and H. Kuhlmann. 1991. Factors affecting the growth and distribution of winter wheat roots under UK field conditions. Pp. 410.417. *In*: B. I. McMichael y H. Person (eds.). Plant roots and their environment. Proceedings of an ISSR symposium, 21-26 August, 1988, Upsala, Sweden. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Cabrera, Moreira S., C. Pérez O., E. Pla R., J. Domínguez B. y E. O. Abreu. 1999. Influencia de la materia orgánica sobre los índices estructurales fundamentales de un vertisol y los rendimientos de caña de azúcar. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 8: 55-58.

Cox, W.J., Zobel, R.W., Van, H., and D.J. Otis. 1990. Tillage effects on some physical and corn physiological characteristics. Agron. J: 82: 806-817.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen para adaptarlo a las condiciones climáticas de la republica mexicana. Offset larios. Tercera Edición. México, D. F.

FAO-UNESCO. 1976. Mapa mundial de suelos. 1:5 000 000. Volumen 1 Leyenda. 59 p.

Luttrel, D. H., C. W. Bockhop and W. G. Lovely. 1977. The effect of tillage operations on soil physical conditions. ASAE. 64: 103-107.

Magdoff, F. R. 1978. Influence of manure application rates and continuous corn on soil-N. Agron. J. 70:629-632.

Martínez, R de C. E., H. Barrón R., J. D. López M. y R. Valdez C. 2004. Comportamiento de la compactación y humedad del suelo en función de los implementos de labranza. Terra. 22:35-40.

Mora, G. M., V. M: Ordaz Ch., J. Z. Castellanos R., A. Aguilar S., F. Gavi R. y V. Volke H. 2001. Sistemas de labranza y sus efectos en algunas propiedades fisicas en un vertisol después de cuatro años de manejo. Terra. 19: 67-74.

Navarro, B. A., B. Figueroa S., V. M. Ordaz Ch. y F. V. González C. 2000. Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo de maíz y fríjol. Terra. 18: 61-69.

Núñez, H. G., E. F. Contreras G. y R. Faz C. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. Técnica Pecuaria Mexicana. 41:37-48.

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.

Onstad, C. A. and M. A. Otterby. 1979. Estimating the effects of cropping. Tillage and erosion control practices over large areas. ASAE 64:111-115.

PAIR-UNAM. 1997. Programa de desarrollo regional sustentable del semidesierto. SEMARNAP. Durango, Durango, México.

Phillips, R. E., R. L. Blevings., G. W. Thomas., W.W. Frye and H. Phillips. 1980. No-tillage agriculture. Science. 208: 1108-1113.

Rivas, E., M. Rodríguez y U. Manrique. 1998. Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y el rendimiento de maíz en los llanos altos del estado Monagas. Agron. Trop. 48: 157-174.

SARH. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1992. Estadísticas de la producción agropecuaria y forestal 1991. Lerdo, Durango, México. 221 p.

SAGAR. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1999a. Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Lerdo, Durango, México.

SAGAR. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1999b. Paquetes tecnológicos y costos de producción de los principales cultivos de la Comarca Lagunera. Lerdo, Durango, México.

Schwab, E. B., D. W. Reeves., C. H. Burmester, and R. L. Raper. 2002. Conservation tillage systems for cotton in the Tennessee Valley. Soil Science Soc. Am. 66:569-577.

Siglo de Torreón. Suplemento estadístico de la Región Lagunera 1° de enero del 2002.

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.

COMPACTACIÓN Y CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DE DOS SUELOS EN LA REGIÓN LAGUNERA

Moreno-Seceña Juan Carlos [1], Martínez Rubìn de Celis Enrique [2], Andrade Sánchez Pedro [3],López Martínez Jose D.[4]

[1]Estudiante de Maestría en Suelos, del Instituto Tecnológico de Torreón Coahuila; México. E mail: suelosit@gmail.com [2]Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón Coahuila; México.[3] Investigador del INIFAP, Matamoros Coahuila; México. [4]Profesor-Investigador FAZ-UJED, Venecia, Dgo.

INTRODUCCIÒN

El fenómeno de la compactación del suelo induce a la degradación del mismo, se estima que afecta a 68 millones de hectáreas en el mundo (Radford *et al*., 2001). SEMARNAP (1999), afirma que la compactación del suelo representa aproximadamente el 0.28% del total de las causas por el cual se degradan los suelos en México. En la Comarca Lagunera existe un problema en el manejo del suelo provocando compactación que afecta alrededor de 35,000 ha (Andrade *et al.,* 2004). Sin embargo, ante esta problemática no existe el interés ni la tecnología para atenderla.

La compactación es provocada por el uso inadecuado de maquinaria, induce a la destrucción de la estructura y la reducción del espacio poroso del suelo. Lo anterior trae como consecuencias que el suelo oponga mayor resistencia a su penetración y a su corte, así como la reducción de la conductividad hidráulica del suelo sobre sus capas.

Se tienen limitados avances tecnológicos, ya que en la actualidad la compactación es estimada por medio de índice de cono a través de técnicas de penetrometría. Lo anterior mide la resistencia a la penetración del suelo, por lo que resulta interesante medir las fuerzas en forma horizontal, ya que las raíces de las plantas y el movimiento del agua son en varios sentidos, para ello; la Universidad de California ha utilizado un sensor de compactación (SCPS), el cual mide la fuerza al corte del suelo en forma horizontal.

El objetivo planteado en el presente trabajo fue determinar el comportamiento de la compactación y la conductividad hidráulica de dos suelos de la región Lagunera con diferencias texturales, en función de condiciones de tráfico y no tráfico de maquinaria con tres niveles de humedad y tres estratos de profundidad. Así como determinar la relación existente entre la compactación y la conductividad hidráulica del suelo.

MATERIALES Y MÈTODOS

El experimento se realizó en los lotes experimentales 11 y 13 del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias de Matamoros Coahuila (INIFAP-Matamoros), ubicado en el km 17.5 de la carretera Torreón – Matamoros. El INIFAP campo Matamoros se ubica en las coordenadas geográficas de 103° 14' de longitud oeste al meridiano de Greenwioch y 25° 32' de latitud norte con una altura de 1120 msnm. El trabajo se llevó acabo en los meses de enero - julio de 2005. La superficie de cada lote experimental fue de 4840 m^2, con 110 m de largo x 44 m de ancho. El proyecto se dividió en dos fases operativas.

La primera fase llamada **fase previa**, inició con la caracterización textural de cada lote obtiendose una textura arcillosa para el lote 11 y una textura de migajón-arenosa para el lote 13, ambos suelos Xerosol Háplico. Una vez seleccionados los dos sitios experimentales, se procedió a su preparación y acondicionamiento, llevando acabo las labores de preparación del suelo como son: barbecho, rastreado, surcado y bordeado. Después se ubicaron los tratamientos intercalando surcos de tráfico y no tráfico, a los de tráfico se procedió a pasar un tractor ligero modelo Jhon Deer de tracción trasera de 3750 kg. El número de pasadas fueron dos con un contenido de humedad para el arcilloso de 17.5% y el migajón-arenoso de 7.78%. Después de esto se procedió al riego de las unidades experimentales con el fin de proveer humedad al suelo para después actuar con las mediciones en campo en diferentes momentos, considerando tres diferentes contenidos de humedad. Para llevar acabo las mediciones de la compactación en campo fue necesario construir y diseñar un implemento al cual se le llamó bastidor (Figura 1). El anterior permitió medir a través del SCPS y penetrómetros la determinación in-situ en tiempo real del esfuerzo al corte e índice de cono utilizando poder mecánico hidráulico (tractor).

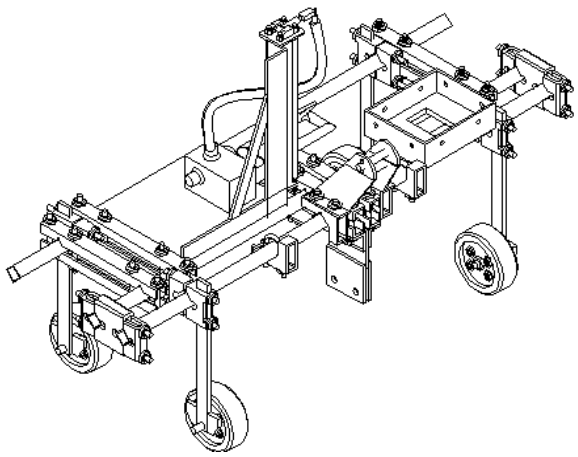


Figura 1. Bastidor para medir las fuerzas físico-mecánicas del suelo.

Para logar los objetivos planteados en la presente investigación, se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas, seleccionando el factor A (Condición) para la parcela grande, el factor B (Humedad) para la mediana y el C (Profundidad) para la chica, con cinco repeticiones para cada lote experimental como se describe en el Cuadro 1.

Las variables evaluadas (dependientes) fueron: índice de cono, esfuerzo al corte y la conductividad hidráulica, recordando que las dos primeras dan una estimación de la compactación del suelo; en cuanto a la conductividad hidráulica solo se consideraron dos niveles de profundidad; P1: 0-15 y la P2: 15-30 cm.

Cuadro 1. Descripción de los factores en estudio y sus niveles considerados.

Lotes experimentales en estudio	**Factores en estudio**		
	A Condición	B Humedad (%)	C Profundidad (cm)
Lote 11	**C1:surco traficado** **C2:surco sin tráfic**	H1: 24.25 H2: 15.62 H3: 13.10	P1: 0 -15 P2: 15 -30 P3: 30- 40
Lote 13	**C1: surco traficad** C2:surco sin tráfico	H1: 9.01 H2: 8.56 H3: 7.68	P1: 0 -15 P2: 15 -30 P3: 30- 40

La segunda fase denominada **fase experimental**, consistió en medir las variables en estudio, dichas mediciones se realizaron en el campo sin cultivo, primero se determinó la conductividad hidráulica con el apoyo del permeámetro de Guelph (Figura 2), para los cálculos de la conductividad hidráulica saturada de campo se utilizó el método especificado en el manual de instrucciones de operación 2800KI con una carga de agua de 5 y 10 cm (Ostrowski, 2004). Seguido después se determinó el índice de cono, bajo los estándares ASAE EP542, S313.3 usandose el cono con una base de 129 mm^2. Las lecturas del penetrómetro de cada punto a su tres profundidades se graficaron 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 compactación “SCPS” (Figura 3) para medir el ezfuerzo al corte que fue la última variable

medida. Para ambos lotes experimentales, los transectos de camino fueron realizados a una velocidad promedio de 1.02 m/s, y la profundidad de operación fué de 37.5 cm.

Figura 2. Permeámetro de Guelph.
Fuente : S. K. Upadhyaya (2005)

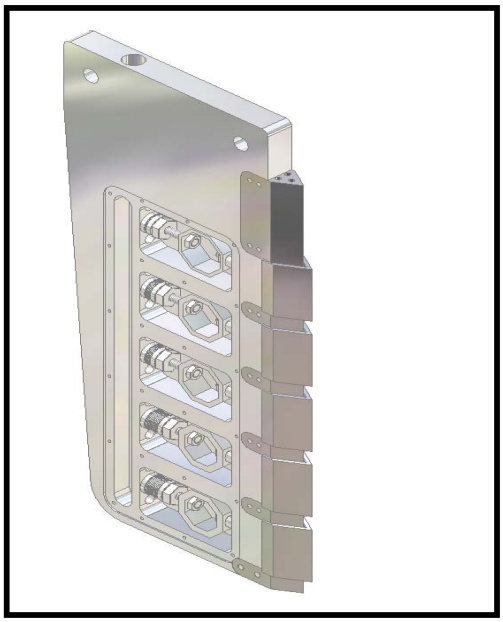


Figura 3. SCPS.

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan en los Cuadros 2, 3 y 4 el Análisis de Varianza para Índice de Cono, Ezfuerzo al Corte y Conductividad Hidráulica, para los lotes en 11(arcilloso) y 13 (Migajón arenoso).

Cuadro 2. Análisis de varianza para el índice de cono en (MPa) de dos lotes experimentales ambos en dos condiciones de tráfico a tres niveles de humedad y tres profundidades de exploración, en la Región Lagunera.

FV	GL	Cuadrados medios	
		LOTE 11	LOTE 13
BLOQUES	4	2.140**	0.205n.s
FACTOR A (Condición)	1	0.210*	0.051n.s
FACTOR B (Humedad)	2	4.492**	0.532n.s
FACTOR C (Profundidad)	2	24.496**	6.434**
A X B X C	4	0.128n.s	0.026n.s
C.V. (%)		18.19	22.93

*Diferencias significativas al 0.05% de probalidad
**Diferencias significativas al 0.01% de probabilidad
n.s. Diferencia no significativa

Cuadro 3. Análisis de varianza para el esfuerzo al corte en (kN) de dos lotes experimentales ambos en dos condiciones de tráfico a tres niveles de humedad y tres profundidades de exploración, en la Región Lagunera.

FV	GL	Cuadrados medios	
		LOTE 11	LOTE 13
BLOQUES	4	0.3756**	0.0286*
FACTOR A (Condición)	1	9.7106**	0.1911**
FACTOR B (Humedad)	2	57.7061**	2.1283**
FACTOR C (Profundidad)	2	106.4990**	32.0323**
A X B X C	4	6.1479**	0.0403**
C.V. (%)		13.51%	5.72%

*Diferencias significativas al 0.05% de probalidad
**Diferencias significativas al 0.01% de probabilidad
n.s. Diferencia no significativa

Cuadro 4. Análisis de varianza para la conductividad hidráulica saturada (cm/h) de dos lotes experimentales ambos en dos condiciones de tráfico a tres niveles de humedad y dos profundidades de exploración, en la Región Lagunera.

FV	GL	Cuadrados medios	
		LOTE 11	LOTE 13
BLOQUES	4	1.364n.s.	2.713n.s.
FACTOR A (Condición)	1	0.177n.s.	9.912n.s.
FACTOR B (Humedad)	2	3.042*	1.964n.s.
A X B	2	0.349*	1.094n.s.
FACTOR C (Profundidad)	1	6.398**	12.530**
A X B X C	2	0.397n.s.	4.169n.s.
C.V. (%)		65.42	66.72

*Diferencias significativas al 0.05% de probalidad
**Diferencias significativas al 0.01% de probabilidad
n.s. Diferencias no significativas

Con base a los cuadros anteriores se observa para el caso del indice de cono, que el tráico no causó diferencias significativas para el suelo de textura migajón arenosa (lote 13), sin embargo para el lote de textura arcillosa el tráfico si logró causar diferencias significativas. Lo anterior debido a que un suelo de textura fina es mas susceptible a la compactación que un suelo de textura gruesa, ya que el primero tiene propiedades trasmisibles de las fuerzas mecánicas (Mc Nabb *et al.,*2001). Algo similar provocó la humedad, esto debido a que sus contenidos del lote 13 fueron similares, mientras que la profundidad si causó diferencias significativas en el indice de cono para los dos lotes, registrándose a mayor profundidad las mayores fuerzas a la penetración.

La variable esfuerzo al corte se vió afectada para los dos lotes experimentales, su afectación fue causada por los tres factores tanto por el efecto del tráfico, los contenidos de humedad y la profundidad, cabe señalar que los comportamientos registrados fueron que los surcos traficados provocaron los mayores esfuerzos al corte. En cuanto a la humedad, contenidos de humedad menores provocaron mayores ezfuerzos al corte, mientras que en el caso de la profundidad para los dos lotes a mayores profundidades las fuerzas captadas por el SCPS aumentaban considerablemente.

Para el caso de la conductividad hidráulica saturada mostró para los dos lotes experimentales de acuerdo a su análisis de varianza un muy alto coeficiente de variación, cifrándose en 65.42 % para el lote 11 y 66.72 % para lote 13 , sin embargo González *et al.* (2002) después de encontrar datos similares citan que son valores que se encuentran dentro del rango normal según la bibliografía, ya que esta manifiesta que es un echo que la conductividad hidráulica saturada es uno de los parámetros más variables del suelo. Los coeficientes de variación encontrados son entendidos ya que se trató de dos lotes con texturas contrastantes, con lo cual nos indican que ambos lotes por naturaleza física poseen cambios significativos en todas las dimensiones del perfil del suelo; ya que algunos suelos arenosos, poseen una estructura muy variada en sus capas internas, debido a la presencia de canalillos y poros en forma continua formando canales que pueden contribuir significativamente a la conductividad hidráulica del subsuelo. Sin embargo aún así el tráfico – humedad en el lote 11 (Cuadro 5) causaron diferencias sobre esta variable.

Cuadro 5. Concentración y comparación de medias de la interacción entre el factor A (condición) y el factor B (Humedad) del lote 11, para la variable conductividad hidráulica (cm/h); DMS p< 0.05.

FACTOR A	**FACTOR B Humedad (%)**		
Condición del surco	24.25	15.62	13.10
Traficado	(ii)1.4175a	(ii) 0.9751b	(i) 0.6343c
Sin tráfico	(i)1.6211a	(i) 1.2879b	(i) 0.6441c

***** Letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas en el sentido horizontal (comparación del factor B en el mismo nivel A).

( ) Números romanos diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas en el sentido vertical (comparación del factor A en el mismo nivel B).

De acuerdo con el cuadro anterior la conductividad hidráulica en el suelo arcilloso se vió afectada por el efecto del tráfico al interactuar con la humedad, ya que surcos traficados con contenidos de humedad más bajos reducen su conductividad hidráulica, esto es debido a que las arcillas poseen caráteristica de contracción al perder humedad, y al contraerse un suelo que ya fue sometido al tráfico de maquinaria sus efectos sobre la conductividad hidráulica son más severos. Esto es después de que se observó que que la mayor conductividad hidráulica se dió en los surcos sin tráfico con un contenido de humedad del 24.25% cifrando valores medios correspondientes a 1.621 cm/hr; sin embargo, los valores más bajos se registraron en surcos traficados con el contenido de humedad más bajo registrando valores medios correspondientes a 0.634 cm/hr.

La profundidad también causó diferencias sobre la conductividad hidráulica en los dos lotes (Cuadros 6 y 7).

Cuadro 6. Concentración y comparación de medias del factor C (Profundidad) del lote 11, para la variable conductividad hidráulica (cm/h); DMS p< 0.05.

FACTOR C Profundidad (cm)	MEDIA
0 – 15	1.456a
15 – 30	0.803b

***** Letras diferentes muestran diferencias estadísticamente

Cuadro 7. Concentración y comparación de medias del factor C (Profundidad) del lote 13, para la variable conductividad hidráulica(cm/h); DMS p< 0.05.

FACTOR C Profundidad (cm)	MEDIA
0 – 15	2.286a
15 – 30	1.372b

***** Letras diferentes muestran diferencias estadísticamente

Para entender la correspondencia entre los comportamientos de la compactación y la conductividad hidráulica del lote de textura arcillosa y amigajón arenosa, se presentan en los Cuadros 8 y 9 dichos comportamientos, donde se observa que existe una correspondencia entre los datos de salida del Indice de cono y el ezfuerzo al corte (SCPS) para los dos lotes. La anterior relación nos dan una estimación de la compactación lo cual se observa que cuando estas fuezas aumentan, disminuye la conductividad hidráulica de los suelos, aunque estas fuerzas aumentan también debido a que la profundidad de exploración también aumenta, aunque realmente el efecto del tráfico se demuestra en el lote 11 arcilloso.

Cuadro 3. Correspondencia entre las fuerzas de compactación del suelo (I.C. y Ezfuerzo al corte) y la conductividad hidráulica para el lote 13 migajón arenoso.

	Surcos Traficados			Surcos sin Tráfico		
Prof. (cm)	**I.C. (Mpa)**	**SCPS (kN)**	**C.H. (cm/hr)**	**I.C. (MPa)**	**SCPS (kN)**	**C.H. (cm/hr)**
0-15	0.77	0.42	1.87	0.77	0.48	2.26
15-30	1.12	2.00	1.10	1.11	1.94	1.79

Cuadro 4. Correspondencia entre las fuerzas de compactación del suelo (I.C. y Ezfuerzo al corte) y la conductividad hidráulica para el lote 11 arcilloso.

	Surcos Traficados			Surcos sin Tráfico		
Prof. (cm)	**I.C. (Mpa)**	**SCPS (kN)**	**C.H. (cm/hr)**	**I.C. (MPa)**	**SCPS (kN)**	**C.H. (cm/hr)**
0-15	0.96	0.42	1.66	0.92	0.50	1.25
15-30	2.29	3.61	0.49	2.21	1.86	1.11

CONCLUSIONES

1) Al aumentar la compactación de un suelo la conductividad hidráulica disminuye, esto en relación a que el tráfico afecta la conductividad hidráulica de los suelos; siendo menor la conductividad hidráulica en un suelo arcilloso que arenoso.
2) La conductividad hidráulica representa una de las características físicas más variables , que depende de muchos factores característicos del suelo.

BIBLIOGRAFÌA

Andrade, P. 2004. Situación de la compactación en la Región Lagunera. Campo experimental La Laguna Informe técnico de investigación del CELALA-CIRNOC-INIFAP. Matamoros, Coahuila.

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.

González, P. ; A.I. Thonon; F. C . Bertolani; C. M. Taboada, V. E . Vidad y J. D . Dafonte.2002. Variabilidad espacial de la Infiltración de una ladera determinada con permeametro de Guelph e infiltrómetro de tensión. Temas de investigación de la zona no saturada. Disponible en: http://www.unavarra.es/directo/congresos/apoyo/jzns/12.pdf. (verificado el 5 de febrero de 2005).

McNabb, D.H., A. D. Startsev and H. Nguyen. 2001. Soil Wetness and traffic level effects on bulk density and air-filled porosity of compacted boreal forest soils. Forest Resources, Alberta Research Council, Vegreville, AB, Canada. En: Soil Sci. Soc. Am. J. 65: 1238-1247.

Ostrowski, K. M., Boll, J. and E. S. Brooks. 2004. A hillslope-scale experiment to determine the presence of a plow-pan under conservation tillage. ASAE Paper No. PNW04-1003.

Radford, B.J., D. McGarry, C. Playford. 2001.Crop Responses to applied soil compaction and to compaction repair treatments. Queensland Deparment of Natural Resources and Mines. Australia. Elsevier Sciense, Soil and Tillage Research 61 (2001) 157-166.

SEMARNAP,1999. La Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre. Inventario Nacional de Suelos, Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos.

CILANTRO *Coriandrum sativum* L. CON ALGAENZIMS Y ÁCIDOS HÚMICOS PARA REDUCIR EL ESTIÉRCOL APLICADO AL SUELO

José Hernández-Dávila[1], V. Robledo-Torres[1], K. De Alba-Romenus[2], M. E. Vázquez-Badillo[3], R. Mendoza-Villarreal[4], E. Bacópulos-Téllez[1]

[1]Departamento de Horticultura. División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Domicilio Conocido, Buenavista, Saltillo, Coahuila. e – mail: jhdavila@axtel.net
[2]Departamento de Informática. División de Ingeniería. UAAAN. Dom. Conocido, Saltillo, Coahuila.
[3]Centro Nacional de Teconolgía de Semillas. División de Agronomía. UAAAN. Domicilio Conocido, Buenavista, Saltillo, Coahuila.
[4]Departamento de Ciencias Básicas. División de Ingeniería. UAAAN. Dom. Conocido, Saltillo, Coahuila.

INTRODUCCIÓN.

Para cultivar el cilantro *Coriandrum sativum* L. y obtener altos rendimientos, se requieren suelos fértiles de mediana consistencia, profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica (MO) y exposición soleada (Maroto, 1989). En la República Mexicana entre 1991 y 1998, se cultivaron en promedio 8000 ha anuales con rendimiento de 12.8 ton ha^{-1} (INPOFOS, 1999). En el Noreste de México, durante 2001 se sembraron 543 ha con producción de 21.3 ton ha^{-1} (Anónimo, 2002). Sin embargo, en ésta región, uno de los principales problemas al que se enfrentan los productores de cilantro es al movimiento de grandes cantidades de estiércol bovino, hasta 40 ton ha^{-1}, para aplicar al suelo donde se cultivará ésta especie (Hernández, 2003). Aplicación que se realiza para incrementar el rendimiento que se debe al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas, y al importante papel que juega el abono orgánico en la oxidación y reducción de los elementos esenciales haciéndolos más aprovechables por las plantas (Cepeda, 1991). En diferentes partes de México el uso del estiércol se prefiere sobre el uso de fertilizantes químicos, por ser fuente de nutrientes, acondicionador del suelo y tener efecto residual (Ortiz, 1984). De acuerdo con Canales (1999) una alternativa para disminuir la cantidad de estiércol que se aplica al suelo es utilizar las algas marinas o sus derivados que aportan un complejo enzimático, diverso y cuantioso, que efectúa cambios en las plantas y en el suelo. En las plantas mejoran su nutrición y activan sus funciones fisiológicas que se traducen en: incremento del crecimiento, precocidad, vigor e incremento del rendimiento y la calidad. En el suelo: mejoran la textura, la estructura, ajustan el pH, incrementan la porosidad, propician la desalinización e incrementan la MO y la capacidad de intercambio de cationes (CIC).

Los ácidos húmicos son otra opción para disminuir la aplicación de estiércol al suelo. En México con el auge de la agricultura sustentable, el uso de substancias húmicas en los cultivos hortícolas va en aumento, ya que producen beneficios como: formación de raíces adventicias, respiración de raíces, síntesis de proteínas e indirectamente en la disposición de elementos

nutritivos y su traslocación dentro de las plantas, estimulan el crecimiento vegetal en términos de longitud y peso fresco y seco, mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Esto, se traduce en productos con mayor calidad y valor nutritivo; además que, su empleo como sustituto de estiércol, ahorra trabajo y dinero (Alarcón, 2000; García, 2002).

En consideración a lo anterior, el objetivo de esta investigación fue reducir la cantidad de estiércol que se aplica al suelo donde se cultiva cilantro, con la aplicación de algaenzimas y ácidos húmicos, e incrementar el rendimiento de esta hortaliza.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La investigación se realizó en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) que se localiza en Saltillo, Coahuila en las coordenadas 25º 22' latitud norte y 101º 01` longitud oeste. Los suelos del lugar son de origen calcáreo, de textura migajón - arcillosa, profundidad de 25 cm, capacidad de campo de 23.22 % y porcentaje de marchitamiento permanente de 12.61 %. El arreglo de las parcelas fue de acuerdo con el diseño bloques completos al azar con seis repeticiones en el experimento 1 y 4 en los otros dos. el tamaño de la unidad experimental fue de 1.5 x 3.0 m con 0.5 m de separación entre ellas. En cada unidad se sembraron 5 surcos de 3 m de longitud y 30 cm de separación entre ellos.La investigación se desarrolló de noviembre de 1996 a marzo de 1997.

Experimento 1. Se aplicó al suelo estiércol de bovino lechero con dosis de 0, 20 y 40 t ha^{-1}; El estiércol se obtuvo del establo lechero de la UAAAN de animales con edad promedio de 3.5 años. El estiércol se aplicó al voleo dos días antes de la siembra y el mismo día, se incorporó al suelo con azadón.

Experimento 2: Se aplicó al suelo algaenzimas en dosis de 0, 0.5, 1.0 y 2 L ha^{-1}. El producto algaenzimas que se utilizó es un extracto orgánico elaborado por Palaú Bioquím S. A. de C. V. y se aplicó el día de la siembra, con auxilio de una regadera manual, para distribuir uniformemente el extracto diluido en 2 L de agua, cantidad suficiente para humedecer los surcos de siembra.

Experimento 3: Se aplicó al suelo humiplex estándar en dosis de 0, 40, 80 y 120 kg ha^{-1}. El humiplex estándar es un producto orgánico natural elaborado por el Grupo Bioquímico Mexicano que contiene ácidos húmicos y fúlvicos mas elementos menores balanceados en forma de quelatos y se aplicó al fondo del surco mezclado con 0.5 kg de tierra cribada.

En los tres experimentos las actividades comunes fueron: fertilizar con 100 kg de N y 50 kg de P_2O_5 al momento de la siembra. El agua de riego se extrajo de pozo profundo y se clasificó como de salinidad media. El número de riegos fue de 15 y se regó al 50 % de la

humedad aprovechable. La siembra se realizó el 17 de noviembre de 1996 en tierra seca. Para hacer los surcos, se utilizó un rastrillo que consta de cinco picos de madera con separación entre ellos de 30 cm. El cultivar que se sembró fue la variedad comercial Marroquí, con 100 kg ha^{-1} de semilla. Las variables medidas fueron: Tasa de crecimiento del cultivo (cm d^{-1}), se utilizó la fórmula TCC = $(AP_2 – AP_1)/(t_2 – t_1)$; donde: AP es la altura de la planta al tiempo (t) uno y dos, respectivamente; se realizaron siete mediciones de altura de planta, cada 5 días a partir de los 60 dds, al medir con regla métrica desde el cuello de la planta hasta la parte mas alta de la misma; días a cosecha, cuando las plantas de cada parcela alcanzaron de 25 a 30 cm de altura se cosecharon, y con la fecha de siembra y la fecha de cosecha se estimó esta variable; rendimiento (t ha^{-1}), se cosecharon las plantas en 1 m^2 de superficie por unidad experimental y se pesaron en balanza tipo reloj; características físico – químicas, se hicieron dos muestreos de suelo; uno, antes de aplicar los tratamientos y, otro al final de ciclo al tomar muestras de cada tratamiento y repetición del estrato 0 – 15 cm de profundidad. Después se mezclaron las muestras de suelo de todas las repeticiones por tratamiento para obtener una muestra compuesta. En laboratorio, se determinó: la conductividad eléctrica, la capacidad de intercambio de cationes, el pH, la densidad aparente, el espacio poroso y la materia orgánica.

Análisis de datos. En los tres experimentos, se realizaron análisis de varianza y en su caso comparación de medias según Tukey. Los datos se analizaron con el paquete de diseños experimentales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Tasa de crecimiento del cultivo.

En el Experimento 1 (aplicación de estiércol), los tratamientos mostraron diferencias ($P \leq 0.05$) en las dos primeras fechas de evaluación; y los tratamientos con 20 y 40 t ha^{-1} fueron superiores estadísticamente, con respecto al testigo (Tukey, 0.05). En el Experimento 2 (aplicación de algaenzimas), los análisis indicaron diferencias ($P \leq 0.01$) en cada fecha de evaluación; y, el tratamiento donde se aplicó 2 L ha^{-1} de algaenzimas fue superior hasta la 4ª fecha de evaluación, a los otros dos tratamientos donde se aplicó este producto y superior al testigo en todas las fechas evaluadas (Tukey, 0.01). En el Experimento 3 (aplicación de humiplex estándar), los tratamientos no mostraron diferencias significativas. Con la aplicación de estiércol, la respuesta del cilantro en la TCC fue por el aporte nutrimental (Ortiz, 1984; Cepeda, 1991) que hace este tipo de material sobre todo, por el tipo de suelo donde se estableció el experimento. También, estos resultados indican que la aplicación de 40 ton ha^{-1} de estiércol que se realiza en los cultivos comerciales de cilantro (Hernández, 2003) puede ser

alta, con la consecuente pérdida económica que esto implica. La influencia positiva de las algaenzimas en la TCC fue por el complejo enzimático que aportan y a los cambios inducidos en las plantas al mejorar su nutrición y activar sus funciones fisiológicas que se traducen en incremento del crecimiento (Canales, 1999). La no diferencia de la TCC por efecto de los ácidos húmicos aplicados con el humiplex estándar es probable se debe, a las dosis en estudio; es decir que, de acuerdo al tipo de suelo donde se estableció el trabajo y a la especie vegetal en estudio, se requieren dosis mayores de éste producto para estimular el crecimiento (Alarcón, 2000; García, 2002).

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de cuatro tratamientos seleccionados. En promedio, con la aplicación de 2 L ha^{-1}de algaenzimas la TCC fue 24.1, 26.6 y 118.5 % superior con respecto a la aplicación de 20 t ha^{-1} de estiércol, 120 kg ha^{-1} de humiplex estándar y el control, respectivamente. Se observó que durante el periodo evaluado, la TCC tuvo tendencia ascendente y a diferencia de lo reportado por Hernández (2003) en cilantro, no se observó la tendencia decreciente al final del ciclo; probablemente, porque en este trabajo, el periodo de evaluación no fue suficiente para detectar la desaceleración de la tendencia.

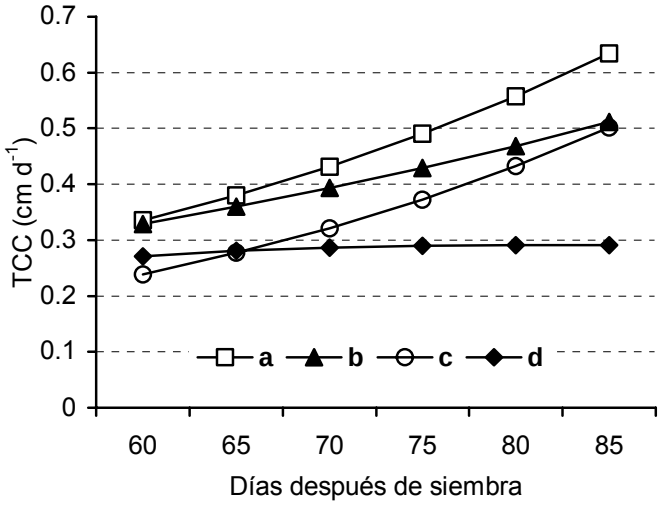


Figura 1. Tasa de crecimiento del cultivo de cilantro por efecto de algaenzimas (a = 2 L ha^{-1}), estiércol bovino (b = 20 t ha^{-1}), humiplex estándar (c = 120 kg ha^{-1}) y un testigo (d).

Inicio de cosecha.

Los tratamientos en los Experimentos 1 y 2 mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en los días a inicio de cosecha; el análisis de datos del Experimento 3, no indicó diferencias significativas. En el Experimento 1, de acuerdo con Tukey ($P \leq 0.01$), la menor cantidad de días a inicio de cosecha se obtuvo al aplicar 40 ton ha^{-1} de estiércol que superó al testigo con casi 9.0 días al momento de la cosecha; en el Experimento 2, la aplicación de 2 L ha^{-1} de

algaenzimas superó a los demás tratamientos y se lograron 10 días de anticipación a cosecha con respecto al testigo; en cambio, en el experimento 3 (aplicación de humiplex estándar), se observaron hasta 4.5 días de incremento en esta variable (Tabla 1). Los resultados obtenidos al aplicar estiércol y algaenzimas, parecen ser el efecto de los tratamientos en la TCC sobre todo, al considerar que el cilantro se cosecha al alcanzar determinada altura de planta (de 25 a 30 cm) y por tanto a mayor TCC mayor precocidad ó menor número de días a inicio de cosecha.

Tabla 1. Inicio de cosecha y rendimiento en cilantro por la aplicación de estiércol, algenzims o humiplex estándar. Los valores son promedio ± el error estándar.

TRAT	INICIO DE COSECHA (días)			RENDIMIENTO (t ha^{-1})		
	Estiércol	Algaenzims	humiplex	Estiércol	Algaenzims	humiplex
1	104.2±0.64^{z} a	104.5±0.64 a	104.0±1.58 a	25.9±0.82 b	27.8±1.14 b	28.1±1.27 b
2	99.2±1.08 b	100.2±0.63 b	105.2±2.14 a	30.2±2.13 ab	29.4±0.73 b	29.0±0.82 ab
3	95.50±0.29 c	99.5±0.86 b	105.7±2.10 a	35.5±1.91 a	30.0±0.87 b	31.7±1.22 a
4	__	94.2±0.25 c	108.5±1.19 a	__	35.5±1.21 a	31.7±1.21 a
C. V., %	1.54	1.31	2.32	8.08	2.71	3.74

TRAT = tratamiento, 1 = no aplicación de productos. 2 = 20 t o 0.5 L o 40 t por ha de estiércol. algaenzims o humiplex estandar, respectivamente, 3 = 40 t o 1.0 L o 80 t por ha de estiércol. algaenzims o humiplex estandar, respectivamente, 4 = 2..0 L o 120 t por ha de algaenzims o humiplex estandar, respectivamente. En columnas valores con la misma letra no son diferentes a una P≤ 0.01, Algas = algenzimas, t = toneladas, ha = hectárea, L = litros, kg = kilogramos, CV = coeficiente de variación.

Rendimiento.

El análisis de varianza para la producción comercial de follaje de cilantro detectó diferencias significativas (P≤ 0.01) en los tratamientos de cada uno de los tres experimentos. De acuerdo con Tukey (P≤ 0.01), se observó que en el Experimento 1, la mayor producción se obtuvo al aplicar 40 ton ha^{-1} de estiércol con casi 10 ton más que en el testigo; en el Experimento 2, la mayor producción se logró al aplicar 2 L ha^{-1} de algaenzimas con incremento de casi ocho ton; y en el Experimento 3, el rendimiento mayor se tuvo al aplicar 120 kg ha^{-1} de humiplex estándar que fue superior en 3.65 ton al testigo. En los tres experimentos, la mayor producción se obtuvo al aplicar algaenzimas con 35.48 ton ha^{-1} (Tabla 1). La respuesta positiva a la aplicación de estiércol pudo ser por que mejoró la disponibilidad y absorción de nutrientes; y mejoró algunas propiedades químicas, lo que incrementó la producción de cilantro (Ortiz, 1984; Cepeda, 1991) y coincide con los resultados de Serrato *et al*. (2002) que aplicaron estiércol bovino a zacate ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) y con 60 ton ha^{-1} se tuvo el mayor rendimiento; con los de Castellanos *et al*. (1996) que al aplicar estiércol bovino a ryegrass y maíz (*Zea mays* L.) reportaron incremento del rendimiento hasta del 33% y, con los de López *et al*. (2002) que con la aplicación de estiércol de bovino lechero a dosis de 77.54 y 56.74 ton ha^{-1} (164 y 120 kg de N, respectivamente) incrementaron en forma significativo el rendimiento de fibra de algodón (*Gossypium hyrsutum* L.).

La respuesta positiva a la aplicación de algaenzimas pudo ser por que mejoró la disponibilidad de nutrientes y activó reacciones enzimáticas (Canales, 1999) que indujeron la aceleración del metabolismo general de las plantas de cilantro, lo que al final se tradujo en incremento de la producción. Estos resultados coinciden con los reportados por Canales (1999) quien en cilantro incrementó su producción al aplicar 0.5 L ha^{-1} de algaenzimas; las diferencias observadas en relación a la dosis, pueden ser por efecto del tipo de suelo.

La respuesta a los ácidos húmicos coincide con lo que reportaron Zavala (1992) en cilantro, Chávez (1991) en chile serrano y García (2002) en maíz y lechuga, quienes lograron incrementar la producción con la aplicación de sustancias húmicas. Sin embargo, son contrarios a lo citado por García (2002) en relación a que los ácidos húmicos pueden sustituir la aplicación de estiércol. Por otra parte, los rendimientos obtenidos en este estudio superaron a la media de producción de cilantro del Noreste de México (Anónimo, 2000) y permiten reducir la cantidad de estiércol que se aplica al suelo (Hernández, 2003) ó bien, sustituirlo por la aplicación de algaenzimas.

Densidad aparente.

En los tres experimentos la Da disminuyó su valor con los tratamientos aplicados. La disminución en la Da fue de 0.09, 0.06 y 0.09 g cm^{-3} al aplicar 40 t ha^{-1} de estiércol, 2 L ha^{-1} de algaenzimas y 120 kg ha^{-1} de humiplex estándar, respectivamente. En cambio, donde no se aplicaron los productos en estudio, los valores de Da se incrementaron al final del ciclo en comparación con los valores determinados al inicio de la investigación (Tabla 2). La disminución de la Da por efecto de los tratamientos aplicados en los tres experimentos, es consecuencia del bajo peso por unidad de volumen que tiene la MO aplicada. Resultados que concuerdan con los de Dimas *et al*. (2005) quienes disminuyeron la Da del suelo al pasar de 1.35 con 20 ton ha^{-1} a 1.22 g cm^{-3} con 60 ton ha^{-1} de estiércol. También, con los de Beltrán y Cabrera (1995), Arvidsson (1998), García (2002) y Salazar *et al*. (2003) quienes reportaron que al agregar MO al suelo, mejoran sus propiedades físico – químicas al disminuir la Da.

Espacio poroso.

Como consecuencia de la disminución de la Da, en los tratamientos donde se aplicaron los productos en estudio, el espacio poroso se incrementó aunque lo hizo en un porcentaje mínimo. La porosidad disminuyó en porcentajes similares en los tratamientos control (Tabla 2). En los tres experimentos se incrementó la porosidad del suelo por qué con la aplicación de MO se provoca en el corto plazo, disminución de la Da y consecuentemente aumento en la porosidad total del suelo (García 2002; Seguel *et al*. 2003).

Materia orgánica.

En los tres experimentos la cantidad de MO en el suelo se incrementó y, el mayor aumento se tuvo al aplicar 40 ton ha^{-1} de estiércol con 1.32 % (Tabla 2). Sin embargo, en los tratamientos control la MO también se incrementó. El incremento en la MO del suelo era de esperarse por la naturaleza de los tratamientos aplicados y coincide con lo reportado por Seguel *et al*. (2003) al pasar la MO de 2.0 a 3.2% y con los de López *et al*. (2001) y los de Serrato *et al*. (2002) quienes en maíz incrementaron significativamente la MO del suelo con la aplicación de abono orgánico de bovino lechero.

Tabla 2. Resultados del análisis físico - químico del suelo antes de aplicar los tratamientos de estiércol bovino, algaenzimas y humiplex estándar y al final del cultivo de cilantro.

TRAT	Da ($g\ cm^{-3}$)		EP (%)		MO (%)		CE ($dS\ m^{-1}$)		CIC ($meq\ L^{-1}$)		pH	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
Estiércol (t ha^{-1})												
0	1.24	1.29	53.2	51.3	2.54	2.53	0.90	0.95	18.43	19.01	7.2	7.3
20	1.22	1.15	53.9	56.6	2.78	3.50	1.02	0.95	19.69	21.82	7.3	7.3
40	1.24	1.15	53.2	56.6	2.58	3.90	1.05	0.98	18.94	21.82	7.2	7.3
Algaenzimas (L ha^{-1})												
0	.12	1.15	57.7	56.6	2.51	2.84	1.03	1.00	21.76	21.91	7.1	7.2
0.5	.15	1.14	56.6	57.0	2.58	3.12	1.02	0.90	20.05	22.07	7.1	7.2
1.0	.15	1.12	56.6	57.7	2.77	3.11	1.03	0.88	20.02	21.69	7.1	7.2
2.0	.20	1.14	54.7	57.0	2.66	3.00	1.04	0.83	20.51	22.07	7.1	7.1
Humiplex estándar (kg ha^{-1})												
0	1.27	1.30	52.0	50.9	2.41	2.76	1.04	1.19	18.29	19.92	7.1	7.2
40	1.24	1.18	53.2	55.5	2.52	2.90	1.10	0.87	19.64	20.70	7.0	7.2
80	1.19	1.15	55.0	56.6	2.73	3.00	1.03	0.80	19.07	20.89	7.0	7.1
120	1.25	1.16	52.8	56.2	2.67	2.96	1.03	0.83	18.67	22.02	7.1	7.2

Da = densidad aparente, g = gramos, cm^{-3} = centímetros cúbicos, EP = espacio poroso, MO = materia orgánica, CE = conductividad eléctrica, CIC = capacidad de intercambio de cationes, pH = potencial hidrógeno, I = inicio, F = final.

Conductividad eléctrica.

En los tres experimentos la salinidad disminuyó por efecto de los tratamientos aplicados. Valores de 6.8, 16 y 21 % fueron la disminución observada en los experimentos 1, 2 y 3, respectivamente (Tabla 2). Estos resultados concuerdan con los de Serrato *et al*. (2002), García (2002) y los de Salazar *et al*. (2003) quienes reportaron que con la aplicación de estiércol bovino y ácidos húmicos la salinidad del suelo disminuyó. Sin embargo, Seguel *et al*. (2003) incrementaron la CE al pasar de 0.96 dS m^{-1} a 2.22 dS m^{-1} con la aplicación de enmiendas

orgánicas y, López *et al*. (2001) en maíz con abonos orgánicos no encontraron diferencias significativas. Es decir, el efecto en la desalinización por la aplicación de MO parece depender de la especie en estudio.

Capacidad de intercambio de cationes.

Se observó incremento en la CIC, en los tres experimentos realizados. El efecto más significativo se tuvo con la aplicación de 120 kg ha^{-1} de humiplex estándar, al pasar la CIC de 18.67 a 22.02 meq L^{-1} (Tabla 2). El incremento en la CIC por efecto de los tratamientos aplicados en los tres experimentos realizados, se deben a la electronegatividad de las partículas orgánicas del suelo y coinciden con García (2002) quien reportó incremento en la CIC con la aplicación de ácidos húmicos.

Potencial hidrógeno (pH).

El efecto de los tratamientos en el valor de pH fue variable así, con la aplicación de 20 ton ha^{-1} de estiércol su valor no cambió durante el ciclo del cultivo; en cambio, al aplicar 40 ton ha^{-1} su valor pasó de 7.2 a 7.3. Con la aplicación de 2 L ha^{-1} de algaenzimas, el valor de pH no cambió durante el período evaluado y, al aplicar humiplex estándar su valor se incrementó una décima (Tabla 2). Los resultados obtenidos en los tres experimentos, coinciden con los de López *et al*. (2001) en maíz donde, sin diferencia significativa, el pH se incrementó de 8.3 a 8.4 y con Serrato *et al*. (2002) que reportaron incrementó después de aplicar estiércol bovino y se contraponen con los de Salazar *et al*. (2003) quienes reportaron disminución del pH al aplicar estiércol bovino.

CONCLUSIONES

La TCC se aceleró al aplicar algaenzimas y esto indujo precocidad en las plantas de cilantro. En resumen, al aplicar estiércol bovino, algaenzimas y humiplex estándar, propiedades físico – químicas como la Da y la CE disminuyeron y, el EP, la CIC y la MO se incrementaron. Con la aplicación de algaenzimas es posible reducir hasta 50 % la cantidad de estiércol que se aplica al suelo donde se cultiva cilantro. Con ácidos húmicos esto no es posible.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón A., L. 2000. Tecnología Para Cultivos De Alto Rendimiento. Primera edición. Editorial Novedades agrícolas S. A. Murcia, España. 483 pp.

Anónimo. 2002. Anuario Estadístico. Dirección General de Estadística y Cálculo de México. SAGARPA. 421 pp.

Arvidsson, J. 1998. Influence of soil texture and organic matter content on bulk density, air content, compression index and crop yield in field and laboratory compression experiments. Soil and Tillage Research 49: 159 – 170.

Beltrán F., M. J.; Cabrera C., F. 1995. Avance de la rehabilitación de un suelo compactado con el uso de abonos orgánicos en el Valle del Mayo. Memorias del XXVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Ciudad Victoria, Tamps. p 13.

Canales L., B. 1999. Enzimas y Algas: Posibilidades de uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelo. Terra 17 (3): 271–276.

Castellanos R., J. Z.; Márquez O., J. J.; Etchevers J., D.; Aguilar S., A.; Salinas J., R. 1996. Long – term effect of dairy manure on forage yields and soil properties in an arid irrigated region of Northern Mexico. Terra 14: 151-158.

Cepeda D., J. M. 1991. Química de Suelos. Trillas. Segunda edición. México. pp. 47 – 49.

Chávez P., A. C. 1991. Uso de ácidos húmicos en la producción de chile serrano (*Capsicum annuum* L.). Memorias del IV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas (SOMECH). Saltillo, Coahuila, México.

García R., R. 2002. Fertilizantes de uso especial: quelatos, aminoácidos, ácidos húmicos, correctores de salinidad. En: Suelo y Nutrición Mineral. http://www.ediho.es/tradecorp (20 de abril de 2004)

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. 201 pp.

INPOFOS. 1999. Informaciones Agronómicas. *Vol. 2* Núm. 3. 367 pp.

López M., J. D.; Díaz E., A.; Martínez R., E.; Valdez C., R. D. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de maíz. Terra 19 (4): 293 – 299.

López M., J. D.; Gallegos R., R.; Santos S., J.; Valdez C., R. D.; Martínez R., R. 2002. Producción de algodonero transgénico fertilizado con abonos orgánicos y control de plagas. Terra 20 (3): 321 – 327.

Olivares S., E. 1994. Paquete computacional de diseños experimentales. Versión 2.5. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León, México.

Primo Y., E.; Carrasco J., M. 1987. Química Agrícola y Fertilizantes. Alhambra Mexicana. México, D. F. 678 pp.

Salazar S., E.; Trejo E., H. I.; Vázquez V., C.; Rivera O., O. 2003. Aplicación, Manejo y Descomposición del Estiércol de Bovino. En: Salazar S., E,; Fortis H., M.; Vázquez-V., C. (eds). Ed. SMCS AC, FAZ – UJED, COCyTED, Gómez Palacio, Dgo. México. 271 pp.

Seguel S., O.; García de C., V.; Casanova P., M. 2003. Variación en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con adición de enmiendas orgánicas. Agricultura Técnica (Chile) 63 (3): 287 – 297.

Serrato S., R.; Ortiz A., A.; Dimas L., J.: Berúmen P., S. 2002. Aplicación de lavado y estiércol para recuperar suelos salinos en la Comarca Lagunera, México. Terra 20 (3): 329 – 336.

PRODUCCIÓN DE CILANTRO (*Coriandrum sativum* L.) CON UN BIOACTIVADOR Y FÓSFORO EN APLICACIÓN FOLIAR

J. Hernández-Dávila[1]; A. Benavides-Mendoza[1]; H. Ramírez[1]; M. Vázquez-Badillo[2]; R. Mendoza-Villarreal[3], E. Bacópulos Téllez[1]

[1]Departamento de Horticultura, División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Domicilio Conocido, Buenavista, Saltillo, Coahuila. correo – e: jhdavila@axtel.net
[2]Instituto de Tecnología de Semillas. División de Agronomía. UAAAN. Dom. Conocido, Saltillo, Coahuila.
[3]Departamento de Ciencias Básicas. División de Ingeniería. UAAAN. Dom. Conocido, Saltillo, Coahuila.

INTRODUCCIÓN

El cilantro *Coriandrum sativum* L. es originario de la región del Mediterráneo y actualmente se cultiva en la mayoría de las regiones templadas del mundo; entre los los principales países productores esta México, que ocupa el cuarto lugar mundial y USA aparece como uno de los principales países importadores (Diederichsen, 1996). En la República Mexicana, entre 1991-1998 se cultivaron en promedio 8000 ha anuales con rendimiento de 12.8 t ha^{-1}. En el Noreste de México durante 2001 se sembraron 543 ha con producción de 21.3 t ha^{-1} y valor económico de 21.9 millones de pesos (Anónimo, 2002). Sin embargo, en esta región, en las siembras de invierno, uno de los problemas que enfrentan los productores de cilantro es la coloración púrpura de la hoja; que por su sintomatología parece ser originada por la deficiencia de fósforo que a su vez, se debe a la baja absorción de este nutrimento a causa de las bajas temperaturas que prevalecen en esta época del año. La absorción del fósforo, desde el suelo, se ve limitada por su poca movilidad y por las bajas temperaturas ambientales (Juárez y Sánchez, 1996). El síntoma de deficiencia de este elemento en la parte adaxial de las hojas jóvenes, es el color púrpura en toda el área foliar mientras que en la parte abaxial, es el color verde muy oscuro; las hojas son pequeñas y pueden manifestar enanismo. Las hojas mas viejas muestran clorosis intervenal ligera y necrosis. Una alternativa eficiente para eliminar los síntomas de deficiencia citados, es la aplicación foliar de fósforo (Ruiz, 2000).

Otra forma de atacar éste problema, es la aplicación de bioactivadores a base de aminoácidos y sustancias húmicas; por que las plantas necesitan incrementar el contenido total de aminoácidos libres para soportar una situación de estrés. Situación, que hace disminuir la formación de proteínas lo que provoca reducción en la tasa de crecimiento (Campos, 2000). En los 70s surgió la fertilización directa con aminoácidos libres lo que llevaría a la planta a superar situaciones de estrés y a fomentar su crecimiento y desarrollo. En la actualidad los aminoácidos están considerados dentro del grupo de los bioactivadores y con su aplicación se busca

favorecer y potenciar el metabolismo vegetal al lograr aumentar la permeabilidad celular, potenciar la absorción de nutrientes minerales, favorecer el desarrollo de la raíz, como precursores de la auxina favorecen la acción hormonal y son precursores de sustancias constituyentes de la clorofila, por lo que desempeñan un papel importante en la fotosíntesis y aceleran la recuperación de las plantas sometidas a condiciones adversas como altas o bajas temperaturas (Anónimo, 1999). En relación a la aplicación foliar de sustancias húmicas se señala que influyen en la estructura anatómica de la planta, aceleran la diferenciación del ápice de crecimiento, aumentan la permeabilidad de las membranas vegetales e incrementan la absorción de los nutrimentos (Campos, 2000).

Por lo anterior, los objetivos fueron disminuir el problema del estrés por bajas temperaturas al eliminar los síntomas de deficiencia de fósforo y promover el crecimiento e incrementar la producción de cilantro, con la aplicación foliar de fertilizantes especiales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante el ciclo de otoño - invierno 2003 – 2004 en el Noreste de México. Se probaron seis variedades de cilantro (Factor A): Marroquí, Líder, Sun Master, Santos, Romaine y Criollo de Arteaga y dos fertilizantes de uso especial (Factor B) con cuatro niveles: testigo, 0.5 litro ha^{-1} de ángel, 0.5 litro ha^{-1} de ángel + 2.5 kg ha^{-1} de superfos y 2.5 kg ha^{-1} de superfos. La parcela grande ocupó 37.26 m^2 y la chica 8.28 m^2, en estas últimas se establecieron 3 surcos a doble hilera, de 3 m de longitud y 92 cm de separación entre ellos. El producto ángel es un bioestimulante antiestrés, cuya composición es: ácidos fúlvicos 50 %, carbohidratos 17 %, polisacáridos 17 % y aminoácidos 16 %. El producto superfos es un fertilizante que contiene 12 y 60 % de N y P_2O_5, respectivamente. Estos productos se aplicaron cinco veces durante el ciclo del cultivo, se inició a los 50 días después de la siembra (dds), con intervalos de una semana, excepto la 5ª aplicación que se hizo a los 15 días después de la 4ª. Se utilizó una mochila de 20 litros de capacidad y se asperjó el equivalente a 300 litros de agua por ha. El agua de riego se extrajo de pozo profundo y se clasifica de salinidad media. El riego se aplicó con cintilla que tiene goteros espaciados a 30 cm y gasto de 480 litro·h^{-1} en 100 m. El número de riegos fue 35 y se regó cuando el suelo contenía el 70% de la humedad aprovechable. La siembra se realizó el 24 de noviembre de 2003 en tierra seca. Se utilizó una sembradora de precisión Garden Seeds de operación manual y se sembraron 45 kg de semilla por ha. Las variables medidas fueron: Días a emergencia, se contaron los días desde la siembra hasta que el 80 % de la longitud de dos surcos estuvo cubierta con plantas. Deficiencia

de fósforo, se utilizó la escala propuesta por Amparo Campa y reportada y adaptada para cilantro por Arellano (1993) para cuantificar el grado de deficiencia de fósforo en éste cultivo, en base a síntomas visuales; se evaluó el grado de deficiencia de este elemento en 1 m lineal de plantas observando la sintomatología relacionada. Concentración endógena de fósforo, se determinó por fotocolorimetría para lo cual a los 85 dds, se colectaron hojas de plantas de cilantro de 20 cm de surco. En un fotocolorímetro modelo Spectronic 21 de Milton Roy Co., se leyó en la longitud de 650 nm de transmitancia. Con el dato obtenido se buscó la concentración parcial del fósforo por medio de la curva estándar y se ajustó a la cantidad de muestra usada, con la siguiente fórmula: Mg / g = (Lectura x 10^{-3}) / (g/ml x dilución) donde:
Mg / g = miligramos de fósforo x gramo de muestra
Lectura = lectura en la curva estándar a partir del dato obtenido en el fotoclorímetro
g/ml = gramos de muestra por mililitros aforados originalmente y,
dilución = mililitros de muestra analizados en el fotocolorímetro.

Altura de planta, a los 70 dds, con regla métrica se midió desde el cuello de la planta hasta la parte mas alta de la misma y Rendimiento, a los 101 dds se cosecharon las plantas en 1 m^2 de superficie por unidad experimental y se hicieron manojos del tipo nacional; con ello, se estimó el número de cajas por hectárea al considerar que una caja contiene 60 manojos (una caja pesa 11.50 kg, aproximadamente).

Los tratamientos fueron 24 y se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro repeticiones. Para analizar los datos se realizaron análisis de varianza con el paquete estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL) versión 2.5 (Olivares, 1997) y prueba de comparación de medias de Tukey (*P≤ 0.05*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a emergencia. Para realizar el análisis de varianza de esta variable, el diseño experimental fue considerado como un bloques completos al azar y los resultados indicaron diferencias significativas (P≤ 0.01) entre tratamientos o variedades. La comparación de medias (Tukey, 0.01) indicó comportamiento similar entre tratamientos con valor entre 18.75 y 20.25 días a emergencia excepto, la variedad Sun Master que mostró diferencias significativas con el resto de los materiales y tardó 27 días en emerger (Figura 1). Estos resultados, coinciden con los reportados por Arellano (1993) quien sembró cilantro en invierno y reportó 19 días para

completar la etapa de emergencia y se contraponen con los resultados de Hernández *et al*. (2002) quienes reportaron entre 9.7 y 11.7 días para completar esta misma etapa. En función de los resultados obtenidos en este estudio y, al considerar los reportes de Jethani (1984) en relación a que la temperatura del suelo para germinación del cilantro varia entre 15 y 30 ºC y tarda de 21 a 10 días para germinar y de Castaños (1993) quién para zanahoria, perejil y apio (especies de la familia misma familia que el cilantro) citó temperaturas entre 10 y 25 ºC y tardan de 29 a 6 días en germinar; es probable que la temperatura del suelo prevaleciente durante la germinación y emergencia del cilantro, en este estudio, haya sido alrededor de 15 ºC y por lo tanto las plantas tardaron mas días en emerger. Por otra parte, la variedad Sun Master mas que ser tardía para emerger es probable que la semilla utilizada tenga bajo poder germinativo ya que, la población de plantas en las unidades experimentales sembradas con esta variedad, siempre permaneció baja.

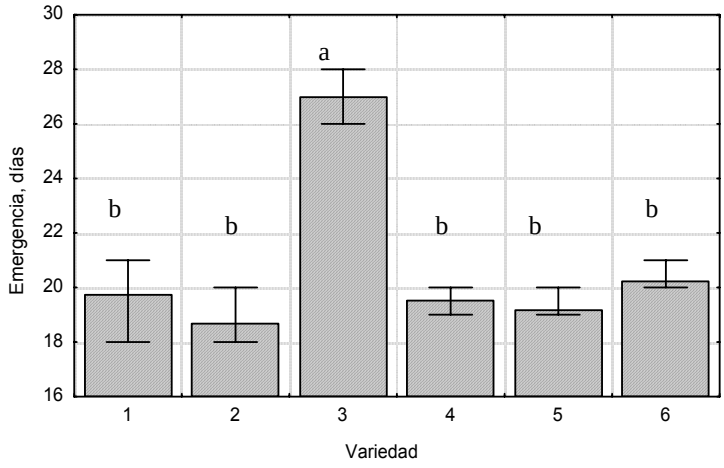


Figura 1. Cor ıergencia en seis variedades d s ± error estándar. 1 = Marroquí, 2 = Líder, 3 = Sun Master, 4 = Santos, 5 = Romaine, 6 = Criollo de Arteaga.

Deficiencia de fósforo. El análisis de varianza detectó diferencias significativas (P≤ 0.01) en el Factor B o fertilizantes de uso especial (Cuadro 1). La comparación de medias (Tukey, 0.05) encontró en el testigo el mayor grado de deficiencia de fósforo y fue estadísticamente igual al tratamiento donde se aplicó ángel. Al aplicar ángel mas superfos y superfos solo se tuvo el menor grado de deficiencia de éste macronutrimento con casi 0.5º menos en comparación con el testigo (Figura 2a). En el testigo, estos resultados eran de esperarse pues, la absorción del fósforo desde el suelo se ve limitada por la poca movilidad de este elemento y por las bajas temperaturas prevalecientes (Juárez y Sánchez, 1996); situación, que se presentó durante las primeras etapas del experimento. Y en los tratamientos donde se aplicó superfos y ángel porque la aplicación foliar de nutrimentos, es eficiente para eliminar los síntomas de deficiencia

(Ruiz, 2000); lo cual, se logró con superfos porque contiene fósforo y con ángel porque contiene aminoácidos y ácidos fúlvicos que incrementan la absorción de los nutrimentos.

Concentración endógena de fósforo. El análisis de varianza detectó diferencias significativas (P ≤ 0.01) en el Factor B o fertilizantes de uso especial (Cuadro 1). La comparación de medias (Tukey, 0.05) encontró que el testigo presentó la menor concentración de fósforo y fue estadísticamente igual al tratamiento donde se aplicó ángel. El tratamiento con mayor concentración de este macronutrimento fue donde se aplicó ángel mas superfos (casi 25 % de incremento con respecto al testigo) y fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos excepto, para el tratamiento donde solo se aplicó superfos (Figura 2b). La explicación dada para la variable anterior aplica también para esta variable con la equivalencia "menos síntomas de deficiencia de fósforo" lleva a las plantas a "mayor concentración endógena de fósforo".

Cuadro 1. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en las variables deficiencia de fósforo, concentración de fósforo, altura de planta y rendimiento en el cultivo de cilantro.

FV	GL	Deficiencia de Fósforo	Conc. de Fósforo	Altura de Planta	Rendimiento
Repetición	3	0.486115	0.160197	7.940755	114928.00
Factor A	5	0.366669ns	0.183960ns	152.052155**	3886576.00**
Error A	15	0.677777	0.095203	18.568815	153445.33
Factor B	3	0.791667**	1.510681**	57.670898**	820272.00**
Interacción	15	0.150000ns	0.200081ns	7.55455ns	87386.66**
Error B	54	0.164352	0.222109	6.533854	29732.74
CV (error B)		18.19 %	17.99 %	21.77 %	10.48 %

NS, **, No significativo y significativo a una $P \leq 0.01$, respectivamente. CV: coeficiente de variación.

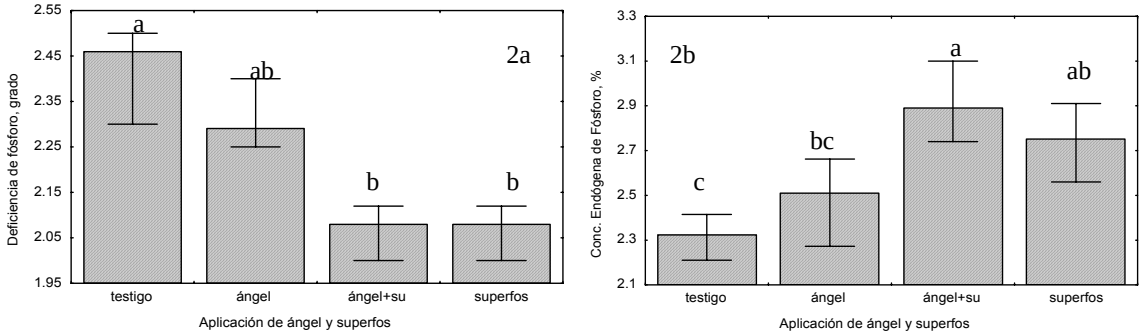


Figura 2. Deficiencia de fósforo (2a) y concentración endógena de de fósforo (2b) por efecto de la aplicación foliar de ángel y superfos en hojas de cilantro. Cada barra representa el promedio de 4 repeticiones ± error estándar. Valores con la misma letra son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey con una $P \leq 0.05$. su: superfos.

Altura de planta. Los efectos de los tratamientos fueron significativos (P ≤ 0.01) en el Factor A (variedades) y en el Factor B o fertilizantes de uso especial (Cuadro 1). En la comparación de medias (Tukey, 0.05) para el Factor A se observó que la variedad Sun Master con 5 cm, fue estadísticamente diferente al resto de las variedades que fueron entre si, estadísticamente iguales y, superiores a la variedad citada con valores que fluctuaron entre 11.75 y 14.0 cm. La diferencia con la variedad Sun Master pudo ser el efecto tardío para emerger y, que en el ciclo de cultivo, éste cultivar no logró las tasas de crecimiento que se tuvieron en las otras variedades. La comparación de medias para los fertilizantes de uso especial, encontró que el testigo presentó la menor altura de planta con 10 cm y fue estadísticamente igual al tratamiento donde se aplicó ángel. Los tratamientos con mayor altura de planta fueron ángel mas superfos y superfos solo con 13.2 cm y fueron estadísticamente superiores a los primeros tratamientos. Lo anterior, es probable, sea el resultado de que las sustancias húmicas aceleran la diferenciación del ápice de crecimiento que finalmente, se tradujo en mayor altura de planta. La menor altura de planta se tuvo en el testigo y se pudo deber a que las plantas bajo estrés, necesitan mayor cantidad de aminoácidos para soportar dicha situación y esto, lo hace la planta a costa de disminuir la formación de proteínas lo que provoca reducción en su tasa de crecimiento (Campos, 2000). Estos resultados no coinciden con el reporte previo de Pineda *et al*. (2003) al aplicar ángel a plantas de tomate donde la altura de planta no se afectó; pero sí con el reporte de Rodríguez *et al*. (2003) al aplicar ángel a plantas de calabacita donde se incrementó la altura de planta. Por tanto, es probable que el efecto del producto ángel en la altura de la planta, este en función de la especie.

Rendimiento. El análisis de varianza detectó diferencias significativas (P ≤ 0.01) en las variedades (Factor A), fertilizantes de uso especial (Factor B) y su interacción (Cuadro 1). La comparación de medias (Tukey, 0.01) encontró que la mejor interacción fue la variedad Marroquí mas aplicación foliar de ángel mas superfos con rendimiento superior en casi 300 % mas que la interacción con la menor producción que fue la variedad Sun Master más la aplicación foliar de ángel, con 583.5 cajas ha^{-1} (Cuadro 2). Sin embargo, al comparar la fertilización foliar dentro de la variedad Marroquí no se detectaron diferencias significativas y se tiene que el testigo rindió 2124.7 cajas ha^{-1} y, al aplicar ángel mas superfos se cosecharon 2333.5 por tanto, el incremento fue casi el 10 %. Es posible que estos resultados se deban al incremento en el desarrollo y aumento de peso de la planta como resultado del efecto que ejercen las sustancias húmicas en la fotosíntesis y respiración (Cooper *et al*., 1998). En relación al rendimiento comercial nacional de 1000 a 1200 cajas ha^{-1} (Anónimo, 2002), el mayor

rendimiento obtenido en este estudio significó incremento de casi 100 %. También, estos resultados coinciden con los reportes previos de Pineda *et al.* (2003) y de Rodríguez *et al*. (2003) donde el peso de fruto comercial de tomate y calabacita se incrementó hasta en 50 % cuando se aplicó ángel a dosis de 0.125 y 0.50 %, respectivamente.

CONCLUSIONES.

La deficiencia de fósforo se corrigió con mayor grado en las plantas donde se aplicaron los fertilizantes de uso especial, como consecuencia de que la concentración endógena de fósforo se incrementó casi 25 %. El crecimiento de las plantas de cilantro, medido en términos de días a emergencia y altura de planta, se incrementó con la aplicación foliar de ángel mas superfos y las variedades tuvieron comportamiento similar excepto, la Sun Master. El mejor tratamiento para producir follaje de cilantro fue la variedad Marroquí con la aplicación foliar de ángel mas superfos, con 2333.5 cajas ha^{-1}, lo que significa un incremento de casi 100% en relación al rendimiento promedio nacional.

Cuadro 2. Rendimiento de cilantro (cajas ha^{-1}) por efecto de la variedad, fertilizantes de uso especial (ángel y superfos) y su interacción. Valores promedio de cuatro repeticiones.

Var	Fertilizantes de uso especial				
	Testigo	Ángel	Ángel+ Su	Superfos	Media
M	2124.7aA[zy]	2000.0 aA	2333.5 aA	2249.7 aA	2177.0 A
L	1333.5 cB	1458.2 bcA	1875.0 aAB	1791.7 abA	1614.6 AB
SM	625.2 aC	583.5 aB	875.0 aC	916.7 aB	750.1 C
S	1875.0 abAB	1708.5 bA	1750.0 bAB	2166.5 aA	1875.0 AB
R	1833.5 aAB	1416.5 bA	2208.5 aAB	2166.7 aA	1906.3 AB
CA	1374.7 aB	1541.7 aA	1583.5 aB	1708.5 aA	1552.1 B
Media	1527.8 b	1451.4 b	1770.9 a	1833.3 a	

[z]Valores con la misma letra, ABC, dentro de cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey con una $P \leq 0.01$ (DMS = 661.28), [y] Valores con la misma letra, abc, dentro de cada hilera son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey con una $P \leq 0.01$ (DMS = 399.18), Var: variedad, M: Marroquí, L: Líder, SM: Sun Master, S: Santos, R: Romaine, CA: Criollo de Arteaga, Su: superfos.

BIBLIOGRAFIA

Anónimo. 1999. La fertilización con aminoácidos. Industria de Agroquímicos. Plaguicidas e Insumos de Nutrición Vegetal. México. Año 3, Nº 8. pp. 23 – 24.

Anónimo. 2002. Anuario Estadístico. Dirección General de Estadística y Cálculo de México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.

Arellano-Rea, J. J. 1993. Respuesta del cilantro *Coriandrum sativum* L. a la aplicación de ácidos húmicos y estiércol bovino. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Campos-C., A. 2000. Ácidos Húmicos y Fúlvicos: El rol de las sustancias húmicas en la nutrición vegetal, pp. 123-129. *In*: Memorias del Simposium Internacional de Nutrición Vegetal. ITESM, Campus Monterrey. Monterrey, N. L., México.

Castaños, C. M. 1993. Horticultura, Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 527 p.

Cooper, R. J.; Liu, C.; Fisher, D. S. 1998. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bent grass. Crop Sci. 38: 1639 – 1644.

Diederichsen, A. 1996. Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. 3. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Getersleben / International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 83 p.

Hernández-Dávila, J., Zavala-García F., Valdes-Lozano C. G. S., Salinas-García G., Cárdenas-Cerda E., Montes-Cavazos, F. Gámez-González H., Carballo-Clemente A. B. 2002. Estimación del umbral mínimo y unidades calor en cilantro *Coriandrum sativum* L. ΦYTON 227 – 238.

Jethani, I. 1984. Revised studies on the seed testing procedures of coriander. Horticultural Abstracts 54(8): 5709.

Juárez-Saenz, M., Sánchez-Andreu J. 1996. Fósforo en Agricultura. Publicaciones UA, 1ª edición. Madrid, España. 135 p.

Olivares-Sáenz, E. 1997. Programa Computacional de Diseños Experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la UANL. Marín, N. L., México.

Pineda-Pineda, J., Rodríguez-Neave F., Vergara-Sánchez M. A., Vázquez-Alarcón A. 2003. Efecto de las sustancias húmicas, aminoácidos y polisacáridos en la producción de jitomate. *In*: Memorias del XX Congreso Nacional de Horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. UACH, Chapingo, México. p 136.

Rodríguez-Neave, F., Vergara-Sánchez M. A., Pineda-Pineda J., Vázquez-Alarcón A. 2003. Efecto de las sustancias húmicas, aminoácidos y polisacáridos en la producción de calabacita. *In*: Memorias del XX Congreso Nacional de Horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. UACH, Chapingo, México. p 135.

Ruiz-Samperio, G. 2000. Hidroponia Comercial. Ed. Diana, México. pp 22 – 24.

IDENTIFICACIÓN DE YEMAS AXILARES EN PLANTAS MEDIANTE SISTEMA DE VISIÓN POR COMPUTADORA Y LÓGICA DIFUSA

Luime Martínez Corral[1]*, Martín Vázquez Rueda[1], Francisco Flores García[1], Enrique Martìnez Rubin de Celis[2]

[1]Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón Coahuila México, [2] Instituto Tecnológico de Torreón

*Corresponding author: luime_mc18@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

En las grandes explotaciones de huerta o de campo abierto, todavía se efectúa una gran parte de la actividad horticultura a mano. Entre las técnicas convencionales de propagación masiva de plantas en horticultura, existen algunas que implican que el agricultor extraiga tejido vegetal desde la raíz, el tallo, el pecíolo, la yema axilar o la semilla de la planta y la cultive en un medio nutritivo para su regeneración y posterior climatización en invernadero. No obstante, esta práctica implica una ardua labor en la selección del punto de corte del órgano la cual es definida específicamente por la percepción del agricultor. Bajo este esquema, se tiene una nueva tendencia de prácticas de agricultura conocida como agricultura de precisión, que permite la utilización de tecnología para el incremento de la producción, calidad y rendimiento del cultivo.

Mientras que los sistemas de visión son más ampliamente utilizados en procesos de calidad de manufactura de productos, la inteligencia, versatilidad y eficiencia que ofrecen los hacen una herramienta atractiva para muchas industrias siendo una de éstas el área agropecuaria.

Recientemente se han incrementado el número de aplicaciones en donde se utilizan sensores de imágenes para mejorar la producción de un cultivo [1, 2], detección de características de la planta para su propagación [3], clasificadores y selectores automáticos de semilleros [4] y en la predicción de concentraciones minerales en cultivos [5].

Sin embargo la selección del programa para el procesamiento de imágenes implica algunas consideraciones tales como la compatibilidad con el hardware, complejidad, versatilidad y costo del mismo. Se deben considerar los anteriores factores debido a la necesidad de adaptación de programas para los requerimientos de una investigación específica [6].

En este trabajo se implementa un sistema de visión por computadora que permite imitar la acción visual y decisiva del agricultor en la determinación del punto de corte óptimo de una planta para su propagación. Este tipo de sistema involucra desde la captura de las imágenes

digitales, su análisis por computador hasta una toma de decisiones basada en esta información siendo este último punto el mayor desafío: la interpretación de los datos.

Dentro del control inteligente, la lógica difusa es un técnica reciente que está siendo explorada en aplicaciones de agricultura como una nueva tecnología que imita los patrones del pensamiento humano en el control de operaciones de equipo industrial. Para la agricultura, la subjetividad de la lógica difusa es particularmente atractiva ya que las condiciones del suelo (clima, posición e intensidad del sol y de la tierra) y las condiciones de los cultivos (tamaño, forma, posición) crean una situación compleja de modelar para los métodos de evaluación convencionales [7]. La implementación del control por medio de lógica difusa se caracteriza por que (1) es fácil de implementar gracias a que el conocimiento se expresa a través de un conjunto de reglas lingüísticas del tipo SI *antecedente* ENTONCES *consecuente* en lugar de sofisticadas ecuaciones diferenciales [8], (2) es comprensible aún y cuando no se tengan antecedentes del proceso a controlar y (3) tiene la capacidad de realizar inferencias a partir de una información incompleta dado que maneja ambigüedad, imprecisión e incertidumbre [9].

El control difuso es una herramienta que permite a los agricultores e investigadores compilar información y obtener resultados productivos de modo que el sistema pueda servir como un soporte en la toma de decisiones [10].

El modelo difuso planteado en esta investigación se aplica para dotar al sistema de la capacidad de aproximación, similar a la de los seres humanos, en los procesos de corte de yemas axilares en plantas que se realizan en laboratorio. Se desarrolló un módulo genérico difuso en lenguaje Visual Basic que opera bajo la asunción de independencia de parámetros basado en descriptores provenientes de entradas visuales.

Tanto la industria como la investigación agrícola están utilizando cada vez más la tecnología de visión como una herramienta potencial considerando que siempre se ha luchado con los implacables e imprevisibles desafíos producidos por la naturaleza. En la actualidad las demandas de pureza y calidad de los productos tanto de los consumidores como del gobierno están aumentando, el sostenimiento de la rentabilidad agrícola es el último desafío, por lo que se planteó como objetivo de este trabajo presentar una herramienta que proporcione la capacidad de imitar el razonamiento del operador en la identificación de las yemas axilares de una planta simulando la acción visual y decisiva del técnico en la selección de este punto para su corte mediante un sistema de visión basado combinado con un algoritmo de lógica difusa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sistema de adquisición de imágenes estuvo basado una cámara EDC-1000E (Electrim Corporation, Princeton, NJ, EUA) conjunto con la acción de una tarjeta adquisitora de imágenes DFG/LC2 (The Imaging Source Corporation, Charlotte, NC, EUA). Las plantas utilizadas fueron de ficus y plántulas de papa en su etapa primaria de crecimiento libres de plagas o enfermedades. Los algoritmos de control, tanto del sistema de visión como del controlador difuso para identificar las yemas axilares de la planta fueron diseñados bajo la plataforma Visual Basic 6 (Microsoft Corp., Redmond, WA).

El principio de operación del sistema está basado en imágenes tomadas ya sea en tiempo real o bien, mediante la utilización de imágenes previamente capturadas y almacenadas en disco. La captura de las imágenes se llevó a cabo en un lugar cerrado y oscuro evitando fuentes luminosas externas a las establecidas para el sistema y las plantas objeto para la captura de la imagen, fueron puestas en el mismo sitio en la misma disposición a una distancia de 40 cm. de distancia del lente. El programa permite manejar imágenes provenientes de la cámara de hasta 640x480 píxeles registrando en la barra de estado los atributos del píxel con cada movimiento del cursor (coordenada, color RGB, tono de gris y valor binario). El algoritmo de adquisición de imágenes fue escrito para ser independiente del hardware, sin embargo, los comandos dependen de la tarjeta adquisitora que se utilice.

En la Figura 1 se muestran las imágenes que corresponden a plantas de ficus y plántulas de papa. Las plantas de ficus que se emplearon fueron completas (tallo y hojas) y troncos (tallos con yema axilar).

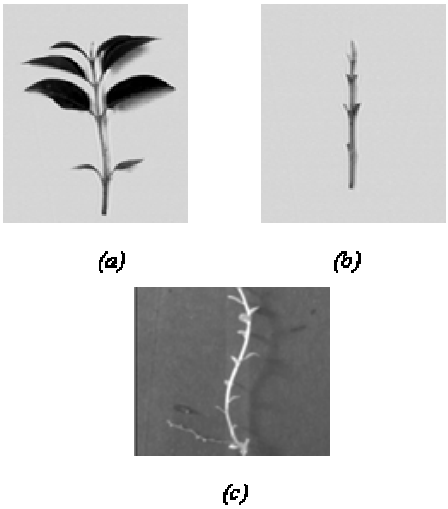


Figura 1**. (**a) y (b) Imágenes de plantas de ficus, y (c) plántulas de papa capturadas

En la barra de menús el programa dirige al usuario en el proceso de selección de comandos habilitándole únicamente las opciones permitidas según las operaciones previamente hechas. En primera instancia, habilita los comandos para la captura y manipulación de la cámara así como los comandos para apertura, cierre o almacenamiento de la imagen. Las opciones fundamentales que ofrece son las de conversión a tono de grises y binarización de la imagen presentando cuadros de imagen individuales para cada transformación (la conversión a tonos de gris se realiza a 8 bits manejando 256 tonos diferentes y la binarización empleando un umbral definido por el usuario). Posterior a la segmentación, el programa permite aplicar operaciones morfológicas y de identificación de regiones de la imagen.

En cuanto a la morfología, el programa ofrece diferentes tipos de vecinos para determinar conectividad (vecinos de cuatro, vecinos de ocho y vecinos diagonales) además de las operaciones de erosión, dilatación y negativo de la imagen. Estas operaciones permiten tratar la imagen para efectuar ensanchamientos, relleno de huecos, identificación de contornos y reducción del ruido, entre otras.

En la identificación de regiones, el programa divide la imagen en áreas no conectadas entre si y genera los descriptores estadísticos para cada una de estas regiones tal y como se muestra en la Figura 2.

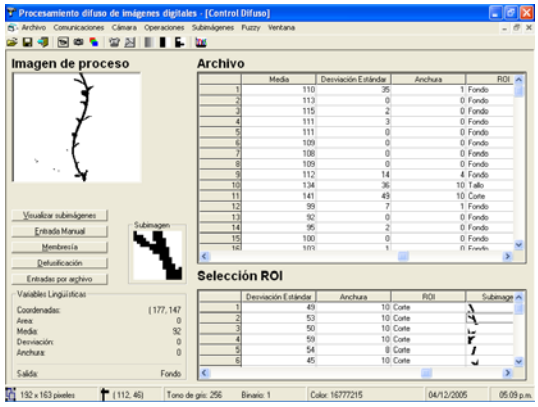


Figura 2. Pantalla de control difuso (estadísticos de las subimágenes e identificación de la región de interés).

Una parte fundamental del programa es la selección de subimágenes de 15x15 píxeles de la imagen original. Estas subimágenes pueden ser generadas a elección del usuario o bien mediante un recorrido completo de la imagen obteniéndose una subimagen cada 10 píxeles y

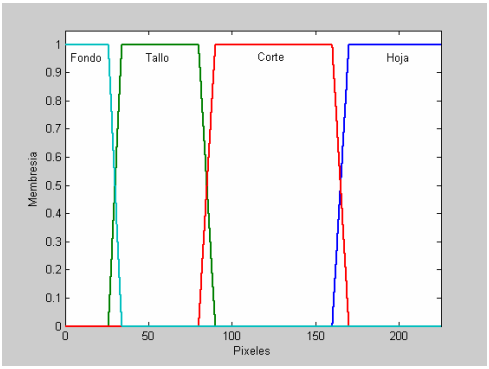
presentando sus estadísticos en una rejilla de la pantalla pudiéndose almacenar los datos y las imágenes obtenidas en archivos con formato .txt y .bmp respectivamente.

Evaluación difusa

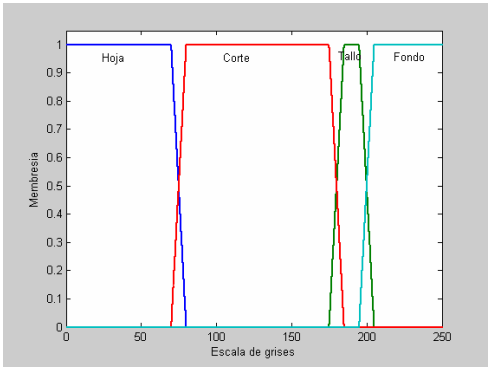
La determinación del punto de la coordenada de corte se llevó a cabo mediante evaluación difusa. Los controladores difusos son diseñados para automatizar como el operador (experto) controlaría un sistema en particular [8] y el primer paso es determinar que información se utiliza como entrada en el proceso de toma de decisiones. En el presente sistema, las variables área, media, desviación estándar y la anchura en x son las variables de entrada mientras que la región de interés (ROI) es la variable de salida.

La variable área permite distinguir entre el fondo de la imagen, la hoja de la planta, el tallo o la yema axilar mediante un conteo de píxeles de la subimagen. Las variables media y desviación estándar ofrecen un identificador de tono de gris del órgano; por último, la variable anchura en x permite establecer conectividad entre los píxeles de la imagen y diferenciar entre una hoja, el tallo o la yema axilar. Las variables lingüísticas de entrada y salida utilizan los mismos valores lingüísticos: fondo, tallo, corte y hoja a excepción del descriptor anchura en x el cual solo utiliza tallo, corte y hoja como valores lingüísticos. Las funciones de membresía utilizadas son de forma trapezoidal y triangular (Figura 3).

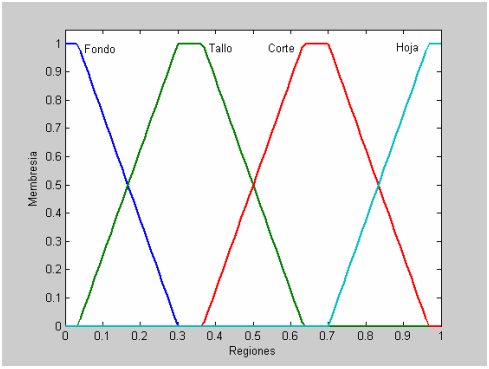
El método de defusificación empleado para estas variables es el de centro de gravedad. Este método calcula el centro de gravedad global truncando la salida por arriba del valor indicado de cada uno de los conjuntos difusos de salida resultantes. La simulación por computadora y evaluación del sistema de la operación del sistema se realizó utilizando las funciones de Matlab para la simulación de sistemas difusos en su formato GUI, los archivos .M de Matlab y las pruebas experimentales del software se efectuaron en Visual Basic.



(a)



(b)



(c)

Figura 3. Funciones de membresía de la variable (a) área, (b) media, (c) región de interés ROI.

Los sistemas de control difuso están modelados basados en la experiencia de las personas que los operan o directamente del proceso; por ello es necesario incorporar tal experiencia en la definición de la cuantificación lingüística para especificar las reglas.

La descripción lingüística de la estrategia de operación que cimienta la base de conocimiento del sistema, simula la acción decisiva del operador en el momento de ubicar la yema axilar y realizar el corte; para esto, el sistema consideró la cantidad de píxeles que aparecen en la subimagen, la conectividad de éstos, y el tono de gris que tengan:

- Por cantidad de píxeles se determina si existe presencia o ausencia de un objeto en la subimagen y dependiendo de la cantidad de píxeles se sugiere el órgano de la planta bajo inspección.
- A mayor conectividad de píxeles se sugiere la existencia de un órgano amplio de la planta.
- La baja tonalidad de gris en la subimagen indica una mayor concentración de color del órgano en análisis descendiendo este índice conforme se elimina la presencia del objeto.

Las descripciones lingüísticas del sistema antes mencionadas (además de las variantes y combinación de éstas) dieron lugar a la base de conocimiento del sistema difuso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la depuración del controlador se utilizaron las imágenes de plantas de ficus completas (tallo, yemas axilares y hojas), fotografías de ficus conformadas únicamente por tallo y yemas axilares (Figura 1) y plántulas de papa que aunque se mostraban completas, no se apreciaban en su totalidad las hojas de la planta. Los resultados obtenidos son los que se muestran en la Tabla 1. Las primeras cuatro imágenes tratadas en la Tabla 1 corresponden a plantas de ficus, donde las imágenes 1 y 2 son completas (tallo, yemas axilares y hojas), las imágenes 3 y 4 son tallo y yemas axilares, y las fotografías 5, 6 y 7 responden a plántulas de papa completas (inclusive con raíz). Las primeras cuatro imágenes ofrecieron un mayor número de casos a analizar debido a las dimensiones de las muestras de plantas de ficus utilizadas, las cuales presentaban sus órganos bien definidos y en mayor proporción respecto a las plántulas de papa.

Un problema que se presentó para el análisis de todas estas imágenes son las sombras no deseadas o el ruido presente en la imagen original, sin embargo con las herramientas de segmentación y morfología incluidas en el programa es posible reducir enormemente estos inconvenientes y su aplicación permiten proporcionarle al controlador subimágenes más nítidas y descriptivas de la región; por otro lado, el diseño del controlador difuso incluye reglas que reducen el número de casos de ambigüedad en situaciones como éstas donde la misma planta genera sombras o formas que obstruyen una identificación certera de la región. Según se muestra en la Tabla 1 para los casos 3 y 4, el porcentaje de error en la identificación de las regiones de interés se reduce con respecto a las imágenes 1 y 2 al eliminar las hojas de la

planta de ficus utilizando imágenes que exhibían únicamente tallo y yemas axilares, inclusive hasta se el número de casos no definidos se mejoro como se puede apreciar.

Para las plántulas de papa (Figura 1c), en los casos no identificados como corte se presentaron los siguientes factores: el corte de la unión entre el tallo y la hoja fue muy cercano al tallo, dejando muy poco tejido para el análisis y la identificación de éste en la subimagen como yema axilar (podría confundirse con una deformación en el tallo); el tejido de la yema axilar estaba en su etapa más temprana de crecimiento, aún y cuando es largo su grosor no presenta el ancho suficiente como para realizársele el corte; la unión tallo y hoja contiene parte de la hoja. El mayor número de casos mal identificados para estas fotografías se presentó con plántulas de papa que incluían raíz, identificado esta región como hoja y/o yema axilar, no obstante este error se puede reducir eliminando de la fotografía la raíz que aparece, ya que el análisis y la identificación de este órgano no está contemplado en el controlador difuso, esto se puede apreciar al comparar las imágenes 6 y 7 con la imagen 5 donde el error es menor en ésta última gracias a la menor cantidad de raíz capturada en la imagen, no obstante este error se puede aún reducir más refinando la base del conocimiento incluyendo en ella reglas que definan la raíz de la planta.

Tabla 1. Resultados obtenidos del controlador difuso con diferentes imágenes.

Datos de la imagen	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Número de casos	304	304	304	304	270	270	288
Número de casos no definidos	1	1	0	0	1	5	2
Número de casos mal identificados	10	10	3	3	6	7	8
Casos identificados como corte	13	9	7	3	12	15	15
Casos reales de corte	10	8	8	6	16	13	14
Porcentaje de error total (%)	3.289	3.289	0.986	0.986	2.592	4.444	3.472

Algunas de las subimágenes obtenidas por el controlador difuso, para dos de las imágenes mostradas en la Figura 1 se observan en las Figuras 4 y 5.

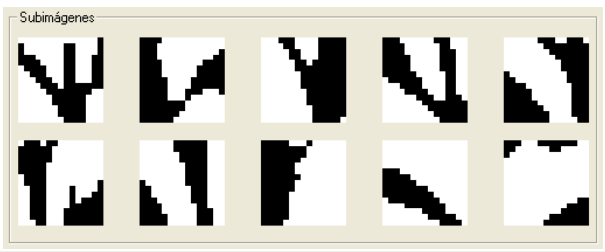


Figura 4 Subimágenes obtenidas por el controlador difuso para la imagen de la figura 1 (a)

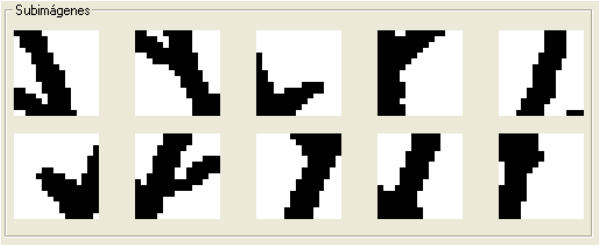


Figura 5. Subimágenes obtenidas por el controlador difuso para la imagen de la figura 1 (c)

Entre las subimágenes que el controlador difuso identifica como región de corte se encuentra la yema axilar, el inicio de la hoja y la región donde el tallo comienza a engrosarse para dar lugar a la yema axilar; puesto de otro modo, además de ubicar la yema axilar de la planta, el sistema identifica las coordenadas óptimas para el corte, es decir, no solamente identifica la región donde se ubica la yema axilar, sino el corte superior (pegado a la hoja en caso de contener a ésta) y los dos corte inferiores (en el tallo) en la planta. Finalmente las coordenadas de localización de la yema axilar son enviadas a la herramienta de corte.

Otra herramienta adicional con que cuenta el programa es el almacenamiento de toda la información que éste genera: las tablas de determinación de estadísticos (de toda la imagen y/o únicamente de diez subimágenes seleccionadas), las tablas de resultados difusos y un almacenamiento de hasta diez subimágenes (mapas de bits) totalmente independiente entre ellas y sin la necesidad de utilizar programas especializados de procesamiento de textos u hojas de cálculo para la apertura y manipulación de los archivos gracias a que la gestión de éstos puede ser interna (no obstante así, ofrece compatibilidad de estos archivos generados con otros programas de aplicación ya que si pueden ser leídos y tratados externamente). El enlace de comunicación con la herramienta de corte es totalmente interna y establecida por comunicación serial con comandos de configuración específicos para un microcontrolador MC68HC11 que contenga el controlador de la herramienta de corte, sin embargo el programa está diseñado para ofrecer una canal abierto de comunicación serial para el control de cualquier otro tipo de herramienta de corte o simplemente comunicación con otra computadora (Figura 6).

Figura 6. (a) .Ventana de comunicación serial con control de trayectoria de herramienta de corte, (b) Cuadro de configuración de parámetros para la comunicación serial

CONCLUSIONES

El sistema de visión creado es capaz de identificar la ubicación de las yemas axilares de una planta mediante la implementación de un control inteligente basado en lógica difusa y permite además tener el control para la realización de los cortes en la planta.

El programa desarrollado ofrece flexibilidad, escalamiento, programación modular e independencia total de programas alternos especializados en procesamiento de texto u hojas de cálculo para la apertura y manipulación de los archivos gráficos o de reportes. La interfaz visual gráfica permite de una forma sencilla navegar con total transparencia entre la adquisición de imágenes, funciones de procesamiento, controlador difuso, comunicación con la herramienta de corte y la gestión de archivos.

El sistema presentó buenos resultados identificando correctamente un 96% de los casos analizados de cada imagen utilizada y obteniendo las regiones de interés buscadas.

El modelo lógico difuso proporcionó una optimización de tiempo en el análisis de los descriptores de una imagen y dadas las características del sistema, éste presenta un alto potencial como herramienta para la investigación agropecuaria.

Dada la capacidad de analizar imágenes y obtener sus estadísticos, este sistema de visión presenta potencial para utilizarse en la identificación de padecimientos en plantas así

como en la determinación y comparación de características fisiológicas en las mismas, obviamente considerando la adaptación del control inteligente.

BIBLIOGRAFÍA

Wang L. and Sun Da-Wen, (2000); *Computer Vision Systems for Rapid Quality Inspection of Agricultural and Food Products*, in J. Song and M. Wang (eds), *ICETS 2000* - Proceedings of International Conference on Engineering and Technological Sciences 2000: Technology Innovation and Sustainable Agriculture, pp. 201-205, New World Press, Beijing, China.

Fitzgerald G. J.; *Portable hyperspectral tunable imaging system (PHyTIS) for precision agriculture)*, Published in Agron. J.; v 96; p 311-315; 2004; American Society of Agronomy.

Ryu K. H., Kim G.Y., Lee H. H., Han J.S.; *End-effector for a robotic transplanter,* (1997); ASAE 1997, Paper No. 973097, ASAE Annual International Meeting, Agosto 10-14 1997, Minneapolis, Minnesota.

Maw W. Bryan, Thomson J. Steven, Cromer A. Walter, Pool A. Thomas (1985); *Optical methods for detecting seedlings*, ASAE 1985, Paper Number 85-1086, Presentation at the 1985 Annual Meeting American Society of Agricultural Engineers, Junio 23-26 1985, Michigan State University, East Lansgin, MI.

Halgerson J.L, Sheaffer C.C., Martin N. P,m Peterson P. R. and Weston S. J., (2004); *Near-Infrared Reflectance Spectroscopy Prediction of Leaf and Mineral Concentrations in Alfalfa*; Published in Agron. J.; 2004; v 96; p 344-351; American Society of Agronomy.

Pateña G. and Ingram K. T., (2000); *Digital Acquisition and Measurement of Peanut Root Minirhizotron Images*; 2000, Published in Agron. J. 92:541-544.

Benson E.R., Reid J.F., Zhang Q., Pinto F.A.C., (2000); *"An adaptive fuzzy crop edge detection method for machine vision"*, ASAE 2000, Paper Number 001019 UILU 2000-7017, ASAE Annual International Meeting, Julio 9-12 2000, Milwaukee, WI, EUA.

Passino M. Kevin, Yurkovich Stephen; *Fuzzy Control*, Editorial Addison-Wesley, 1998, EUA.

González C. Rafael, Woods E. Richard; *Tratamiento digital de imágenes*; Editorial Addison-Wesley/Diaz De Santos, Versión en español, 1996; Wilmington, Delaware, E.U.A.

Escobar C. and Galindo J., (2004); *Fuzzy Control in Agriculture: Simulation Software*. En: Actas del Industrial Simulation Conference 2004 (ISC-2004). Ghent, Belgium: EUROSIS-ETI, 2004, p.45-49.

DIAGNÓSTICO ULTRASONOGRÁFICO DE LA ACTIVIDAD OVARICA EN CABRAS DURANTE LA ÉPOCA REPRODUCTIVA Y DE ANESTRO EN LA COMARCA LAGUNERA

C.A. Meza-Herrera [1], V. Castañeda-Velazquez[1], J.G. Chávez-Perches [2]
C.F. Aréchiga-Flores[3], R. Bañuelos-Valenzuela [3], R.M. Rincón-Delgado [3]

[1] Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas.
[2] Gabinete de Radiodiagnóstico y Ultrasonografía.
[3] Universidad Autónoma de Zacatecas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
cmeza2000@hotmail.com

INTRODUCCION

En los últimos años se han desarrollado técnicas de diagnóstico ultrasonográfico de tiempo real que permiten tener un gran acercamiento de las estructuras reproductivas de interés, sin invadir el tracto reproductivo (Beal et al., 1992; Griffin y Ginther, 1992). Dichas técnicas se han utilizado en ovinos y en mucho menor grado en caprinos para evaluar procesos reproductivos que incluyen estudios de la dinámica folicular, la tasa ovulatoria, y diagnósticos precoces de gestación (Aswad et al., 1976; Meredith y Madani, 1980; Thwaites, 1981; Fowler y Wilkins, 1982; García et al., 1993, Schrick e Inskeep, 1993).

Estudios realizados por Talukdar (2000), para observar el efecto de la inducción hormonal sobre el ovario de cabras prepuberales, implicó el sacrificio de los animales para la colecta y estudio posterior de oviducto y útero. Sin embargo, el uso de la técnica del ultrasonido poco a poco se ha venido incorporando en estudios de biología reproductiva en pequeños rumiantes. En efecto, Basaran (2000) utilizó la ultrasonografía para determinar la tasa de ovulación, asi como el desarrollo fetal y embrionario en cabras. Asimismo, Padilla y Holtz (2000a), utilizaron la ultrasonografia para realizar monitoreos diarios sobre número y tamaño de folículos en caprinos, al igual que Basaran et al. (2000) quienes evaluaron dinámica folicular en ovarios de cabras White, superovuladas y no superovuladas.

A nivel mundial, el uso de estudios ultrasonográficos en pequeños rumiantes bajo condiciones comerciales ha sido reducida. Los escasos reportes, la gran mayoría en ovinos, han sido desarrollados básicamente en estudios experimentales enfocados principalmente a evaluar la sobrevivencia embrionaria en núcleos de mejoramiento genético que incluyen la superovulación y la transferencia de embriones (Botero-Herrera et al., 1984; Lavoir y Taverne, 1989; Ravindra et al., 1994; Dickie et al., 1999). En México, el uso de esta técnica en la

evaluación del comportamiento reproductivo caprino, aún bajo condiciones experimentales, ha sido limitada (Dickie et al., 1999; Padilla y Holtz, 2000a,b).

El presente estudio planteó como objetivo determinar, mediante rastreo ultrasonográfico transrectal, si el número de folículos, cuerpos lúteos y volúmen ovárico, muestran un comportamiento diferencial en los meses de Noviembre y Mayo, en cabras con 10 y 16 meses de edad, respectivamante. Un objetivo adicional incluyó el evaluar si la dinámica del crecimiento ovárico asi como la actividad ovárica de las variables en estudio muestran un comportamiento diferenciado en los ovarios izquierdo y derecho.

MATERIALES Y METODOS

Localización y condiciones ambientales. El estudio se realizó en la Unidad de Experimentación Caprina Sur, de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas-Universidad Autónoma Chapingo (URUZA-UACH). La Unidad se localiza entre las coordenadas UTM (Universal Transversa Marcator) 639,935 E y 2,864,331 N, correspondiendo a las coordenadas geográficas 103° 36' LO y 25° 53' LN, con una altitud de 1,117 msnm. El área posee clima seco BW, cálido, la precipitación media anual es 217.1 mm, con temperatura media anual de 22.3 °C.

Animales y sincronización del estro. Se utilizaron 21 cabras ¾ Saanen-Alpina ¼ Criollo, con un peso promedio al momento del primer rastreo ultrasonográfico, (Noviembre) de 21.4$\pm$1.50 kg y de 29.59$\pm$3.97 kg al momento del segundo rastreo (Mayo). La dieta de las cabras consistió de heno de alfalfa, con suplementación de maíz rolado y grasa de sobrepaso, adecuando sus requerimientos nutricionales de acuerdo al peso vivo (NRC, 1985). Previo a los dos rastreos ultrasonográficos, las cabras fueron estrualmente sincronizadas mediante la aplicación de una primera dosis de 0.9 mL animal^{-1} de luprostiol (Prosolvin®), el cual es un análogo a la prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$), con una segunda aplicación de luprostiol 11 días posteriores a la primera aplicación.

Análisis ultrasonográfico transrectal. Mientras que en el rastreo de Noviembre se utilizó un equipo Toshiba Medical Systems, Ltd, Crawley, UK. con transductor intracavitario de rastreo lineal de 7.5 MHz para uso veterinario y un monitor de alta resolución, durante el rastreo de Mayo se utilizó un equipo ultrasonográfico Pie Medical Equipment, Modelo 1120 (AJ Maastricht,

The Netherlands) con un transductor intracavitario de 5.0 MHz, ángulo de rastreo trapezoidal (axial, lateral y transverso), monitor de alta resolución y pedal de congelación de imágen. El número y diámetro de folículos (FO) y el número y diámetro de cuerpos lúteos (CL) presentes en los ovarios izquierdo y derecho durante los meses de Noviembre y Mayo fueron registrados y fotografiados. El volúmen ovárico total (VOV) fue calculado mediante la ecuación de la elipse (Caballero et al., 1998).

Análisis estadísticos. La distribución de la actividad en ovario izquierdo y derecho de las variables FO, CL y VOV, fué comparada mediante ji-cuadrada (Snedecor y Cochran, 1967). El efecto de la edad al primer (Época Reproductiva) y segundo rastreos (Época de Anestro) sobre FO, CL y VOV fueron evaluados mediante análisis de varianza. Todos los análisis utilizaron los procedimientos del SAS (1998).

RESULTADOS Y DISCUSION

Comportamiento de ovarios izquierdo y derecho. El promedio global para el número de FO fue 1.26±0.87 no existiendo diferencias (P>0.05) entre los ovarios izquierdo y derecho. Estos resultados coinciden con Terreau et al. (2000) quienes no encontraron diferencias (P>0.05) entre el número de FO de 2 a 5 mm observados en los ovarios izquierdo o derecho. Con respecto al número de CL, Aguilar-Caballero et al. (2000) reportaron mayor actividad (P<0.05) en el ovario derecho al evaluar tasa ovulatoria en caprinos, sin embargo, en el presente estudio no existieron diferencias (P>0.05), independientemente del mes (Noviembre vs. Mayo) o edad de la cabra (10 vs. 16 meses) en el cual se hubiera realizado el rastreo. Aún cuando se ha reportado que la posición de recumbencia dorsal es mas aplicable en ovinos con respecto a caprinos (Padilla y Holtz, 2000b), en el presente estudio no hubo problema al utilizar dicha posición, particularmente cuando la evalución se concretaba previo a los 10 minutos de iniciado el rastreo.

Cuadro 1. Medias (±) error estandar en hembras caprinas para peso vivo (kg), cuerpos lúteos (unidades), folículos (> & < a 5 mm, unidades), actividad ovárica (unidades) y volúmen ovárico total (mm^3) durante el ultrasonido realizado en la época reproductiva y la época de anestro en la Comarca Lagunera (26 LN)

	ÉPOCA REPRODUCTIVA (Noviembre)	ÉPOCA DE ANESTRO (Mayo)
Peso Vivo	21.4 ± 1.50 [b]	29.59 ± 3.97 [a]

Cuerpos lúteos	0.452 ± 0.66 [b]	1.38 ± 0.53 [a]
Folículos	1.142 ± 1.02 [b]	1.59 ± 0.73 [a]
Actividad ovárica	1.595 ± 0.96 [b]	2.97 ± 0.84 [a]
Volumen ovárico	2,441.58 ± 1,374.79 [b]	10,191.05 ± 2,124.91 [a]

[a,b] Valores con diferente literal entre rastreos, son significativamente diferentes (P<0.05)

Actividad ovárica en la época reproductiva y la de anestro. Con respecto al VOV, el promedio general observado en el rastreo de Noviembre fue 2,441.58 mm^3, observándose un incremento (P<0.001) del 417.39 % en el rastreo realizado en Mayo, al cuantificarse un promedio global de 10,191.05 mm^3 (Cuadro 1) El significativo incremento observado para esta variable, sugiere una aumentada actividad-sensibilidad del eje hipotalamo-hipofisiario-ovárico en las cabras con 16 meses de edad con respecto al rastreo efectuado en Noviembre, cuando las cabras solamente contaban con 10 meses, sugiriendo un posible efecto de la edad/peso vivo de la cabra o alternativamante, la presencia de anestro poco profundo durante el mes de mayo en la Comarca Lagunera. En efecto, el incremento tanto en VOV como en AO, FO y CL observados en Mayo, pudo deberse tanto al incremento del peso vivo como a una mayor madurez reproductiva logrados por las cabras a los 16 meses de edad, aún cuando dicho incremento se observó en presencia de fotoperíodos creciente, los cuales suelen ser fotoinhibitorios de la actividad reproductiva . Lo anterior es potencialmente interesante considerando que el segundo rastreo fue realizado a principios de Mayo, época del año catalogada como de limitada actividad reproductiva en la Comarca Lagunera debido a efectos de un incremento en el fotoperíodo.

CONCLUSIONES

No existieron diferencias (P>0.05) entre ovarios izquierdo y derecho con respecto al número de cuerpos lúteos, folículos o actividad ovárica total. Mientras que el volúmen ovárico total en Noviembre fue 2441.58±1374.79 mm^3, en el rastreo de Mayo, paralelo a un incremento (P<0.01) en el valor promedio de FO, CL y AO, el volúmen ovárico incrementó (P<0.001) un 417.49%.

Dicha tendencia es potencialmente interesante en el diseño de esquemas de apareamientos acelerados, ya que dicho rastreo se realizó en Mayo, mes considerado como de reducida actividad reproductiva en la Comarca Lagunera. Mientras que la frecuencia del transductor se relacionó positivamante con respecto a la capacidad de definición de estructuras

ováricas, se observó una relación negativa con respecto al número de minutos requeridos para hacer la evaluación ultrasonográfica.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-Caballero, A. J., Ortega-Pacheco, A., and J.F.J. Torres Acosta. 2000. Effect of a Single or Double Fluorogestone Acetate Vaginal Sponge on the Reproductive Performance of Criollo Goats in Mexico. Procc. VII International Conference on Goats. Tours, France. Tome I:467-468.

Aswad, A., M. S. S. Abdou, F. Al-Bayaty, and S. A. El-Sawaf. 1976. The Validity of the Ultrasonic Method for Pregnancy Diagnosis in Ewes and Goats. Zbl. Vet. Med. 23:467-474.

Basaran, D. 2000. Diagnosis of Ovulation Rate, Embryonic and Foetal Development by Transrectal Ultrasonography in Thewhite Goats, 7th International Conference on Goats, France, 15-21 May. Tome I: 482.

Basaran, D., S. Aslan, and G. Dellal. 2000. Ultrasonographic Study of Ovarian Follicular Dynamics in Superovulated and Nonsuperovulated White Goats 7th International Conference on Goats, France, 15-21 May. Tome I: 480.

Beal W. E., R. C. Perry, and L. R. Corah. 1992. The Use of Ultrasound in Monitoring Reproductive Physiology of Beef Cattle, J. Anim. Sci. 70:924-929.

Botero-Herrera, O., C. Gonzalez-Stagnaro, N. Poulin, and Y. Cognie. 1984. Diagnostico Precoz de Gestación en Cabras y Ovejas utilizando la Ecografía de Ultrasonido por Via Rectal. Proc. 10th Int. Cong. Anim. Reprod. Artif. Insem. Vol I:73.

Caballero, C. A., C. L. Martínez, y G. J. Bernardez. 1998. Tablas Matemáticas, Cuadragésima Sexta Edición, Editorial Esfinge, S. A. de C. V. Esfuerzo 18-A Naucalpan, Edo de México.

Dickie, A. M., C. Paterson, J. L. Anderson, and J. S. Boyd. 1999. Determination of Corporea Lutea Numbers in Booroola-Texel Ewes using Transrectal Ultrasound. Theriogenology. 51:1209-1224.

Fowler, D. G., and J. F. Wilkins. 1982. An Evaluation of Real Time Ultrasonic Scanners for Use in Identifying Litter Number in Pregnant Ewes. Animal Production in Australia. 14:491-494.

García, A., M. K. Neary, G. R. Kelly, and R. A. Pierson. 1993. Accuaracy of Ultrasonography in Early Pregnancy Diagnosis in the Ewe. Theriogenology 39:847-861.

Griffin, P. G., and O.J. Ginther. 1992. Research Applications of Ultrasonic Imaging in Reproductive Biology. J. Anim. Sci. 70:953-972.

Lavoir, M. C., and M. A. M. Taverne. 1989. The Diagnosis of Pregnancy and Pseudopregnancy, and the Determination of Fetal Number, by Means of Real-Time Ultrasound Scanning. Diagn. Ultras. Anim. Reprod. 13:89-96.

Meredith, M. J. and M. O. K. Madani. 1980. The Detection of Pregnancy in Sheep by A-Mode Ultrasound. Br. Vet. J. 136(4):325-330.

Padilla, G., and W. Holtz. 2000a. Follicular Dynamics in Cycling Boer Goats 7th International Conference on Goats, France, 15-21 May. Tome: 479

Padilla, G., and W. Holtz. 2000b. Pregnancy Detection by Transrectal and Transabdominal Ultrasonography in Goats, 7th International Conference on Goats, France, 15-21 May. Tome I: 483.

Ravindra, J. P., N. C. Rawlings, A. C. O. Evans, and G. P. Adams. 1994. Ultrasonographic Study of Ovarian Follicular Dynamics in Ewes during the Oestrous Cycle. J. Reprod. Fert. 101:501-509.

SAS, 1998. SAS/STAT User's Guide. (Release 6.03). SAS Institute, Inc. Cary, NC.

Schrick, F. N., and E. K. Inskeep. 1993. Determination of Early Pregnancy in Ewes Utilizing Transrectal Ultrasonography. Theriogenology. 40:295-306.

Snedecor, G. W., and W. G. Cochran. 1967. Statistical Methods. (6th Ed). The Iowa State Univ. Press., Ames.

Talukdar, S. R. 2000. Effect of Hormonal Induction on Ovary of Prepubertal Goats *(Capra hircus)* of Assam. 7th International Conference on Goats, France, 15-21 May. pp. Tome I: 462-464.

Terreau, G. A., E. González-Gómez, R. Cervantes, M. M. Teresa, Y M. C. Dueñas. 2000. Effect of Weaning Time and Lactating Kids on Postpartum Folicular Activity in Criollo Goats. VII International Conference on Goats. Tours, France. Tome II:744-746.

Thwaites, C. J. 1981. Development of Ultrasonic Techniques for Pregnancy Diagnosis in the Ewe. Anim. Breed. Abstr. 49(7):427-433.

USOS DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON EN AGRICULTURA

José Alfredo Samaniego Gaxiola

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna.
Blvd. Prof. José Santos Valdez # 1200 PTE. C. P. 27440 Matamoros, Coahuila
samaniego.jose@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

La diversidad biológica es tema de interés mundial, ya que representa un indicador de una agricultura sustentable (Resumen, 2001). En México, la diversidad biológica es tomada en cuenta en los términos de referencia de las convocatorias de investigación de instituciones mexicanas como SEMARNAT, particularmente el impacto que el cambio climático tiene sobre la biodiversidad. En países Europeos, existe una marcada atención en la relación biodiversidad de microorganismos del suelo con la agricultura orgánica y sustentable (Mäder, *et al* 2002). La biodiversidad también se ha relacionada con características especificas como el pH de los suelos incluyendo los suelos agrícolas y la genética de bacterias en suelos forestales (Fierer y Jackson, 2006; Torsvik *et al*., 1990).

Hasta ahora, se han generado una gama amplia de índices que miden la diversidad biológica - ecológica. Los fundamentos matemáticos de algunos índices de biodiversidad se han consignado en detalle (Danielo, 1998; Muller-Dombois & Ellenberg, 1974), así como algunas modalidades de su aplicación.

El Índice de diversidad de Shannon (*H'*). En términos matemáticos aplicados a los sistemas biológicos, éste índice (*H*) mide el reciproco de la probabilidad de recobrar a partir de una muestra un número de taxas (familias, géneros o especies) en una frecuencia determinada, e incluso, es posible aplicarlo utilizando técnicas moleculares de reconocimiento de especias a partir de su DNA (Bridge, 2001; Torsvik, 1990). Sí únicamente existe una especies en alguna frecuencia, entonces *H'* será 0. Conforme los agroecosistemas aumentan en complejidad, el número de taxas aumenta, entonces el índice adquiere valores por arribad o por debajo de la unidad. El cuadro 1, ejemplifica valor de *H'* para ocho agroecosistemas hipotéticos con diferentes abundancia y diversidad de especies. La diversidad de especies también llamada riqueza (S), sí se incrementa entonces *H'* se incrementará. Por tanto, el índice relaciona dos variables, diversidad de especies y frecuencia de ellas mismas con la probabilidad de

encontrarlas bajo un esquema de muestreo. El propósito de este escrito es mostrar el uso del índice de diversidad más comúnmente utilizado (*H'*) para hongos en los suelos agrícolas.

Cuadro 1. Frecuencia de especies en ocho agroecosistemas hipotéticos, y su índice de diversidad Shannon respectivo (*H'*)

	Frecuencia de las especies				Valores de *H'*
Número de agroecosistema	Hongos	Bacterias	Nemátodos	Ácaros	
1	10	0	0	0	0.0000
2	9	1	0	0	0.3251
3	5	5	0	0	0.6931
4	1	9	0	0	0.3251
5	1	1	8	0	0.6390
6	7	1	1	1	0.9404
7	5	5	5	5	1.3863
8	1	1	1	7	0.9404

MATERIALES Y METODOS

Dos series de datos se utilizaron para calcular *H'*. Las colonias de los géneros de hongos que fueron recobrados de tres suelos agrícolas de La Laguna fueron usados (Samaniego y Chew, 2006), cuadro 2. El otro juego de datos, proviene de la evaluación de residuos de soya incorporados en suelo en donde *Trichoderma* spp. tiene un efecto sobre varias especies de hongos en el suelo (Baird *et al*, 2003), cuadro 3. Con ambos juegos de datos se calcularon *H'* y sus intervalos de confianza al 95%. Para calcular *H'* se pueden usar géneros, especies o familias (taxas), y su cálculo requiere aplicar la formula siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} (pj) \ln (pj)$$

Donde *pj*= Proporción de individuos de taxa con respecto al total de individuos de todos los taxas; y, S = taxas registrados o riqueza.

$$\text{Error estándar de } (H') = \frac{\sum_{i=1}^{s} (ni) \ln (ni)^2 - [\sum_{i=1} (ni) \ln (ni)]^2 / N}{N^2}$$

Donde *ni* = número de individuos de cada taxa. N = Número total de individuos Intervalos de confianza para *H'* (95%) = *H'* ± (Error estándar (*H'*) * *t*). Donde *t* = valor de tablas con grados de libertad S-1 (taxas -1) con una confiabilidad del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 4, se indica que los géneros de hongos de los tres suelos tuvieron un *H'* distinto, aunque la menor diferencia en *H'* se presentó entre Tierra Blanca y San Jorge. En éstos dos suelos aparece el género *Trichoderma*, que aunque se ha aislado con anterioridad (Samaniego, *et al*., 1988) no es un hongo de suelos (desérticos o semidesérticos) ubicado sen climas cálidos secos (ref). El clima, el suelo, como las actividades agrícolas determinan la presencia de géneros específicos de hongo sen los suelos (Grishkan *et al*., 2000 y 2006; Klich, 2002; Leonard, 1957; Liu y Baker, 1980; Mazzola, 2000 y 2004; Nash y Snyder, 1965; Park, 1959; Smith y Snyder, 1971). La diversidad de géneros de hongos en los suelos estudiados aquí concuerda con los géneros encontrados en otras áreas del mundo con climas similares (Flanagan, 1981; Grishkan, 2000 y 2006), pero difieren debido a la presencia de géneros como *Trichoderma* y *Fusarium*.

Cuadro 2. Número de colonias de hongos aislados de tres suelos agrícolas en La Laguna, a partir de 150 muestras des suelo inoculadas en 450 placas

Taxas	Nombre del predio		
	Tierra Blanca	El Chupón	San Jorge
Drechslera	1		
Neoscosmospora	1		
Scytalidium		3	
Starkeomyces	1		
Stachybotris		1	
Colletotrichum			2
Humicola	2		
Chaetomium	3		
Phoma	3		
Stachybotrys	6		
Ulocladium	3		
Verticillium	3	1	
Ascochyta	2		
Curvularia	9		7
Scytalidium	8		
Scopulariopsis		14	
Torula	16		
Rhizoctonia	13		107
Mucor			22
Alternaria	25	5	17
Trichoderma	32		14
Drechslera		34	
Micelio esteril	59		
Rhizopus	63	31	104
Mortierella	65		
Aspergillus	84	211	357
Mucor		87	
Penicillium	108	1605	471
Doratomyces		108	7

Cladosporium	162		97
Gilmaniella	342		
Fusarium	623	1703	576

Fuente: Samaniego y Chew, 2006.

Cuadro 3. Media de aislamientos frecuencia (%) de *Macrophomina phaseolina* y otros hongos aislados del suelo de 7.6 a 25.4 cm, en diferentes fechas

Taxas	Fecha de aislamiento						
	Dic 2	Feb 4	Abr 6	Jun 8	Ago 10	Oct 12	Dic 14
Macrophomina phaseolina	24.7	15.5	13.6	10.3	6.8	4.9	0.3
Total Fusarium spp.	25.2	26.8	19.6	16.3	7.5	7.0	6.5
F. oxysporum	6.9	6.8	9.7	6.9	4.4	3.1	2.3
F. pallidoroseum	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F. sambucinum	3.6	4.5	4.1	4.0	1.6	1.1	1.8
F. solani	14.3	6.3	5.5	4.2	0.9	2.8	4.5
Melanospora	2.3	0.8	2.7	10.3	0.0	3.6	1.5
Phomopsis/Diaporthe	9.7	3.9	0.3	0.3	2.3	4.6	0.2
Pythium	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.9	1.4
Rhizoctonia solani	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
Trichoderma	18.2	26.8	22.3	29.2	38.8	55.5	60.8

Fuente: Baird, 2003.

Cuadro 4. Riqueza (S) o número de géneros de hongos del suelo de Tierra Blanca (TB), El chupón (CH) y San Jorge (SJ), y su índice de diversidad de Shannon *H'*

Variable	TB	CH	SJ
S	24	12	12
H'	2.01 (2.06 - 1.94)*	1.192 (1.22 – 1.15)	1.72 (1.76 -1.67)

* Números entre paréntesis representan los intervalos de confianza al 95%.

Cuadro 5. Índice de diversidad de Shannon *H'* y sus intervalos de confianza (superior IC *H'* +) e inferior (IC *H'* -) de los hongos del suelo señalados en el cuadro 3

	Fechas que se efectuaron los asilamientos						
	Dic 2	Feb 4	Abr 6	Jun 8	Ago 10	Oct 12	Dic 14
H'	1.85	1.87	1.88	1.74	1.43	1.30	0.94
IC H' +	1.92	1.94	1.95	1.82	1.50	1.38	1.02
IC H' -	1.77	1.79	1.80	1.67	1.35	1.23	0.86

	A*	A	A	B	C	C	D

* Letras distintas denotan *H'* estadísticamente diferentes.

Probablemente, *Trichoderma* y *Fusarium* estén siendo favorecidos por la actividad agrícola que se efectúa en los tres suelos. Muchas especies del género *Trichoderma* son depredadoras de una gama amplia de hongos que habitan el suelo y atacan a plantas, como *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Macrophomina* y otros (Chet y Baker, 1981; Baird *et al*., 2003). Por ello, es relevante el estudio de condiciones y manejo de suelo agrícola con relación a *Trichoderma*, hongo que en algunos suelos determina la baja incidencia de hongos que atacan a plantas (Chet y Baker, 1981). En el cuadro 3, se aprecia que la población del género *Trichoderma* se incrementa conforme avanza las fechas de muestreo, mientras que las especies de hongos que atacan a plantas disminuyen; es decir, *Trichoderma* restringe la presencia de hongos perjudiciales para los cultivos agrícolas. La disminución de las especies de hongos (cuadro 3, tanto en presencia como en frecuencia) se ve reflejada también con los índices de diversidad *H'*, los cuales disminuyen conforme las fechas de muestreo avanza, cuadro 5. Por tanto, al disminuir las especies o frecuencia (menor población) de hongos en suelo se traducirá en una disminución del índice de *H'*. El índice de diversidad de Shannon (*H'*) puede implementarse en una amplia gama de condiciones ecológicas, igualmente para detectar cambios de diversidad de especies, géneros o familias en ecosistemas terrestres o marinos (Danielo, 1988), así como para detectar el impacto de actividades agrícolas en el suelo, como en los dos ejemplos expuestos en éste trabajo. Una mayor diversidad de organismos denota ecosistemas maduros (Odum, 1969), en los cuales la transferencia de energía es más eficiente. En términos agrícolas, la diversidad de microorganismos del suelo no solo podría ayudar restringir a microorganismos perjudiciales para plantas, también hacer más eficiente la toma de fertilizantes por las plantas (Mäder, 2002).

Por todo ello, actualmente se investiga como establecer ciertos cultivos y su manejo para inducir mayor diversidad de microorganismos en suelo o estructuras microbianas específicas, enfocándose a una agricultura orgánica y sustentable.

CONCLUSIONES

El índice de diversidad de Shannon (*H'*) detectó diferencias en la estructurad e géneros o especies de hongo sen suelos agrícolas. Por tanto, podría utilizarse para evaluar el impacto de diferentes manejos de suelo en diferentes cultivos.

BIBLIOGRAFIA

Baird, R. E., Watson, C. E., and Scruggs, M. 2003. Relative longevity of *Macrophomina phaseolina* and associated mycobiota on residual soybean roots in soil. Plant Dis. 87:563-566.

Bridge, P. and Spooner, B. 2001. Soil fungi: diversity and detection. Plant and Soil 232: 147–154.

Chet, I. and Baker, R. 1981 Isolation and biocontrol potential of *Trichoderma hamatum* from soil naturally suppressive of *Rhizoctonia*. Phytopathology 71: 286-290.

Danielo, O. 1998. Subsidios al uso del índice de diversidad de Shannon. En: Congreso Latinoamericano. IUFRO, 1, Valdivia-Chile. , 1998. Tema 3. CD-ROM.

Fierer, N.. and Jackson, R. B. 2006. The diversity and biogeography bacterial communities. Proceedings of the National Academy of Sciences 103: 626–631.

Flanagan, P.W. 1981. Fungal taxa, physiological groups and biomass: a comparison between ecosystems. *The fungal community*. Wicklow, D.T. & G. C. Carroll. Marcell Dekker. Nueva York. pp: 569-592.

Grishkan, I., Zaady, E. and Nevo, E. 2006. Soil crust microfungi along a southward rainfall gradient in desert ecosystems. European Journal of Soil Biology 42:33–42

Grishkan, I., Nevo, E., Wasser, S. P. and Pavlicek, T. 2000. Spatiotemporal distribution of soil fungi in "Evolution Canyon", Lower Nahal Oren, Carmel National Park, Israel. Israel.Journal of Plant Sciences 48: 318-330.

Klich, A. M., 2002. Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter. Mycologia 94: 21–27.

Leonard, H. J. 1957. Soil mycoflora associated with continuous cropping of corn, oats, and wheat. The Ohio Journal of Science 57: 203-211.

Liu, S. and Baker, R. 1980. Mechanism of biological control in soil suppressive to *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 70: 404-412.

Mazzola, M. 2004. Assessment and management of soil microbial community structure for disease suppression. Annual Review of Phytopathology. 42: 35-59.

Mazzola, M. and Gu, Yu-Huan. 2000. Impact of wheat cultivation on microbial communities from replant soils and apple growth in greenhouse. Phytopathology 90:114-119.

Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. and Niggli, U., 2002 : Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296: 1694-1697.

Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons. New York. 547 p.

Nash, S. M. and Snyder, W. C. 1965. Quantitative and qualitative comparisons of *Fusarium* populations in cultivated fields and noncultivated parent soils. Can. J. Bot. 43: 939-945.

Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. Science 164: 262-270.

Park, D. 1959. Some aspects of biology of *Fusarium oxysporum* Schi. in soil. Annals of Botany 23: 35-49.

Resumen. 2001. Indicadores de la biodiversidad agrícola. Actas de la reunión de expertos de la OCDE. Zurich, Suiza. (véase: http://www1.oecd.org/agr/biodiversity/index.htm).

Samaniego, G. J. A. y Chew, M. Y. 2006. Diversidad de géneros de hongo del suelo en campos agrícolas en La Laguna, México. Revista Mexicana de Biodiversidad (sometido a evaluación).

Samaniego, G. J. A., Ulloa, S. M. y Herrera, S. T. 1988. Micobiota del suelo en huertas de nogal atacadas por *Phymatotrichum omnivorum*. Revista Mexicana de Micología 4: 43-57.

Shipton, P. J. 1977. Monoculture and soilborne plant pathogens. Annual Review of Phytopathology 12: 387-407.

Torsvik, V., Goksøyr, J. and Daae, F. L. 1990. High diversity in DNA of soil bacteria. Applied Environtal Microbiology 56: 782–787.

PRODUCCIÓN DE ALFALFA, ABONADA CON ESTIÉRCOL BOVINO

Enrique Salazar Sosa[1], Héctor Idilio Trejo Escareño[1], Cirilo Vázquez Vázquez[1], José Dimas López M[1]., Ignacio Orona Castillo[1], Rafael Zúñiga Tarango[1].

Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

INTRODUCCIÓN

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 los productores, debido a sus atributos Bromatológicos, que elevan su valor forrajero por su contenido de proteína cruda (19.5 %) así como su disponibilidad como forraje fresco durante todo el año y en especial para la producción láctea, por ser esta Región una de las principales Cuencas Lecheras del país. El principal factor limitante de la producción alfalfera, son los altos costos de energía eléctrica por extracción del agua para riego, así como manejo deficiente del cultivo que acorta la vida útil del cultivo, 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. Otra limitación que afecta la capacidad productiva del cultivo, es la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, principalmente el nitrógeno y el fósforo, debido a que las características de los suelos dominantes en la Región 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 et, al,. (1986) concluye que la aplicación de estiércol tuvo efectos significativos positivos sobre el rendimiento de ballico anual todos los años y cortes

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizo en tres localidades de la comarca Lagunera la cual se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. Se encuentra ubicada en los meridianos 102° 22‘ y 104° 47‘ longitud Oeste, y los paralelos 24° 22‘ y 26° 23‘ latitud Norte. La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 m. Según la clasificación de Koppen modificado por García (1981), el clima es seco desértico o estepario cálido con lluvias en el verano e inviernos frescos. La precipitación pluvial es de 258 mm y la temperatura media anual es de 21º C con rangos de 33.7 como máximo y 7.5 como mínimo. La evaporación anual media aproximadamente es de 2,000 mm.

Los Espacios de exploración que se estudiaron son: tres variedades (CUF 101, sundor y altaverde) en tres localidades (Fresno del Norte, Coah.; Venecia y Horizonte, Dgo.) con cuatro tratamientos de estiércol (40, 80, 120 y 160 ton ha^{-1}), un testigo con fertilizante químico (30-100-00) y un control con cero aplicación. Para obtener la mayor información teórica posible y comparar la efectividad de los productos desde el punto de vista estadístico se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas y 3 repeticiones. Un análisis estadístico fué realizado mediante el paquete SAS (Statistical analysis system). La siembra se llevo a cabo en Marzo.

La aplicación del estiércol fue un mes antes de la siembra, con la finalidad principal de que el estiércol se mezclara con el suelo y así tener a una profundidad de 20 cm una cama de siembra con el estiércol incorporado, el estiércol que se utilizó fué estrictamente de bovino. 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. Utilizando un Kc promedio para la alfalfa de 0.8.

El muestreo de planta se llevó a cabo por corte para determinar por unidad experimental Materia seca, Materia verde, Extracción de nutrientes (P, K, N, Ca, Mg,), Análisis Bromatológico (% Proteína, Energía metabolizable, % Fibra).

Para el análisis de suelo se tomaron muestras por sitio experimental a la profundidad de 0-30 cm. para determinarles sus características físicas y químicas (textura, temperatura, pH y M.O., Conductividad eléctrica)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como el estiércol en su composición no solo lleva la parte sólida que desecha el animal, sino también otras sustancias como la orina, paja, etc., es importante tener una referencia lo mas completa posible de todos los elementos solubles e intercambiables y así estar en condiciones de explicar los posibles cambios físicos, químicos y biológicos que ocurrirán en el suelo después de la aplicación del estiércol. Por ejemplo el Porciento de sodio intercambiable es extremadamente alto y rebasa los límites permisibles en el suelo (15 %). Otro factor es la conductividad eléctrica la cual está en un rango de 5.52 a 7.72 Dsm^{-1}, rebasa también los límites permisibles en el suelo (cuadros 1 y 2), esto indica que la concentración salina del estiércol es alta debido a las dietas que se les dá a los animales la cual es muy rica en sales. Esto justifica aun mas este estudio porque dosificar y observar la biodegradación del estiércol es ya una necesidad en la Laguna, ya que el productor de leche lo está aplicando en cantidades muy altas hasta mas de 200 ton ha^{-1} y esto saliniza al suelo pero lo mas critico es que lo sodifica, contaminando este recurso con efectos reversibles pero de recuperación muy costosa.

Cuadro 1. Características químicas (solubles) del estiércol. 2003.

Número Muestra	Profundidad cm	pH	Ca Meq/l	Mg Meq/l	Na Meq/l	RAS	PSI	C.E. dSm^{-1}
1	0-15	8.09	4.04	0.74	31.52	20.4	22.4	6.87
2	15-30	8.2	4.11	0.68	32.17	20.8	22.7	7.72
3	30-45	8.27	4.1	0.61	31.35	20.4	22.4	7.76
4	45-60	8.04	3.96	0.67	32.87	21.6	23.4	5.52

Cuadro 2. Características químicas (intercambiables) del estiércol bovino. 2003.

Número Muestra	Prof Cm	NT %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %	Mn ppm	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm	Bo ppm
1	0-15	1.51	0.356	3.27	3.38	0.71	0.97	560	10960	200	49	390
2	15-30	1.39	0.388	3.32	3.47	0.76	1.02	620	12300	198	45	450
3	30-45	1.3	0.344	3.4	3.41	0.72	1.07	600	11250	206	53	410
4	45-60	1.27	0.358	3.3	3.31	0.71	0.98	590	11200	198	47	400

La producción de forraje verde mostró diferencias estadísticas para los tratamientos de estiércol en la localidad de Fresno del Norte, no así para variedades, dándose las producciones mas altas en los cortes 7, 6 y 5 (15 abril, 4 de marzo y 15 enero respectivamente), con producciones de hasta 18.7 ton ha^{-1} para la variedad Altaverde en el corte siete, 18. 26 7 ton ha^{-1} para las *Va*r. Altaverde y CUF 101 en el corte seis y 16.95 ton ha^{-1} para la *Var*. Altaverde en el corte cinco. Con respecto a tratamientos de estiércol, en el corte siete sobresalió el tratamiento B5 (160 Ton Ha^{-1} de estiércol) con 20.9 ton de forraje, seguido del tratamiento B3 (80 Ton Ha^{-1} de estiércol) con 19.8 ton de forraje; en el corte seis los tratamientos B5 y B3 se comportaron igual con 20.3 ton ha^{-1} de forraje; en el corte cinco fue el tratamiento B4 (120 Ton Ha^{-1} de estiércol) el mas sobresaliente con 20.5 ton ha^{-1} de forraje (cuadro 3). En la localidad CAE-FAZ-UJED se muestran diferencias para tratamientos de estiércol y para variedades en algunas fechas de corte, teniendo las mas altas producciones en el corte 7 (20 enero 2004) siendo superior la *Var.* Altaverde con 28.6 ton ha^{-1} de forraje. En cuanto a tratamientos de estiércol fue mejor el tratamiento B3 (80 ton ha^{-1} de estiércol) que obtuvo 27.5 ton ha^{-1} de forraje (cuadro

4). En Horizonte existen diferencias para variedades, sin embargo para tratamientos de estiércol mostró diferencias solo en una fecha de corte (cuadro 5).

Cuadro 3. Medias por corte de alfalfa para las Variedades y tratamientos de estiércol. Fresno del Norte, Coah. 2003.

Tratamiento	Forraje verde Ton ha^{-1}							
Variedad	1° corte	2° corte	3er corte	4° corte	5° corte	6° corte	7° corte	8° corte
CUF 101	11.93a	11.07 a	12.80 a	7.01 a	16.88a	18.27 a	18.21 a	18.15a
Sundor	12.92a	10.97 a	14.83 a	7.34 a	15.30a	17.53 a	17.40 a	17.28a
Altaverde	12.41a	10.49 a	14.33 a	7.16 a	16.95a	18.26 a	18.70 a	19.15a
DMS	4.0925	2.0381	6.4491	0.9931	4.163	4.5785	2.1186	1.667
Estiércol								
0 Ton Ha^{-1}	12.5a	10.8 a	14.3 a	5.8 a	12.9 c	13.8 b	14.5 c	15.1 a
40 Ton Ha^{-1}	13.2 a	11.2 a	15.2 a	7.7 a	15.1 b	18.4 a	18.8 b	19.1 a
80 Ton Ha^{-1}	12.1 b	9.8 b	14.4 a	7.8 a	17.0 b	20.3 a	19.8 a	19.5 a
120 Ton Ha^{-1}	11.8 a	11.1 a	12.6 a	7.2 a	20.5 a	19.5 a	19.1 a	18.6 b
160 Ton Ha^{-1}	10.8 a	10.8 a	14.3 a	7.4 a	18.7 a	20.4 a	20.9 a	21.0 a
30-100-00	11.4 c	11.4 a	13.2 a	7.2 a	14.1 c	15.4 b	15.5 a	15.8 a
DMS	1.67	0.93	2.6	2.4	3.5	2.5	2.1	2.9

Cuadro 4. Medias por corte de alfalfa para las Variedades y tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED. 2003.

Tratamiento	Forraje verde Ton ha^{-1}							
Variedad	1° corte	2° corte	3er corte	4° corte	5° corte	6° corte	7° corte	8° corte
CUF 101	20.1 a	13.5 a	12.3 a	11.1 a	11.2 a	7.4 a	26.6 a	17.0 a
Sundor	20.3 a	14.2 a	13.5 a	10.0 a	10.4 a	7.1 a	23.9 a	16.2 a
Altaverde	21.7 a	14.6 a	12.3 a	10.2 a	11.0 a	7.1 a	28.6 a	13.0 b
DMS	3.4	3.2	3.2	2.5	2.0	0.99	4.5	3.0
Estiércol								
0 Ton Ha^{-1}	20.4 a	12.4 b	12.2 a	10.6 b	10.2 b	6.9 a	28.7 c	14.4 a
40 Ton Ha^{-1}	22.6 a	13.5 a	10.6 c	9.2 c	11.9 a	7.2 a	25.0 b	14.7 a
80 Ton Ha^{-1}	21.4 a	15.4 a	15.2 a	11.4 a	10.9 a	7.3 a	27.5 a	17.4 a
120 Ton Ha^{-1}	18.6 b	15.2 a	12.4 b	11.9 a	11.1 a	7.4 a	25.7 a	15.8 a
160 Ton Ha^{-1}	21.4 a	15.5 a	11.3 c	9.5 c	10.7 b	7.2 a	25.4 a	15.7 a
30-100-00	19.9 c	12.5 b	12.4 b	9.9 c	10.3 b	7.1 a	25.8 a	14.5 a
DMS	6.3	3.9	6.9	2.5	1.1	2.4	11.8	4.5

Cuadro 5. Medias por corte de alfalfa para las Variedades y tratamientos de estiércol. Horizonte, Dgo. 2003.

Tratamiento	Forraje verde Ton ha^{-1}							
Variedad	1° corte	2° corte	3er corte	4° corte	5° corte	6° corte	7° corte	8° corte
CUF 101	24.8 a	14.9 a	10.4 a	16.7 b	14.0 b	19.9 a	16.8 b	15.5 a
Sundor	32.1 a	15.3 a	10.9 a	19.4 a	15.2 b	23.4 a	19.4 a	17.3 a
Altaverde	32.1 b	14.8 a	13.4 b	20.1 a	10.1 a	23.7 a	20.0 a	17.9 b
DMS	6.96	3.41	2.63	1.91	4.84	2.87	3.23	3.80
Estiércol								
0 Ton Ha^{-1}	28.9 a	13.8 a	7.2 b	16.7 b	12.6 b	21.4 a	16.8 b	14.7 c
40 Ton Ha^{-1}	32.1 a	15.9 a	15.0 a	21.0 a	17.3 a	24.0 a	20.9 a	18.9 a
80 Ton Ha^{-1}	28.7 a	16.5 a	11.0 b	18.7 b	15.4 b	22.6 a	18.8 b	17.2 a
120 Ton Ha^{-1}	26.8 a	14.8 a	12.0 b	17.8 b	14.9 b	20.8 a	17.7 b	16.4 b
160 Ton Ha^{-1}	31.2 a	15.2 a	13.8 a	20.1 a	16.4 a	23.2 a	20.0 b	18.1 a
30-100-00	29.9 a	14.0 a	10.7 b	18.2 b	14.3 b	21.4 a	18.1 b	16.2 b
DMS	11.29	2.59	5.15	3.20	6.46	6.05	6.18	6.13

Con respecto a la extracción de nutrientes. En la extracción de nitrógeno, los análisis de varianza muestran diferencia estadística para localidad, tratamientos de estiércol y fecha de corte, las mas altas extracciones de hasta 197 kg ha^{-1} se presentaron a partir del 5° corte en los tratamientos de 80 y 160 ton ha^{-1} de estiércol (figura 1). El fósforo muestra su mayor extracción a partir del 6° corte con valores de hasta 15 kg ha^{-1} en los tratamientos de 160, 80 y 40 ton ha^{-1} (figura 2), el potasio muestra su mayor extracción en los tratamientos de estiércol a partir del 6° corte (figura 3).

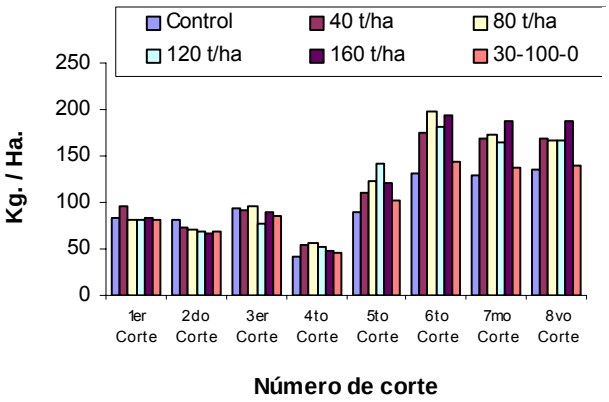


Figura 1 . Extracción de Nitrógeno.

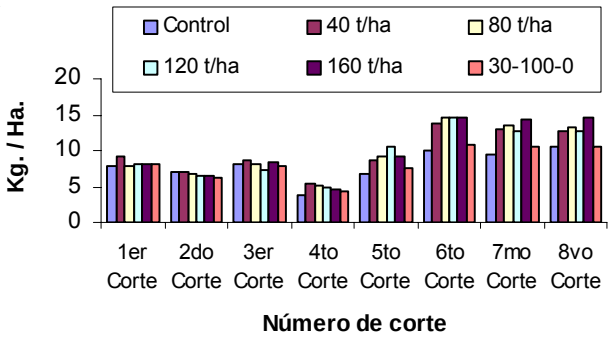


Figura 2. Extracción de fósforo

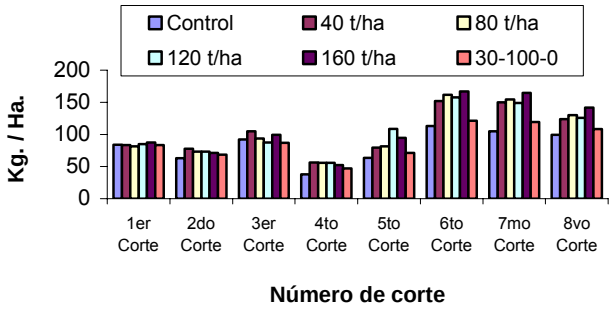


Figura 3. Extracción de Potasio.

BIBLIOGRAFÍA

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

Cokke, G.W. 1983. Fertilización para Rendimientos Máximos. Editorial Continental, S.A. de C.V. México, D.F.

Fassbender, W.H. 1975. Químicas de Suelos con Énfasis en Suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.

Fassbender, W. H. 1980. Química de Suelos. De .I.I.C.A. San José, Costa Rica.

Fixen,P.E.,Groven, J.H. 1990. Testing Soils for Phosphorus. In Soil Testing and Plant Analysis. Third Edition. Soil Science Society of America Inc. Madison, Wisconsin, U.S.A. P. 141-172.

García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Editorial Larios. 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.

Juscafresa, B. 1980. Forrajes, Fertilizantes y Valor Nutritivo. Editorial Aedos, México, D.F.

Rodríguez, S.F. 1989. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. AGT Editor. México, D.F.

CONTROL DE HONGOS EN EL SUELO EN CONDICIONES DE CAMPO PARA TOMATE EN UN SUELO DE LA COMARCA LAGUNERA

Olague, R.J[1]., Zamudio,A.G[2]., Maltos,B.J[3]., Aldaco,N.R.A[1]., Montemayor, T.J.A[1]., Fortis, Hdz.M[1].

[1]Profesor-Investigador del I.T. de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro Km. 7.5, Torreón Coah. Correo electrónico jolaguer24@hotmail.com [2] Alumno de la carrera de Ingeniería en Agronomía del I.T.T. [3]Técnico de la empresa Hortalizas de la Laguna, S.A. de P.R. de R.L. de C.V.

INTRODUCCION

El Jitomate o "tomate rojo" (***Lycopersicom esculentum***) es una de la especie hortícola más importante de nuestro país debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37 por ciento del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16 por ciento del valor total de las exportaciones agropecuarias, solos superados por el ganado vacuno. (SAGARPA, 2005); Este cultivo representa una de las fuentes de empleo rural mas importante en México, dado el carácter intensivo en el uso de mano de obra que lo caracteriza (Muñoz, 1995).

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo; la temperatura óptima oscila entre 20 y 30 ºC durante el día y entre 12 y 17 ºC durante la noche; La humedad relativa oscila entre un 60 y 80 por ciento, humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación debido a que el polen se compacta abortando parte de las flores (Castilla, 2001).

El tomate juega un papel importante en el sistema de producción agrícola de la Comarca Lagunera, pero se afectan los rendimientos por múltiples causas, destacando el factor fitosanitario; uno de los problemas principales, lo constituyen los hongos del suelo que afectan las raíces de las plantas, ocasionando pérdidas que alcanzan niveles del 35 por ciento en algunos predios (Valdez, 1994).

El tomate esta expuesto a enfermedades, que afectan considerablemente la economía del productor, provocando pérdidas en la producción, las principales enfermedades fungosas que se presentan son: Cenicilla u oidio (***Leveillula taurica***), Podredumbre gris botritis (***Botrytis cinerea***), Podredumbre blanca (***Sclerotinia sclerotiorum***), Mildiu (***Phytophthora***), Alternariosis del tomate (***Alternaria solani***), Fusarium (***Fusarium oxyporum, F. sp.***), Damping-off (***Fusarium, Phytophthora y Rhizoctonia***) y Verticillium (***Verticilium dahliae***), (Marquina y

Del Moral, 2001). La fumigación del suelo con bromuro de metilo es una practica muy común contra enfermedades en el suelo, la aplicación se hace en suelo cubierto con polietileno, dejando actuar al fumigante durante 48 horas y luego se ventila el suelo durante siete días antes de sembrar, la semilla para siembra es tratada con protectante como: Daconil, Arasan 75, P.C.N.B, Terrasan 75, Captán, etc. (Watterson ,1985).

Vademécum Agrícola, (2004) los productos Biorgan SF (Bioacondicionador orgánico) y Busan 30 wb (TCMTB) son considerados de amplio espectro para el control de hongos en el suelo; el Metam sodio (BL 1480) considerado también de amplio espectro en dosis elevadas (150 ml/50 lt de agua).

El propósito del presente trabajo en macetas, fue evaluar fungicidas de tipo orgánico y químico en la población de hongos fitopatogenos presentes en el suelo.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevo acabo en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, en la Pequeña Propiedad San Isidro, ubicada en carretera Rosita – Finisterre, km. 9, tiene una altura de 1,250 msnm, su clima en verano va de semi – cálido a seco y en invierno de semi – frió a frió, el periodo de lluvia es de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992). La colecta de suelo utilizado en el presente estudio se efectuó en un predio con historial de problemas fuertes de plantas afectadas por hongos del suelo, en la parte central de la calle, entre las camas del cultivo de tomate; posteriormente se homogenizo y se colectó una muestra de 200 gr de suelo. Para cuantificar el tipo de hongos presentes en el suelo, se enviaron 18 muestras de 200 gr de suelo al laboratorio antes de la aplicación de los tratamientos. La cuantificación e identificación se realizo con la metodología siguiente; la siembra por diluciones en medios de cultivo PDA y V-8 AGAR; siembra de materia orgánica en medios de cultivo PDA y V-8 AGAR, posteriormente incubación, preparación de laminillas e identificación y cuantificación de Unidades Formadoras de Colonias por kilogramo de suelo (ufc/kg), arrojando los resultados siguientes: ***Fusarium oxyporum*** 600, ***Fusarium solani*** 1450, ***Fusarium culmorum*** 900, ***Cladosporium sp*** 350, ***Alternaria alternata*** 200, ***Alternaria sp*** 400, ***Pythium sp*** 1500, ***Rhizoctonia solani*** 200, ***Phytophthora sp*** 200 ufc/kg de suelo respectivamente.

Se establecieron 18 tratamientos (Cuadro 1) con cuatro repeticiones, utilizando bolsas de polietileno de color negro de tres Kg. con perforaciones en su base. En cada bolsa se agregaron 2 kilos de suelo, en las cuales se trasplanto planta de tomate variedad Saladett y posteriormente se aplicaron los tratamientos. A los 20 días después de la aplicación de

tratamientos se muestreo de nuevo el suelo de cada tratamiento y se envió al laboratorio para su cuantificación y análisis.

Cuadro 1. Relación de tratamientos y dosis aplicadas en maceta.

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis / ha	Lt/ha	Dosis aplicada
1. Testigo				
2.Soil gard	*Gliocadium virens* GL- 21	0.454 kg / 387 lt de agua		0.454 kg / 387 lt de agua
3. Promyl	Benomilo	0.5 kg		50 gr
4. Pentaclor 600 F	PCNB		15 lt	1.5 lt
5. Tecto 60	Tiabendazol	3 kg		300 gr
6.Manzate	Mancozeb	3 kg		300 gr
7.Previcur	Propamocarb		1.5 lt	150 ml
8.Bioxer 1000			20 lt	2 lt
9. Busan 30 Wb	TCMTB		4 lt	400 ml
10.Agua madre	Carbacrol+timol			1lt / 6 lt agua
11.Agua madre	Carbacrol+timol			1lt / 8 lt agua
12.Agua madre	Carbacrol+timol			1lt /10 lt agua
13. Microsoil	levaduras, mesofilicos, anaerobio			90 ml/50 lt de agua
14. Biorgan sf				200 ml/50 lt de agua
15.Desfan 100				20 ml/20 lt de agua
16.Metam sodio	BL-1480			100 ml/50 lt de agua
17.Metam sodio	BL-1480			125 ml/50 lt de agua
18.Metam sodio	BL-1480			150 ml/50 lt de agua

El trabajo se estableció con un diseño completamente al azar analizando los resultados de las medias obtenidas en cada tratamiento, se utilizó el paquete estadístico de la Facultad de Agronomía de la UANL (Olivares, 1994). La variable que se evaluó fueron el número de unidades formadoras de colonias por kg de suelo por tipo de hongos. La cuantificación se realizo a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio de las muestras de suelo, los tratamientos T9(Busan 30Wb),T14(Biorgan SF),T18(Metam Sodio en su dosis mas elevada) no presentaron unidades formadas de colonias por kg de suelo de hongos fitopatogenos (Figura 1), actuando como fungicidas de amplio espectro de acuerdo con Vademécum agrícola (2004). Los tratamientos T6 (Manzate) y T12 (Carbacrol+timol), se manifestaron en forma general en seguida de los ya mencionados, y los tratamientos T4 (Pentaclor) y T15 (Desfan 100) presentaron el menor control sobre los patógenos en el suelo.

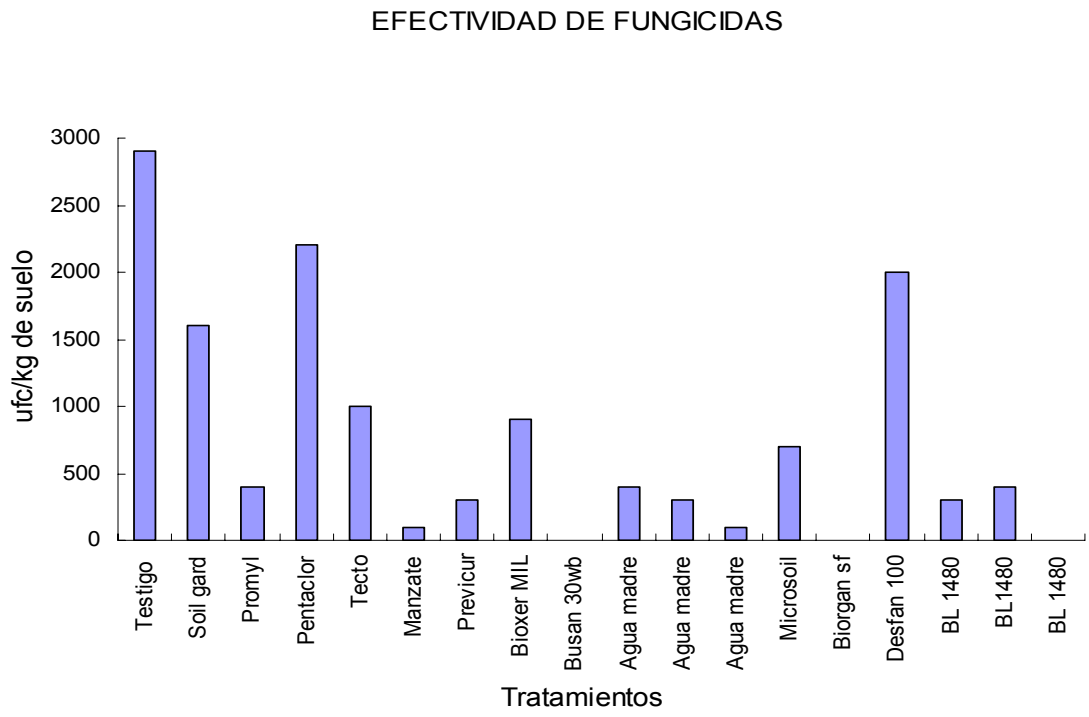
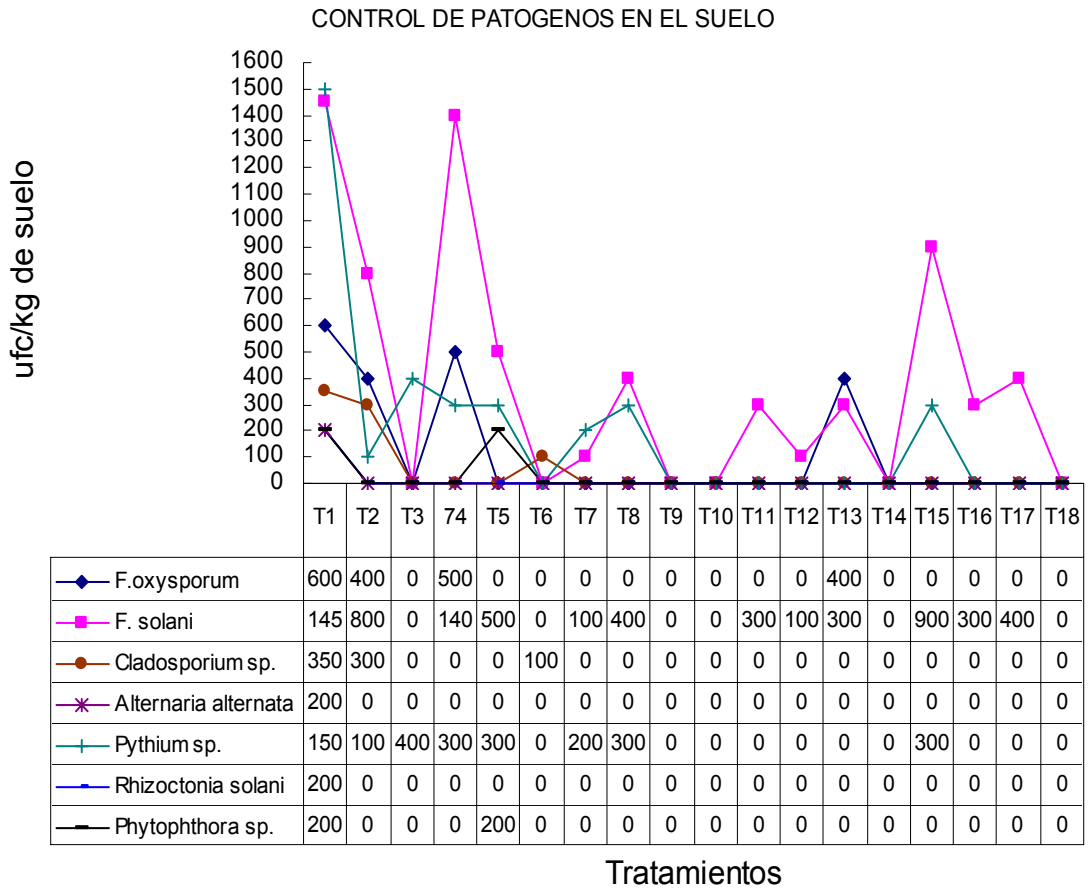


Figura 1. Niveles de control de hongos en el suelo mediante diferentes tratamientos.

La Figura 2 presenta el nivel de control de hongos en el suelo, que presentaron los diferentes tratamientos aplicados; respecto a ***Fusarium oxyporum*** los mejores tratamientos fueron Promyl, Tecto, Manzate, Previcur, Bioxer 1000, Busan 30wb, Agua madre (Carbacrol+timol) en sus tres dosis, Biorgan sf, Desfan 100 y BL 1480 en sus tres dosis respectivamente, no se encontraron ufc/Kg. de suelo; los tratamientos Pentaclor, Soil gard y microsoil los niveles mas elevados del patógeno.



	T1	T2	T3	74	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
F.oxysporum	600	400	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0
F. solani	145	800	0	140	500	0	100	400	0	0	300	100	300	0	900	300	400	0
Cladosporium sp.	350	300	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alternaria alternata	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pythium sp.	150	100	400	300	300	0	200	300	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0
Rhizoctonia solani	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phytophthora sp.	200	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 2. Niveles de control de hongos en el suelo mediante los tratamientos en estudio.

En el control de ***Fusarium solani*** los tratamientos de Promyl, Manzate, Busan 30 wb, Agua madre (extracto de orégano) en su dosis mas alta, Microsoil, Biorgan sf, y BL 1480 en su dosis mas alta presentaron los niveles mas altos de control, comportándose estadísticamente igual ($\alpha = 0.05$), y el Pentaclor presento los niveles mas bajos. Los resultados encontrados en el control de ***Cladosporium sp*** los tratamientos Promyl, Pentaclor, Tecto, Previcur, Bioxer 1000, Busan 30wb, Agua madre (extracto de orégano) en sus tres dosis, Microsoil, Biorgan sf, Desfan 100 y BL 1480 en sus tres dosis respectivamente, no presentaron ufc/Kg. de suelo y el Soil gard se manifestó estadísticamente ($\alpha = 0.05$) en forma diferente a los demás con el nivel mas bajo de control. Respecto a ***Alternaria alternata*** todos los tratamientos se comportaron estadísticamente igual ($\alpha = 0.05$) controlando satisfactoriamente al hongo; para ***Alternaria sp.*** el comportamiento de los tratamientos fue similar que con ***A. alternata*** con excepción del tratamiento Agua madre (extracto de orégano) a la dosis de 1 lt\6 lt de agua que no presento control. Para ***Pythium sp.*** los tratamientos de Manzate, Busan 30 wb, Agua madre (extracto de

orégano) en sus tres dosis, Microsoil, Biorgan sf, y BL 1480 en sus tres dosis, fueron los mejores tratamientos; el Promyl presento el valor mas bajo de control. Para el control de ***Rhizoctonia solani*** todos los tratamientos aplicados presentaron un control satisfactorio del hongo, comportándose estadísticamente igual (α = 0.05). Sobre el hongo ***Phytophthora sp*** se observa que el testigo y Tecto no mostraron control sobre el hongo y estadísticamente (α = 0.05) se comportaron igual; el resto de los tratamientos no presentaron ufc/kg de suelo.

CONCLUSIONES

El Busan 30 Wb, así como el Biorgan SF, presentaron un control excelente de los hongos del suelo, igual al control obtenido con el fumigante BL 1480 a la dosis alta, fungicidas catalogados de amplio espectro. Los resultados indican que se puede tener control satisfactorio utilizando productos de origen orgánico como es el caso del Biorgan sf y el Agua madre (Carbacrol+timol) en las diluciones media y baja, ya que disminuyeron la concentración de ufc/kg de suelo de forma similar a la concentración obtenida en los tratamientos de BL 1480 a las dosis media y baja respectivamente. Lo que representa una opción viable para el control de hongos del suelo, sustituyendo aquellos productos químicos que contaminan el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

Castilla Prados, N. 2001. El cultivo del tomate. Edit, mundi prensa. 1 edición 1995. España.

http://www.siea.sagarpa.gob.mx/2005, (verificado el 25 de agosto del 2005)

Muños, R. M. 1995. Desarrollo de ventajas competitivas en la agricultura. El caso del tomate rojo. SAGAR. CIESTAAM. UACH. México. 120 p.

Olivares Sáenz, Emilio. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5 Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L.

Valdez, R. V. M. 1994. Problemática actual de Chile y tomate en la laguna. In: primer día de horticultura. CELALA – INIFAP. Matamoros. Coah. 51 p

Watterson C. J.1985. Plant Pathologist. Petoseed Co., Inc. Tomato diseases a practical guide for seedsmen, growers & agricultural advisors.

APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE ESTIÉRCOL BOVINO Y SU IMPACTO EN MAIZ FORRAJERO EN LA COMARCA LAGUNERA.

Héctor Javier Martínez Agüero[1, 3], Enrique Salazar Sosa[2], Héctor Idilio Trejo Escareño[2]. Salvador Berúmen Padilla[2], Arturo Palomo Gil[3], Cirilo Vázquez Vázquez[2].

[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: hjmtza15@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. fazujed.@Yahoo.com.mx
[3]Maestro Investigador, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U.L. Carretera Santa Fe y Periférico. Apartado postal 940 Torreón Coahuila., México. C.P. 2700. Uaaan/edu.@.gob.mx

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional el maíz es uno de los cultivos más importantes ya que ocupa la mayor parte del área cultivable de las zonas de riego y de temporal. Además tiene una gran importancia en el mercado, pues es un forraje de uso cotidiano en la dieta alimenticia del ganado productor de leche, incrementándose cada vez más su consumo.

La Región Lagunera, es una de las principales cuencas lecheras del país por su aportación de leche a la producción nacional, la cual se ha ido incrementando debido a un aumento en la población de ganado lechero, con 500,000 cabezas de ganado bovino con una producción de leche que rebasa los dos millones de litros diarios (SAGARPA, 2002). Así como a un notable incremento en la producción por lactancia por vaca en los últimos diez años. Este aumento en el nivel productivo de los animales también incrementa el consumo de alimento y los requerimientos nutricionales. Lo anterior ha impactado en la demanda de forrajes, así como de otras fuentes alternativas de alimentos; sin embargo, debido a que los forrajes en México, constituyen una de las fuentes más económicas de nutrientes para la alimentación de los rumiantes, el cual aun cuando su contenido de proteínas y minerales es bajo, es compensado por su alto contenido de fibras, por lo que su producción es una actividad muy importante.

En esta Región, los forrajes que en mayor superficie se cultivan, son: Alfalfa, maíz, sorgo, avena, cebada y zacate ballico, siendo el cultivo de maíz forrajero bajo riego el que ocupa un lugar de suma importancia en este patrón de cultivos, esto por el alto rendimiento energético que aporta a las raciones para ganado bovino lechero. Actualmente la producción promedio de forraje de maíz por hectárea es de 51 toneladas de forraje fresco y 15 toneladas de forraje seco, con una densidad de siembra que oscila entre los 70 a 80 mil plantas por

hectárea, considerándose como un potencial de productividad elevado debido a la alta disponibilidad de radiación solar durante el período libre de heladas. (INIFAP, 1999).

Los maíces y sorgos producidos en la Comarca Lagunera como fuente de forraje, son de suma importancia, ya que de ambos se siembran entre 22,000 y 26,000 ha por año en los ciclos de primavera - verano. Donde la producción estimada de forraje varía entre 448,000 a 564,000 ton^{-1} de forraje seco, misma cantidad que representa aproximadamente del 35 al 40 % del forraje que consume el ganado bovino en esta región. Siendo estos forrajes considerados como los principales cultivos para ensilar en dicho ciclo, aun cuando a los ensilajes se les ha considerado como forraje de relleno, en virtud de que no se ha tomado en cuenta la calidad de este forraje, existiendo en la actualidad productores que no toman en cuenta el aspecto nutricional del híbrido que siembran para llenar sus silos.

En la comarca lagunera se explotan 3206 pozos, de los cuales 1909 corresponden a la laguna del estado de Durango, y 1297 al de Coahuila, de estos 2159 son destinados al sector agrícola. Estos extraen aproximadamente 1100 millones de metros cúbicos, y la recarga solo alcanza 350 millones de metros cúbicos, teniendo un déficit en la recarga de 750 millones de metros cúbicos. El agua que se extrae del acuífero se utiliza en el riego de aproximadamente 75,000 hectáreas, de las cuales el 85 % corresponde a cultivos forrajeros, la alfalfa ocupa el 50 % de esta superficie (32,000 ha), y el maíz forrajero ocupó el 30 % (21,736 hectáreas), durante el ciclo primavera-verano de 2003., (SAGARPA, 2003). La alfalfa y el maíz forrajero son los principales cultivos que abastecen la demanda de la actividad pecuaria regional y nacional, (alimentan aproximadamente 569,384 cabezas de ganado bovino). En consecuencia el mal uso del agua de riego en los cultivos de maíz y alfalfa, es el principal factor relacionado con el abatimiento del manto acuífero en la comarca lagunera, cuyo descenso anual se estima que fluctúa de 2.1 a 7 m/año (SAGARPA, 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia (CAE-FAZ), durante los ciclos P-V 2004 y 2005, la siembra se realizó el 05 de Mayo en un suelo arcilloso La variedad utilizada fue San Lorenzo. Para lo cual se evaluaron cuatro dosis de estiércol a razón de (40, 80, 120, 160) un control (0 aplicación) y un testigo de fertilizante químico (100-150-00). El diseño experimental usado fue bloques al azar con arreglo en franjas, con tres repeticiones, cada unidad experimental constó de 7 m de ancho

por 8 m de largo, siendo un área de 56 m^2 por unidad experimental, con distancias entre surcos de 0.75 m de separación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el ciclo 2004 la producción de forraje en verde refleja diferencia estadística para el Factor B (Estiércol) con una P > F de 0.023; así como su interacción con la repetición con una P > F de 0.041. Al realizar el análisis de medias encontramos que los rangos de producción van desde 53.30 hasta 86.28 Ton ha^{-1} de forraje, siendo los tratamientos de 40 y 80 ton ha^{-1} de estiércol los que producen la mayor cantidad de forraje, con 86.28 y 85.09 ton ha^{-1} de forraje, las más bajas producciones se presentan en el testigo (0 Ton ha^{-1}), con 56.30 Ton ha^{-1}.

Con respecto a forraje seco, para el mismo año, el análisis de varianza nos muestra una diferencia estadística para el factor estiércol, con una P > F de 0.031, al realizar el análisis de medias encontramos que el testigo es el que produce menos forraje (22.40 Ton ha^{-1}), y los que muestran mayor producción son los tratamientos de 40 y 80 Ton ha^{-1} de estiércol, con 34.80 Ton ha^{-1} de forraje seco; Para este año se puede observar que los tratamientos que más forraje producen son aquellos más bajos en cantidad de estiércol, esto puede ser explicado porque, los seis años anteriores al ciclo se estuvo adicionando al suelo estas mismas dosis de estiércol en los mismos sitios y esto elevo la conductividad eléctrica a niveles por encima de lo tolerable para las plantas en los tratamientos de mayor cantidad de estiércol; nótese también que el tratamiento de fertilizante químico también quedo por debajo en el rendimiento de forraje comparado con los tratamientos más bajos de estiércol. Resultados similares fueron discutidos por Salazar., *et al* 2004 y Striuk, 1990. En contraparte, Cueto., *et al* 2003 concluye que en Zacate Ballico Anual, el rendimiento y el contenido de proteína cruda se incrementan al aumentar la dosis de estiércol o fertilizante nitrogenado (la dosis de estiércol más alta que el probó fue de 47.0 Ton ha^{-1}.

Para el ciclo agrícola 2005 en forraje verde, el análisis de varianza no muestra diferencia estadística para ningún factor, el rango de producción fluctúa entre 45 y 54 ton ha^{-1} de forraje.

Para el mismo ciclo pero en forraje seco, el análisis de varianza muestra diferencia estadística para el factor estiércol con un P > a F de 0.031, la prueba de medias nos muestra los mayores resultados en los tratamientos de fertilizante químico y 40 ton ha^{-1} de estiércol; Con valores de 24.6 y 24.5 ton de forraje seco. Los valores más bajos de producción de forraje seco

se encuentran en los tratamientos más altos de estiércol (120 y 160 ton ha^{-1}), con valores de 19.37 y 19.79 ton de forraje seco. El hecho de que los más altos tratamientos de estiércol obtengan la más alta producción puede ser debido a la alta concentración de sales en los predios correspondientes a estos tratamientos; debido a que este es el 8° año en que se aplica estiércol en las mismas dosis en los mismos predios con excepción del año 2004 donde no se aplicó estiércol ya que los resultados de análisis de suelo mostraron una alta salinidad. (cuadro 1, figura 1).

Cuadro 1. Medias de producción con respecto al factor B (Estiércol) CAE–FAZ–UJED 2004 y 2005.

Tratamiento (estiércol)	2004		2005	
	Peso verde	Peso seco	Peso verde	Peso seco
	Toneladas por hectárea de forraje			
Testigo	53.305 b	22.402 c	45.833 a	23.185 a
40 ton ha^{-1}	86.279 a	34.829 a	47.410 a	24.485 a
80 ton ha^{-1}	85.086 a	34.811 a	42.853 a	21.431 a
120 ton ha^{-1}	75.835 a	26.399 b	42.407 a	19.377 a
160 ton ha^{-1}	77.113 a	30.077 ab	45.804 a	19.797 a
100-150-00	77.224 a	28.955 ab	54.588 a	24.634 a

Diferencia Significativa (P=0.05%) Letras idénticas son estadísticamente iguales.

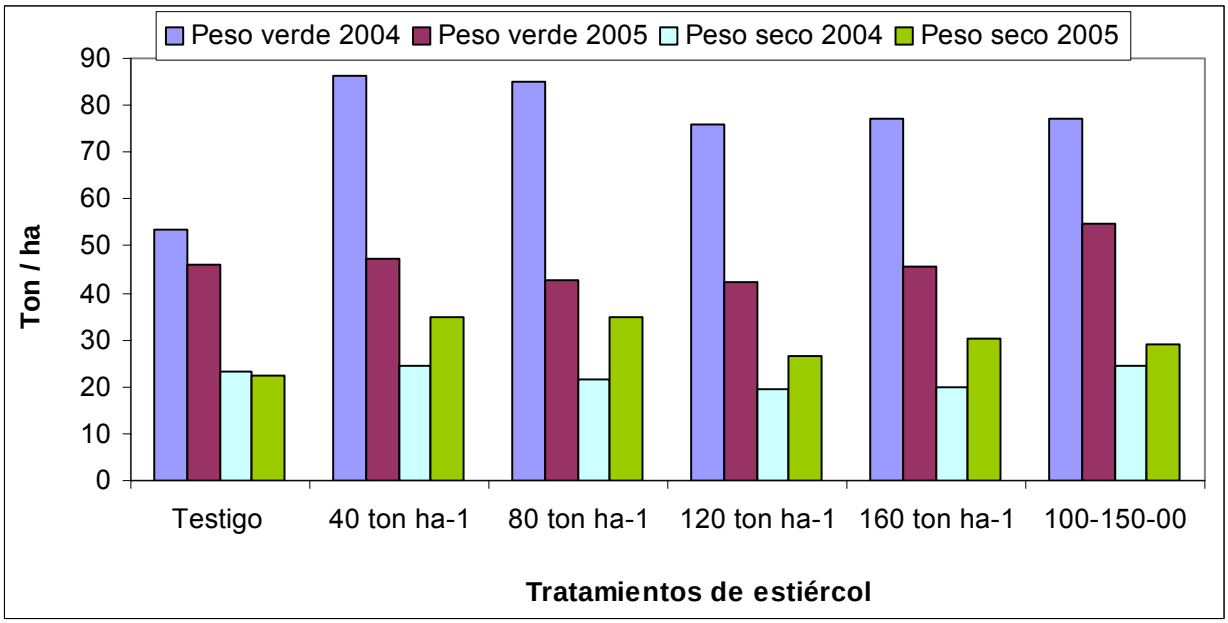


Figura 1. Producción de forraje en verde y seco de maíz, CAE-FAZ-UJED, 2004 y 2005.

CONCLUSIONES

- Previo análisis de suelo se puede iniciar la aplicación con una dosis de 80 a 120 Ton ha^{-1} aplicando el estiércol al menos un mes antes y procurando una buena distribución del terreno.
- La aplicación continua del estiércol deberá ser cuidadosamente seguida por un análisis de suelo con la finalidad de evitar salinización del suelo y posible exceso de nitrato así como una posible toxicidad por el exceso de nutrimentos en la planta.
- Los mejores resultados de producción se presentan en los tratamientos de 40 y 80 Ton ha^{-1} de estiércol aplicado.
- La disminución de la producción en los tratamientos 120 y 160 Ton ha^{-1} de estiércol se explica por la alta concentración de la Conductividad eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

Faz., C.R. D.G. Reta, G. Núñez y E. Contreras. 1998. Manejo ficiente de los Riegos en la Producción de Maíz Forrajero. Tecnología para aumentar producción y Valor Nutritivo en Maíz y Sorgo para Forraje. Campo Experimental La Laguna, INIFAP-SAGAR. México. p.9-14

Figueroa V., U., R. Faz C., J.A. Cueto W. y J.L. Márquez R. 2003. Optimización del uso de estiércol bovino en cultivos forrajeros. Campo Experimental La Laguna. CIRNOC-INIFAP. 6 pag.

Figueroa, V.U. 2003. Fertilización en Maíz Forrajero. Estrategia de Apoyo a la Investigación de Tecnología en Forrajes en la Región Lagunera. México.

SAGARPA, 2003. Delegación Laguna. Hectáreas de Maíz Forrajero. Ciclo primavera-verano.

Salazar S., E.., C. Vázquez V., H. I. Trejo., O. Rivera. O. 2003. Aplicación, Manejo y descomposición del estiércol de ganado bovino Pág. 18-36 Libro Agricultura Orgánica.

SIAP. 2002. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria. SAGARPA. Región Lagunera. Lerdo de Tejada, Dgo, México.

FACTORES DE LABRANZA QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN ZACATE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* (Link) cv. Común. EN CURVAS A NIVEL EMPLEANDO LA RELACION 1:1, EVALUANDO DIFERENTES ALTERNATIVAS DE LABRANZA EN MARGARITAS DEL NORTE COAHUILA. MEXICO

Eduardo C. Olhagaray Rivera, Jesús Escamilla Nava

Invest. CELALA-INIFAP
Tesista. UAAAN-UL

INTRODUCCIÓN

En los últimos 10 años se ha venido implementando el uso del sistema de labranza en algunos predios-ganaderos del Norte del Estado de Durango, Suroeste del Estado Coahuila, los ganaderos trabajaban con un sistema de labranza conservacionista. Los fundamentos que frecuentemente se exponen los ganaderos para cambiar determinado tipo de sistema de de labranza son: 1) Optimizar el uso del agua de escurrimiento superficial 60 %; 2) Controlar los procesos erosivos del suelo 10 %; 3) Incrementar la fertilidad natural del agostadero 10 %; y 4) Racionalizar el uso de la maquinaria agrícola sobre la superficie del suelo 10 %.

ANTECEDENTES

El deterioró del recurso suelo por efecto del mal manejo del mismo Ocasiona la disminución o productividad (Kayombo, B. Lal.R. 1986).

La Preparación repetida e intensiva del suelo en la parte árida del Norte de México produce en general daños a la estructura del suelo y favorece el Aumento excesivo de su temperatura, provocando efectos negativos sobre el crecimiento de las raíces, la flora, la fauna (vida del suelo) y Humedad del suelo. Esto resulta en la disminución del rendimiento de los cultivos, a través de los años. (Tapia.M.M.2000)

Todo sistema de producción agrícola/ ganadero en el que ocurren importantes pérdidas de nutrientes del sistema ya sea por extracción sin reposición (Ej.barbecho sin cultivo), no es sustentable y tiene como consecuencia el empobrecimiento del suelo y del hombre. (Alarcón et al, 2000)..

Sobre el suelo actúan básicamente dos tipos de erosión: Geológica (a largo tiempo): incluye los procesos de erosión y formación de suelo en forma balanceada. Esto dio origen a la mayor parte de la topografía actual. Antrópica: la acción del hombre acelera los procesos erosivos debido a la eliminación de la vegetación natural, al exceso de laboreo, a la pérdida de materia orgánica, etc..

Por otra parte se han encontrado en diferentes experimentos resultados de cómo incrementar la producción de forraje a nivel agostadero, estos son aplicables a situaciones donde los nutrientes son limitados. (Sáenz E.O, Ibarra G.H 2004)

Estrategias de mejoramiento en el agostadero. El residuo de plantas en el agostadero.- La superficie del suelo en los agostaderos ayudan a conservar el suelo y el agua. Los residuos evitan la escorrentía debido a que se incrementa la infiltración del agua y además, la cobertura de material vegetal sobre el suelo disminuye la velocidad del agua. Los residuos de plantas también protegen el suelo del impacto de las gotas de lluvia, además evitan indirectamente la erosión del suelo debido a que incrementan la producción de pasto y la cobertura vegetal. Los residuos de plantas sobre la superficie del suelo también evitan la erosión eólica.

Siembra artificial en el Agostadero. La siembra artificial es una buena práctica para restaurar la comunidad de plantas nativas o para introducir especies forrajeras más productivas. En el Norte de México, los ganaderos desmontan algunas áreas de vegetación nativa para sembrar algunas especies de pastos, principalmente zacate buffel. Esta práctica es cara y ecológicamente dañina, sin embargo, se pueden obtener buenos resultados si la siembra del pasto es acompañada de buenas prácticas de conservación de suelo.

Establecimiento de Arbustos. La desertificación puede ser caracterizada por el reemplazo de ecosistemas de pastizales por otros dominados por arbustos o pequeños árboles, especies tales como el mezquite, huizache, atriplex cansecens, etc. que invaden los pastizales, reduciendo la producción de forraje considerablemente ya que tienen sistemas radiculares muy extensos que absorben agua a varios metros alrededor, y evitan el crecimiento de otras plantas. Hay muchos reportes que indican que el control de arbustos y malas hierbas incrementa la disponibilidad de agua y nutrientes para el crecimiento de especies deseables y reduce la erosión del suelo. Algunos métodos de control son: fuego, control mecánico, uso de herbicidas y control biológico.

Labranza de Conservación. Una gran cantidad de ranchos ganaderos en el Norte de México tiene dedicadas cierto número de hectáreas para la producción de forraje o granos (maíz o sorgo) bajo condiciones de temporal; áreas son las más expuestas a la erosión debido a que gran parte del año están sin cobertura vegetal. La labranza de conservación es una buena opción para estas áreas, debido a que con este tipo de labranza, el 30% o más de la superficie debe de estar cubierta con residuos vegetales. Bajo labranza de conservación, los residuos de cultivos previos sirven para disminuir el impacto de las gotas de lluvia.

La labranza de conservación.- Es altamente efectiva para controlar la erosión hídrica, ya que se reduce entre 50% y 80%. Así mismo es también efectiva para reducir la erosión eólica.

Siembra en Franjas a Nivel. Son sembrados en franjas o bandas perpendiculares a la pendiente natural del terreno. se siembran franjas de pastos, las cuales normalmente son de un ancho irregular y son permanentemente, cuando la erosión eólica es el problema principal, las franjas son generalmente rectas y en forma perpendicular a la dirección de los vientos predominantes. Una estrategia adicional para evitar la erosión en el cultivo en franjas es la inclusión de plantas perennes entre las franjas de cultivo y las franjas de pasto. Nopal o maguey son excelentes opciones debido a la gran adaptación de estas especies a las regiones áridas y semiáridas, y además son una fuente alternativa de forraje cuando el pasto es escaso en períodos de sequía

Siembra en bordos . Esta técnica consiste en la construcción de pequeños bordos y surcos de aproximadamente10 – 15 cm. de ancho y 19 cm de profundidad. Los bordos pueden ser construidos con una rastra de disco quitando un disco y dejando otro y aplicándola en pastizales bajos.

Rodadillo.-Son usados en pastizales bajo como el zacate buffel El propósito de esta práctica es romper la costra superficial del suelo para incrementar la infiltración y retención del agua, por lo que el crecimiento del sistema radicular y de la planta se incrementa.

Pequeñas presas o estanques. La construcción de pequeñas presas es una práctica común debido a la necesidad de agua de buena calidad para el ganado. Esta técnica es un método estándar para almacenar agua en suelo con poca pendiente. El suelo de la excavación es colocado en tres de los lados y el lado restante es utilizado para recibir el agua que drene procedente de arroyos naturales o canales construidos especialmente para dirigir el agua hacia el estanque. Esta técnica es una práctica importante en la conservación de suelos debido a que el suelo no se pierde, sino que se acumula en el estanque.

Carcavas y pequeños arroyos. Uno de los primeros pasos en la planeación de un programa de conservación de suelo en un rancho es evitar la formación de cárcavas, las cuales son formadas por la erosión acelerada de la escorrentía en áreas desprotegidas de vegetación. Se debe de prevenir su formación cuando se consideran los cauces naturales de desagüe, los cuales deben ser anchos y mantenerse con pasto y otras plantas nativas. El desvío del agua de los arroyos es otra técnica para evitar la formación de cárcavas. Esta técnica cosiste en esparcir el agua hacia el terreno adyacente a las cárcavas o arroyos utilizando bordos o diques. La pendiente del terreno a donde se va a desviar el agua no deber ser mayor del 5%.

El objetivo evaluar los factores de labranza que influeyen en la producción de forraje en zacte buffel (Cenchrus ciliaris (link) cv. común. en curvas a nivel empleando la relacion 1:1, en Margaritas del Norte Coahuila. M[exico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el ejido Margaritas del Norte, Coah. , del Municipio de San Pedro de las Colonias, Coah. , México, comprendiendo el periodo 1996-1999, Presenta un clima semiárido Bsohw, a una altitud de 1350 msnm, una Precipitación promedio de 250 mm.

Con una temperatura media Anual de 18ªC. El suelo es de una textura migaron arcillosa arenosa, con un ph 7.5. Situado En un área representativa de un matorral inerme parvifolio que Se desarrolla en un clima Compuesto por arbustivas: gatuño (Mimosa biuncifera), gobernadora - (Larrea *tridentata*), hojasen (Flourencia cernua),Ocotillo (Fouqueria splendens), escalerilla *(Bigueria stonuloba*), nopal rastrero(*Opuntia* rastrera),orégano (*Lippia berlandieri*), sangre de drago(*Jatropha spatulata*),Yuca *(Yuca spp*). navajita anual *(Buteloua trífida*), tempranera (Setaria *macrostachya* (COTECOCA 1968). El trabajo se inicio en 28 de mayo 1996 fecha. La metodología empleada se trazan las curvas a nivel empleando La relación 1:1, eliminado un cincuenta por ciento de la vegetación existente, Se calcula la Pendiente medio el terreno el cual se efectuó con tránsito y Estadal y trabajar Con una pendiente de 5 %, el trazo posteriormente el Relevantamiento de Curvas a nivel, barbechándose y rastreándose Únicamente la parte que ser á la Cama de siembra, el sector escurrimiento Permaneció sin desmonte La relación siembra-`rea escurrimiento.
Se determinó midiendo el ancho de La curva y dividiéndose según el número de tratamientos que se evaluó estos Fueron 4.

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos empleados Margaritas del Norte Coah. México 1994

Primer método	Cero prácticas de labranza	Sin implementos
Segundo método	Labranza reducida con rastra nal (LRR)	Un pasos de rastreo discos
Tercer método	Labranza reducida LRA)	Cincelo
Cuarto método	Labranza tradicional (LT)	Subsuelo, barbecho, rastreo

La densidad de siembra empleada fue: 4, K g. /Ha. Empleando la variedad de Buffel (Cenchurs ciliaris) cv. Común. La semilla no recibió tratamiento alguno. La siembra se efectúo por la mañana, tirando la semilla a mano y al voleo cubriéndose luego con una rastra de ramas

se pasos con una rastra ligera, se efectuó un Estudio e la vegetación existente, un análisis el suelo Físicos - Químicos, Fertilidad. La siembra se realizó en Julio de 1996 y concluyo en octubre de 1999, se utilizo una superficie de 5 Ha. Se empleo un diseño experimental De bloque al zar con arreglo de parcelas divididas 4 tratamientos, 3 Repeticiones. Se empleo la Prueba de Duncan para la comparación de medias De tratamientos, Los datos se analizaron a través del paquete estadístico SAS. Para aquellas variables que se detectaron diferencias significativas fue Aplicada la prueba de Tukey, realizando comparaciones ortogonales en Algunos casos entre grupos de tratamientos para evaluar de una forma más Precisa el efecto de determinados factores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que hubo diferencias significativas ($p<0.05$) entre los sistemas de labranza y en la interacción con la variedad de zacate. El período del establecimiento es decisivo para el éxito, y productividad de los de las gramíneas. La época óptima de siembra varía ampliamente con las condiciones locales. La conservación o mejoramiento del recurso suelo en el largo plazo es condición necesaria para la sostenibilidad de ecosistema, y en ese sentido es imperativo mantener la materia orgánica del suelo, la cual es factor determinante de la porosidad y por lo tanto de la capacidad de infiltración, retención de humedad.

Con el empleo de los sistemas de labranza evaluados el incremento de la infiltración del agua de escurrimiento superficial se dio mediante la creación o modificación estructural para un mejor manejo de la conducción del agua de escurrimiento sobre la superficie del suelo (porosidad) con el diseño de micro estructuras de captación y finalmente el incremento en el rendimiento como resultado de la implementación de estas prácticas.

Los del lote experimental son suelos profundos, bien estructurados, de color gris oscuro y de textura migaron arcillosa arenosa hasta 80 cm., luego de estructura areno francos. Tiene 5% de grava en casi todo el perfil. La pedregosidad superficial es de 2% con fragmentos de 2 a 3 cm. de diámetro. La infiltración es alta y el drenaje interno rápido, debido a los altos valores de porosidad y conductividad hidráulica y a la buena estructuración. Algunas características físicas del suelo se muestran en el Cuadro 1.

El poco escurrimiento producido por el suelo desnudo por efecto de los tratamientos es indicativo de que las propiedades del suelo son más determinantes que la pendiente. En este caso, la alta capacidad de infiltración puede ser atribuida a la alta conductividad hidráulica, a la pedregosidad superficial, la textura y a la buena estructura del suelo, que además en conjunto confieren resistencia a la desagregación y a la formación de sello superficial.

En el análisis de varianza para la variable rendimiento en materia seca/ha se detecto diferencia significativa (P<0.05) para los distintos tratamientos de labranza. T.1. Tratamiento Cero labranza. Dicho tratamiento evaluado como variable tuvo un comportamiento inverso al resto de las alternativas de labranza evaluadas, ya que, dichos valores disminuyeron a medida que se desarrolló el trabajo con el transcurso de los años, se registraron los valores de germinación, 5 % de establecimiento, productividad más bajos durante el trabajo.T.2 Tratamiento labranza reducida rastra.- El rastreo no logra profundizar mucho en el suelo, provocando una pulverización del suelo. Con severas restricciones para su desarrollo. El problema es que se pierden grandes volúmenes de agua de escurrimiento a través de la evaporación del suelo, de la escorrentía artificial y la percolación profunda, debido a una combinación entre la lluvia tropical intensa y un mal manejo del suelo.

T.3. Tratamiento cincelo.- Estos resultados reflejan (p<05) efecto positivo que ejerce la cobertura vegetal en el control de las pérdidas de suelo, mejora la infiltración en el suelo. Estandariza una buena germinación de las semillas.- Las plantas poseen un buen desarrollo vegetativo. El sistema radicular se ve mejor desarrollado. Predispone a una cosecha aceptable de semilla y de forraje, práctica y económica. T.4 Tratamiento labranza Subsuelo, barbecho y rastra de discos.- Las mejoras en el agostadero fueron incrementándose con el tiempo en kg/mst/ha 3.500 Ton. Con una diferencia significativa (<o.05). Este tratamiento ofrece una mayor protección al suelo, así como cobertura vegetal, presentado una diferencia significativamente (P< 0.05) entre tratamientos La labranza de conservación es un sistema de labranza ; que reduce la pérdida del suelo y agua: con la incorporación de el uso apropiado de los residuos de la materia orgánica; dejándolos sobre el suelo de tal forma que se cubra el 30% de la superficie y con la menor remoción (laboreo), posible. Las condiciones físicas del suelo en el sitio experimental presentan mejoría con los tratamientos aplicados al suelo, debido a que estos lograron roturar el primer estrato del suelo de la capa arable permitiendo la entrada del suelo. Se observo que entre tratamientos en donde se realizo preparación de cama de siembra roturando al suelo se presento un mejor desarrollo radicular en el zacate buffel. T.4.T.2, T.3, T.1 provoca muy poca remoción, llamadas remoción cero, es donde será particularmente difícil localizar las semillas a muy poca profundidad y lograr buenas implantación. En cuanto a los valores de productividad Kg./mst/ha se presentaron dos grupos con valores con altivajos por efecto de las características de cada tratamiento.T.4, T.2 con una producción 695.23 y 585.76 kg/mst/ha y con un menor valor 250.75 y .850 kg/mst/ha.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló este experimento, de acuerdo con el objetivo del mismo y con los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente:

1.-El sistema de labranza mìnima permite reducir el riesgo de la inversiòn.

2.-Con el sistema de labranza tradicional se obtiene una mayor productividad del suelo (p>05), en relación al sistema de labranza convencional.

3.- Los implemento de labranza utilizados mejoraron las propiedades físicas del suelo en la conservación de la humedad, lo cual lo muestra en la producción entre tratamientos. Sin embargo es determínate que se conserva mayor la humedad a una mayor profundidad.

4.- El tratamiento Labranza cero. El desarrollo del zacate es afectado por la degradación de la estructura del suelo, que influye en la relación suelo-agua-planta, por no contar con ningún sistema de captura de agua, el estado físico del suelo estuvo influenciado por el sistema de laboreo empleado para su rotulación.

5.- El uso del tratamiento T.2 rastreo presento un efecto poco perdurable, a través de los años produjo un piso de compactación.

6.-El uso del tratamiento T.3 Cincelo obtuvo un efecto de amplio beneficio sobre las propiedades físicas del suelo, favoreciendo la infiltración del agua en ele suelo, así como Ton/mst/ha

7.- La labranza en el tratamiento T.4 al Subsuelo, barbecho, rastreo aumento de la infiltración de agua en el suelo, mejora las propiedades físicas del suelo.

8.-Las prácticas agronómicas de labranza constituyen una de las claves para mejorar el mayor movimiento del agua vertical infiltración, el rol que juega el suelo para amortiguar y eliminar los excedentes de agua

AGRADECIMIENTO

Al ING.Josè Parra Miramontes. de FIRCO por las facilidades prestadas para realizar este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Alarcón L.J.,Matias.J.k. 2000 Perdidas de suelo con el uso del rodadillo en una cama de siembra de gramíneas forrajeras. Tesis Lic. ESA San Luís Potosí. P15

COTECOCA -SAG1968 Manual de tipos vegetativos ene. Estado de Coahuila Semarnat 2002 Informe de la situaciòn del medio ambiente en Mèxico 2002 compendio de estadisticas ambietales pp 275

García, E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. [Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana]. 3a. ed. México, D.F., 252 p23.

Scandalaris. J. Morandi.M. Perez . M. 1999 El manejo con caña y cultivo en caña de azucar en Tucoman Agr.Industrial.Diciembre 1999 p.219

Tapia M.M. 2000 Siembra de zacate Buffel (Cenchurs ciliaris (linK), emplenado diferentes niveles de subsuelo, en Ocampo.Coahuila. Tesis profesional Lic. UAAAN, Saltillo,Coahuil. Mèxico. P11

Robinson .J. 1993 The limits to carring: sustentable living and the loss of biodiverity conservation biology 7(1) 20-28.

Kaimowitz, D. 1996. *Livestock and deforestation, Central America in the 1980s and 1990s: A policy perspective*. Jakarta, Indonesia: Center for International Forestry Research.

Kayombo, B. y lal.R. 1986 Estui of soil compaction by rolling on the structura development of analize in no-till and disc ploughins systems on tropies al filsol-soil tillage Rescearch 7.17-134

COMERCIALIZACIÓN DE CABRITO EN EL GGAVATT- INIFAP "JUAN E. GARCÍA", MUNICIPIO DE LERDO, DGO., MÉXICO.

Eduardo C. Olhagaray R

Invest. Prog. caprino CIRNOC-INIFAP-C.E. La Laguna.Carretera Torreòn-Matamoros, Coah km.17.5
Apdo. Postal 247 Tel. (01 76)- 2-02-02 Ext.1009 E-mail, eduolh@hotmail.com.mx,
Olhagaray.eduardo@inifap.gob.mx ecolega1998@yahoo.com.mx

INTRODUCCION

Con el fin de tratar de impulsar el mejoramiento de todas las actividades que realiza el caprinocultor del sector social en su corral de encierro, en especial en el ámbito de comercialización de los subproductos caprinos, es preciso la adopción de alternativas relacionadas en el entorno de la parte, económica, social, del caprinocultor y su familia. Si se logran desarrollar medidas que permitan mejorar en lo fundamental la participación de los pequeños grupos de caprincocultores en el proceso de comercialización, se lograrían aumentos muy importantes en cuanto a sus ingresos económicos en su precaria economía.

ANTECEDENTES

La piedra angular en todo negocio es la comercialización de los productos que Produce y en este sector, el agropecuario, es donde más se acentúa dicha problemática, probablemente esto se deba a la falta de conocimiento para comercializar los productos y subproductos de origen caprino, ya que ese sector siempre ha presentado dicho problema (Cruz, M. 2004).

Los principales actores del mercado del cabrito son en la Región Lagunera:

a) Productor.- El productor es la persona encargada de llevar a cabo el manejo de su hato, hasta la producción. El ingreso de éste esta sujeto a las variables precio, cantidad y calidad de la producción.

b) Intermediarios.- Los intermediarios son la empresas industrializadotas-comercializadoras de productos carnicos. Sus agentes son los "coyotes" quienes colectan directamente la compra en cada una de los hatos. Para productos procesados los intermediarios.

c) Consumidores.- Los consumidores son personas que por tradición familiar llevan mucho tiempo consumiendo cabrito y sus derivados. Los conocedores de este mercado piensan que es difícil que el producto se llegue a masificar, ya que el bajo consumo de parte de los mexicanos se explica por lo fuerte de los sabores de este producto, lo que lo hace poco atractivo para

niños y adultos que no tienen el hábito de consumo de leche y quesos de esta especie animal (Peina, 2000)

En nuestro país, se comercializa tradicionalmente el "cabrito" -animal mamón de 10 a 12 kilos de peso vivo- de entre 45 y 120 días de edad y con un rendimiento al gancho del 50 %.Los acopiadores, llamados "cabriteros" recorren las zonas rurales y compran cabritos en pie pagando al productor -según peso, terminación y época del año- entre $120 y $450 por animal.(Olhagaray,2003)

Los picos de comercialización se concentran en verano (julio y agosto) y en fin de año (diciembre-enero). De consumo ocasional, el producto se distribuye en restaurantes y hoteles, principalmente en zonas turísticas del estado de Nuevo Leòn, y en menor medida, en carnicerías y supermercados. Los cueros caprinos, en general curtidos, son vendidos a valores promedio de 15 pesos pieza. Se utilizan para la confección de productos -vestimenta, calzado, marroquinería- de alta calidad. (Olhagaray 2003).

La compra de cabrito a nivel campo en el Norte de Mèxico el pago al productor fluctúan entre 250-450 pesos por cabrito dependiendo del año. Pagado a grupos o asocian entre 250 a 300 pesos por cabrito. Precio al público en superrecado es de 250 pesos por pieza... Precio en restaurante de 120 pesos la porción (Ramírez et al, 2003).

Se estableció un rastro tipo TIF, en el Municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, ubicado en el Suroeste de Coahuila, México en el año 2005, se dio la tarea de la compra de carne caprina, en la Región Lagunera de Coahuila, a un valor de 36.50 kg. Actualmente la empresa está preparando, con una propuesta mayor: de sacrificar 500 cabritos por semana. El desafío es grande ya que se trata de un mercado importante y estable durante todo el año, en el que debe competir con importantes abastecedores, como Zacatecas, san Luís Potosí, donde la cadena productiva. Esta empresa está operando en el mercado local desde el año 2005, con un frigorífico habilitado para la faena de cabritos, Si bien el frigorífico cuenta con capacidad y operativa suficiente como para desarrollar el mercado nacional. El reto. Deberá superar la estacionalidad de la producción, asegurando el abastecimiento continuo de animales. Con este objetivo se han realizado acuerdos comerciales -que en algunos casos incluyen adelantos de dinero- con productores de la La Laguna de Coahuila. La firma también atiende al mercado interno pero su desarrollo (Martines 2006)

OBJETIVO

Identificar y analizar los elementos y variables que conforman el proceso de comercialización del cabrito en la Laguna.

MATERIALES Y METODOS

Se aplico el método a la Investigación participativa con las observaciones directas, el diagnostico estático rápido, la visulizaciuòn. También se puede aplicar el método descriptivo, Descripción de la zona de muestreo, Selección de la muestra, actividad principal, Tiempo establecido, Superficie, Técnicas e instrumento relacionado a la toma de datos. Análisis estratégico Situacional. Los aspectos que caracterizan el proceso de comercilzaciòn de los sub. Productos caprinos. Se interpreta y se analiza los factores de la comercialización que determinan estos sistemas. Para la información de campo se diseño un cuestionario estructurado con preguntas cerradas y abiertas, se aplico un cuestionario usando la técnica de la entrevista directa.

La población bajo estudio comprendió a las 12 familias integrantes del Grupo GGAAVTT-INIFAP que se dedican a la crianza de cabras bajo el sistema semiintensivo. El estudio se inició en Junio del 2003 y concluyó en febrero de 2006. Cubrió dos etapas, la primera de gabinete, en la cual se analizó información estadística y publicaciones. La segunda etapa fue de entrevistas e investigación participativa con productores del GGAVATT-INIFAP Juan E. García, Dgo. Geográficamente la población se ubica a una altitud de 1350 msnm., presenta un clima semiárido y una precipitación media de 250 mm anuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción es de tipo estacional con una gran parición en verano y otra de menor magnitud en los meses de invierno. Como consecuencia de lo anterior la mayor proporción de venta se concentra entre los meses de noviembre a enero con picos máximos en diciembre.

Hasta ahora, la comercialización de carne caprina se caracteriza por su marcada estacionalidad y alto grado de informalidad. La mayoría de la oferta no es procesada en mataderos autorizados, siendo clandestinos, siendo el propio productor, el intermediario, o el consumidor quien sacrifica el animal para su venta o autoconsumo. Por otra parte, el número de animales disponibles depende en gran medida del número de pariciones por temporada, supeditada a su vez a las precipitaciones.

Uno de los principales problemas de la producción es su alta estacionalidad,. De modo, este es un problema común a la producción caprina de las distintas zonas de las areas marginales . La estacionalidad requiere análisis de costos más precisos que orienten sobre políticas de precios diferenciales según las épocas del año, que permitan competitividad a las industrias.

El ganado caprino predominante en la región es del tipo Criollo regional, contando la

mayoría de los hatos con un número que oscila de 70 a 100 animales adultos. Los diferentes caprinocultores de la región realizan un manejo extensivo en campos naturales abiertos y sin un ordenamiento racional o aplicación de tecnología. El pastoreo se realiza con la ayuda de perros pastores y encierre nocturno de los animales en los corrales de encierro. El producto comercial es el cabrito mamón o lechal, de 30 – 45 días de edad, alimentados con lactancia natural y el apoyo de cabras nodriza. Este trabajo es realizado principalmente por las mujeres y los niños.

La genética de los animales corresponde a cruces con rasgos definidos para las diferentes razas existentes en la zona (Anglo Nubian y Saanen), o bien se presentan como cruces sin rasgos definidos por ninguna raza en particular. Existe un predominio de la raza Anglo Nubian, que ha estado presente en la región y que ha tenido una amplia difusión por su carácter de doble aptitud (leche-carne) y rusticidad para los sistemas extensivos. En el 95% de los casos el productor tiene gran diversificación de sus actividades productivas y la mano de obra es familiar. La leche, que tiene una oferta marcadamente estacional, sólo puede ser vendida en las dos fábricas ubicadas en la zona. El 66 % de los ingresos proceden de la venta de la leche y cabritos, el 21 % de la venta de productos de otras especies ganaderas y el 13% restante de productos agrícolas.

La población considerada en el presente proyecto son caprinocultores con conocimientos y capacidades para la producción (leche y cabrito) adquirida por tradición familiar, pudiéndoselos definir como campesinos sin tierra.

Los beneficiarios directos serán seleccionados entre los participantes del Grupo GGAVTT-INIFAP que hayan demostrado habilidades e interés en participar en proyectos que promueva el INIFAP-CELALA a la gente del sector social. Los beneficiarios indirectos serán las 12 familias (12) personas de las comunidades rurales de Salamanca, Salitral, el 21, Sapioriz,Lerdo del Municipio de Lerdo, Dgo.

La carne de cabrito tiene como destino principal el mercado interno y es un producto de consumo esporádico u ocasional. Los centros turísticos, restaurantes y eventos o fiestas familiares son los principales lugares de consumo.

La economía de esta gente del sector social, es estrictamente mercantil y la genera con su producción de (leche y cabrito). Las formas de comercialización las maneja directamente y se somete a la forma de pago en efectivo de inmediato al entregar la mercancía un70 %, otros integrantes del grupo se arriesga a vender pero fiado el pago se tarda dos semanas después de la entrega del cabrito, esto representa un20 % , un 10 % lo deja a la consignación es aquí en

que a pesar existe en un tiempo el trueque, cada intercambio tiene un precio cuya vigencia está limitado por las características de las porciones que son estaciónales y los resultados de su producción de cabrito, en donde intervienen factores que no controla el caprino cultor. La modalidad del trueque es una imposición que se efectúa el intermediario desde el sector económicamente más fuerte; en este caso, el acopiador que radica en otra ciudad, y afectando a el criador el más débil el caprino cultor, y al no poder elegir alternativas, la única que le queda es aceptar el trueque en las condiciones que se le impone.

En general, el intermediario que transa en los mercados de la Región tiene bajo capital de trabajo y en su mayoría proviene de otras regiones y otros lugares, a excepción de los compradores o vendedores de ganado caprino. Los problemas comunes a los mercados se orientan por la administración y control de pesos y medidas, el bajo precio de los productos, la poca participación de organizaciones de base (asociaciones etc.) en la regulación del comercio, la forma inadecuada de expendio de los productos y la inadecuada infraestructura existente. La obtención de altos rindes reproductivos es una meta de gran interés para todos los caprinocultores caprinos del Norte del estado de Durango. Por un lado esto garantiza contar con la reposición necesaria que permita descartar los animales viejos y recuperar las pérdidas por mortandad. Por otro lado se fortalece la economía del productor porque le permite tener ingresos por venta de cabrito en forma estacional dos épocas del año.

En la mayoría de los casos, los productores obtienen ingresos de dos fuentes: los generados por la venta de leche 80 % y los provenientes de ventas de chivitos 20 %, siendo estos últimos un componente importante de los ingresos de la actividad cuando las tasas reproductivas son buenas. Aún los productores que valoran más la producción de carene, tienen también un marcado interés en tener la mayor cantidad de crías posibles debido a que las cabras de las categorías juveniles son los de mejor calidad.

La comercialización del cabrito es realizada a pie de corral de encierro, es realizada por intermediario, a quien vende a un acopiador, único ofertarte para la compra de cabritos. En definitiva es el que pone precio a la mercadería que compra, imponiendo incluso, la forma de pago que a él le conviene. En cuanto al precio se mantiene estable de acuerdo a la ley de la oferta y la demanda de acuerdo al año, debido a que la explotación de los productos carnicos y la adquisición de los mismos no sufren variaciones. Las condiciones del medio rural son las apropiadas para que se de esta operación, la lejanía de los centros poblacionales, hacen factible que operen los intermediarios, logrando una calidad de los mismos y los medios de

transportes utilizados los mejores y mas seguros permiten la entrega del cabrito en buen estado y fresco, a lugar donde el acaparador lo industrializa para luego ser expuesto en el mercado. Se realizan transacciones comerciales en la compra de cabrito, durante la los mese de julio-agostos, diciembre-febrero en la región, llevándolos directamente a los mercados nacionales. El destino final de los productos son los mercados de México, Zacatecas, en tanto en el Norte Saltillo, Monterrey, Tamaulipas, y en menor medida san Luís Potosí En épocas de mayor compra los precios bajan, en muchos casos no recuperan ni los costos de producción.

CONCLUSIONES

1.-En la Regiòn lagunera, se comercializa tradicionalmente el "cabrito" -animal mamón de 10 a 12 kilos de peso vivo- de entre 45 y 120 días de edad .

2.-Los acopiadores, llamados "cabriteros" recorren las zonas rurales y compran cabritos en pie pagando al productor -según peso, terminación y época del año- entre $250 y $ 350 por animal.

3.-Los picos de comercialización se concentran en verano (julio y agosto) y en las fiestas de fin de año (noviembre y diciembre). De consumo ocasional, el producto se distribuye en restaurantes y hoteles, principalmente en zonas turísticas y en menor medida, en carnicerías y supermercados.

4.-Si bien muchos caprinocultores orientan su producción a la obtención de cabritos, los ingresos por venta de chivitos resultan sumamente interesantes, siempre que las tasas de reproducción sean altas y haya chivitos para vender.

5.-La comercialización de cabrito se realizada por intermedio y este a su vez a un acopiador, único oferente para la compra de cabritos.

6.- Al caprinocultor casi no le quedan utilidades y lo que gana solo le alcanza para cubrir sus necesidades elementales de subsistencia.

7.- Los caprinocultores del GGAVATT-INIFAP de la comunidad J.E.Garcia,Dgo no lograrán conocer y apropiarse de nuevos canales de comercialización

BIBLIOGRAFIA

Cruz C., F. La comercialización de la Leche de cabra. Periódico regional El Siglo de Torreón. Sec. E. p.4. 2004. Evaluación de Cabritos Criollos. Garriz, C.A. y Dayenoff, P. INTA –

CHAMICAL La Rioja y Evaluación del Crecimiento, Rendimiento y Calidad de la Carne del Cabrito Criollo Sanluiseño. Rossanigo, C., Frigerio, K. SilvaColomer, EEA INTA San Luis. En Cabritos criollos argentinos

Evaluación Integral de Calidad de Res y Carne. Dr. Carlos A. GARRIZ – INTA CICV. Castelar. 1996 . Meat Goat Production in North Carolina, Universidad Estatal de Carolina del Norte, 1999.

Martinez.V.A 2005 El rastro TIF de san Pedro de las Colonias, Coahuila., entrevista personal. Olhagaray 2003 Comercializacion de Sub productos caprinos en el GGAVAT-INIFAP J.E.GARCIA,DGO1X Reuniòn Nacional sobre Caprinocultura. Acapulco, Gro.Publicación de la "Associazione Trentini nel Mondo" Resistencia Chaco Argentina. Agosto de 1997.

Reyna, Ñ. A. Aspectos socioeconómicos en la comercialización de productos caprinos en 4 hatos en Monclava, Coahuila. Universidad Autónoma de Coahuila. 2000.

Ruiz D., M. Estudio económico de 3 ejidos caprinocultores del Municipio de Fco. Madero, Coah. Desarrollo Rural Municipal. 2000.

ORGANIZACIÓN DE GRUPOS PRIOTARIOS PARA EL PROCESAMIENTO DE LECHE DE CABRA EN LA ELABORACIÓN DE QUESO ARTESANAL EN EL GGAVTT-INIFAP J. E. GARCIA, DURANGO

Eduardo C. Olhagaray R[a]*

Invest. Prog. caprino CIRNOC-INIFAP-C.E. La Laguna.Carretera Torreòn-Matamoros, Coah km.17.5 Apdo. Postal 247 Tel. (01 76)- 2-02-02 Ext.1009 E-mail, eduolh@hotmail.com.mx, Olhagaray.eduardo@inifap.gob.mx ecolega1998@yahoo.com.mx

INTRODUCCION

Las queserías artesanales han sido pieza fundamental en la conservación de aspectos etnográficos fundamentales en la identidad siendo estas pequeñas y medianas explotaciones caprinas en las que en su mayoría se desarrollan y consumen forrajes de las zonas en los agostaderos comunales, practican el pastoreo extensivo. La mayoría de estos productores artesanales venden su producto en las comunidades rurales cercanas .

ANTECEDENTES

Queso artesanal. La Quesería Artesanal, elabora queso con la leche natural y entera de cabra recién ordeñada del corral de encierro del productor. Esta característica no establece por sí tecnologías, ni sistemas de producción, o volúmenes de leche diferentes a procesar entre ambas producciones. La diferencia es que la Quesería Artesanal preserva en su producto las características y tradiciones de cada establecimiento, de ahí las diferencias observadas entre partidas de distintos productores. Los quesos deben ser conservados en estrictas condiciones de temperatura y humedad. Además, para su correcta elaboración deben ser volteados y limpiados diariamente

Diagrama del caprinocultor procesador de leche de cabra quesos artesanal: es el queso elaborado con leche cruda, pasterizada producida en el predio, exclusivamente.

*Productor de queso artesanal: Es toda persona física que elabora queso artesanal en forma individual, familiar o asociativa.

*Acopiador de quesos: Es toda persona física que reúna en cantidad quesos artesanales o procedentes de plantas industriales para su posterior comercialización. Esta actividad incluye la maduración o estacionamiento.

*Transportistas: Es toda persona física que transporta quesos artesanales o procedentes de plantas industriales desde el lugar de su elaboración o acopio, hasta el sitio de acopio o de comercialización.

*Transformador de quesos: Es toda aquella persona física que aplica una o varias de las transformaciones al queso artesanal o de otro origen, como ser fraccionado, rallado o fundido (Martinez, 2005)

El impacto económico de los quesos artesanales los productos derivados de la leche de cabra, han permitido generar ingresos económicos alternativos y empleos para los comunitarios.en las poblaciones rurales del Norte de México. (Alataorre, 2004).Se han llevado a cabo estudios de análisis de demandas del sector caprino tanto en producción de leche, carne, como en otros productos. (SAGARPA, 2004)

OBJETIVO .-Promover el empleo de las buenas prácticas de elaboración de quesos artesanales a fin de mejorar la calidad del producto final.

METODOLOGIA

Para conocer la metodología del productor de queso fresco artesanal de GGAVATT-INIFAP J.E.GARCIA, DGO, se realizaron encuestas personales ,la realizaron las entrevistas se utilizaron a tales efectos cuestionarios semi estructurados, en los cuales una primera parte contenía preguntas generales sobre las localidades, sus poblaciones, actividades productivas, etc. y una segunda parte de preguntas específicas, sobre temas que se presume son de particular conocimiento de cada uno de los entrevistados. en las cuales se utilizó un Diagnostico estático diseñado para éste fin, que consistió en preguntas, respuestas cerradas. Los productores fueron seleccionados con base en la información de la encuesta del Diagnostico estático en febrero del 2002

MATERIALES

Los quesos de cabras en pastoreo se elaboraron con leche cruda, los quesos de cabras en estabulación en corrales de encierro, con leche pasteurizada en forma lenta. Material necesario 1.-Ollas de acero inoxidable, de diferentes tamaños para formar baño maría.2.-Pala de madera para revolver.3.-Mesón de trabajo.4.-Mesa desueradora.5.-Moldes.6.-Prensa.7.-Paños limpios.8.-Coladores. 9.-Jarros.10.-Fuente de calor. 11.-Termómetro. (100° C mínimo).12.-Sal yodada.13.-Fermentos lácticos. (*St. Lactis* y *St. Cremoris)*.

En el proceso de la elaboración de queso, implica que el personal 1.- Antes de empezar a trabajar es necesario lavarse las manos, utiliza cubre pelo, cubre boca, botas y zapatos limpios.2.- Si estas enfermo no labores queso.

Procesamiento de la leche de cabra.

Después de ordeñar las cabras, la leche se pasa a unos contenedores seguidamente se pasteuriza o esteriliza sin perder propiedades, para ello se calienta por encima de 72 grados durante 15 minutos. A continuación esta leche pasa a una especie de bañera en donde se le añade calcio, que es lo que espesa o une el cuajo con la leche, también se le puede añadir sal. En este tanque-bañera se deja reposar durante 30 ó 35 minutos, tiempo necesario para que cuaje la leche. Pasado este tiempo se va cortando la pasta existente con una especie de rejilla con mango largo, llamado lira; se pasa esta lira en varias direcciones, así la pasta, que se va espesando con el paso de los minutos, se va quedando en forma de 'cubitos'. Se pasa la lira durante una hora aproximadamente, en este tiempo la pasta está al baño maría y a una temperatura de 32 grados que va aumentando con el paso de los minutos. Esto se realiza para que se vaya desprendiendo el suero de la leche y poder separarlo dando por resultado el queso. De la leche empleada, sólo se aprovecha el 20% para hacer queso. Con el suero que queda se vuelve a realizar este último proceso y como resultado tendremos el requesón. El siguiente paso es el prensado. Para darle forma al queso se llenan unos recipientes circulares de distinto tamaño según peso. Estos recipientes se colocan en una prensa durante 15 ó 30 minutos según el tamaño-peso. Y ya tenemos el queso de cabra listo para comer .

RESULTADOS

El estudio realizado demostró que solo 3 familias de 12 caprinocultores que se dedican a esta actividad. Se aplico un Diagnostico estático en el año 2002. Las respuestas a las preguntas fueron abiertas, permitiendo ello su comparación, lo cual es necesario, considerando el carácter cualitativo del estudio. En efecto, las representaciones y percepciones de los sujetos entrevistados en relación a los temas abordados difieren en algunos casos, motivo por el cual fue necesario cotejar las opiniones manifestadas. Se describen las buenas prácticas higiénicas necesarias para la obtención de queso de buena calidad las distintas variedades de quesos que se producen artesanalmente en la Región Lagunera En técnicas de elaboración artesanal de lácteos tales como quesos, dulce de leche

La actividad de la industria Láctea en la zona de estudio, conecta a 3 familias de productores, los cuales procesan 60 lts de leche por día por semana, considerando a otro actores inmersos en la zona con diversas acciones que realizan tenemos un total de 290 litros de leche producida aproximadamente. El volumen de leche que procesan los integrantes del

grupo representa el 7.9 % de los que se produce en la zona, y el 4 % de la leche que se produce en J. E. García, Dgo. Tradicionalmente, los derivados de la leche de cabra es transformada en queso artesanal, es producida por las pequeñas queserías por las amas de casa en el Grupo, producen quesos frescos. Estos productos son los más accesibles a los consumidores de bajos recursos en el medio rural, representando una fuente de proteínas relativamente barata, en comparación con la carne. El valor nutritivo del queso es semejante al de la leche.

La calidad es importante en el comercio de los lácteos caprinos; sin embargo, las autoridades de SSA aceptan que no se cumplen las normas de higiene en la producción y mucho menos en el traslado de la mercancía en el medio rural. Un caprinocultor que elabora queso artesanal sostiene que cada productor debe ser responsable y mantener las medidas de higiene desde el corral, donde se mantienen el ganado hasta la alimentación y el ordeño. Al ganado caprino se le debe mantener en un estricto Control veterinario por cualquier enfermedad o parásito que puedan tener. El comprador busca siempre un producto fresco, pero sobre todo se deciden por uno que tenga un precio barato.

Las amas de casa saben que el queso que se expende en la ciudad es del contrabando, pero asegura que por la necesidad de consumirlo lo compra, aunque desconozcan su calidad. “Los grandes responsables de esta situación son los contrabandistas que obtienen grandes ganancias económicas y no les importa la salud de la gente.

Independientemente del tipo de queso artesanal y de la forma de consumo, este producto está presente en la dieta de los caprinocultores tanto del área rural, como del área urbana. Se estima un consumo de 30 g de queso/familia/día, considerando una familia de 5 personas, o sea 6.4 g de), lo que demuestra la importancia al aporte de vitaminas, por parte de los productos lácteos y, en este caso particular, del queso.

Entre otros procedimientos, se comentó que obtiene el suero de la misma leche, la cual pasa por cocimiento y reposo. Con la aplicación del suero, sal y otros productos a la leche se logra el cuajado en un promedio de cuatro horas. En esta actividad participan madre e hijos se involucran en la obtención del producto final. La vivienda de las familias que se dedican a esta actividad es muy visitada por compradores minoritarios y mayoritarios, quienes diariamente llegan a esperar la producción de este lácteo, y son atendidos con gusto, por lo general cada ejido del Municipio del Estado de Durango que mantiene la elaboración artesanal de queso,

que distingue.Es necesario hervir la leche a 63 ªC por 30 minutos La leche es introducida y calentada a la temperatura y en el tiempo deseados.

QUESO RANCHERO

La fabricación de queso comenzó como una manera de conservar la leche y transformarla en producto de larga duración. En una definición simple, el queso es un producto fresco o madurado obtenido después de la coagulación y de la separación del suero de la leche, crema o leche semi descremada. Principalmente, la fabricación de queso comprende la concentración, conservación y maduración. La leche es pasteurizada y enfriada para inoculación y estabilización de temperatura, se agregan sal , se inocula el cultivo, la leche es coagulada usando cuajo, la cuajada es cocinada, prensada y salada, y el queso es madurado. Estos tres procesos son comunes a todas las variedades de queso

DESARROLLO

1.-*Recepción de la leche 2.-**Pruebas de andén.3.-**Pasteurización 63ªC X 30 minutos.4.-**Enfriar a 35ªC. 5.-** Agregar un gramo de cloruro de calcio por 10 litros de leche. Tamaño del coagulo 1cc. 6.-A.-Temperatura 32-33ªC. **b.- 35-40 minutos. 7.-Tratamiento de la cuajada**a.-Corte V y H.**a.1 V con lira o espada. 8**a.2 con platillo. **b. agitar por 20 minutos lentamente. b.1-Reposos 10 minutos9.-**c.- Agitar por 20 minutos intermedio. f.- Reposo 10 minutos. 10.-**g.- Agitar por 15 minutos.11.- **h.- Reposo de 10 minutos.12,-**i.- Desuerar al ras y por compresión.13.-**j.- Deshacer la cuajada con cucharas de pico. **k.-Salar. 14.-**l.- Moldear.15.-**m.- Prensar 18-24 horas.16.-17.-**n.-Desmoldar.18.-**o.- Colocar en refrigerador.19.-**p.-Madurar de 6-10ªCX 48 horas. 20.-**k.- Venta.

REQUESON

El suero que resulta de la coagulación de la leche en la elaboración de queso contiene valiosas materias como proteínas, lactosa y salesa minerales.El requesón también se le conoce como cuaja jada magra o quark. Las proteínas que lo forman son lacto albúmina y lacto globulina y el calor provoca su precipitación.

Ingredientes	Materiales
10 litros de suero de leche	Una olla
	Una cuchara
Sal opcional	Una coladera
	Una manta
	Un recipiente pequeño

DESARROLLO

1.-*Recolección del suero*En un recipiente se vacía el suero y se coloca a fuego lento. 2.-*Se aumenta la temperatura hasta los 68ªC que es el momento en que las proteínas lacto albúmina y lacto globulina) se precipitan y forman grumos. 3.-*Se enfría un poco *Retirar el resto del suero introduciendo una manguera en el recipiente y se absorbe para que este salga.4.-*El requesón se coloca en una manta a escurrir, hasta el día siguiente.*Envasar

BOYOS

DESARROLLO

1.-**Recepción de leche. 2.-**Pruebas de andén. 3.-.-**Pasusteurizacion a 63ªC X 30 minutos. 4.-**Enfriar a 35 ªC. 5.-**Agregar un gramo de cloruro de calcio por 10 litros de leche.6.-**Coagulación. a.- Temperatura 32-33ªC. b.- Tiempo 35-40 minutos 7.-Tratamiento de la cuajada a.- Corte V y H. a.1 V con lira o espada. a.2 con platillo 8.-Tamaño del coagulo 1cc b. 9.-**agitar por 15 minutos lentamente. b.-10.-**Reposos 5 minutos 11.-.- **Agitar por 15 minutos intermedio.12.-**d.- Reposo 10 minutos e.-13.-**Desuerar al ras la cuajada. 14.-**.- Desuerar por compresión en monta.15** Batir manualmente.16.- **. salar. 17.-**.- Pesar.18.-** Envara en hojas de tamal.**

Queso de cabra con un peso de forma redonda entre 450 y 550 grs. Tiene un sabor muy agradable. Se elabora con leche pura de cabra, precio en el mercado $ 35.000

CONCLUSIONES

1.-La mayor producción del queso artesanal es realizado por empresas del tipo familiar pertenecientes al sector social. Difícil acceso a entrenamiento.

2.- La falta de capacitación del sector social en lácteo artesanal hace que los productores tengan limitaciones en los aspectos gerenciales, técnicos, financieros y de mercadeo.

3.-El equipo utilizado en las industrias artesanales productoras de queso es sencillo, lo que no les permite obtener adecuados rendimientos, ni garantiza la inocuidad del producto.

4.- La leche debe de estar pasteuriza, la falta de higiene desde la obtención de la materia prima y durante las etapas de fabricación del producto.

5.-Es necesario mejorar el procedimiento de ordeño en los corrales de encierro.

BIBLIOGRAFIA

Arbiza S. I. Producción de Caprinos. México: AGT Editor S. A., 1986: 1-24, 47-70, 105-113.

Acevedo E.R 2000 Cabras, manejo, producción, patologías. UNAM Alátere L.M 2000 Rendimiento de la canal de cabritos en los dos primeros meses de vida. Tesis Lic. ESA San Luís Potosí.

Abatía L.Ñ 2004 Alimentación de un hato caprino en un Sistema de Estabulación Estudio económico FONAES saltillo, Coahuila.

Cabañas G.E 2000 Producción comercial de cabras anglo Nubias en Santa Maria del Oro Zacatecas. Tesis de lic. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

González 2000 Evaluación de la producción láctea en tres explotaciones caprinos Monclava, Coahuila. Estudio Técnico Económico FCA-UAC.

Galina, M. 2003. El uso del pastoreo y el el yprocesamiento de leche cruda de cabra. Conferencia Magisterial. XVIII Reunión Anual sobre Caprinocultura. AMPCA. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Pue: 191-201.

Hernández P. Elaboración de quesos de cabra en México. En: I Simposium Internacional de Lactología, Expo Canilec, México D.F 1992: 1-.

Martines 2000 La explotacion caprina en el Municipio de Concepción del Oro Zacatecas. Tesis Profesional UAAAN Saltillo, Coahuila. SAGARAPA 2000 Informe de actividades de consultoria realizados en la Cd. De Mèxico.

Rubino, R. 2002. Producción de quesos artesanales en relación a la calidad de la leche. Simposio Internacional sobre Caprinocultura. IGA y URG Querétaro. Queréta.

MEJORAMIENTO DE SUELOS AFECTADOS POR SODICIDAD EN HUERTAS NOGALERAS DE LA COMARCA LAGUNERA

Ma. del Consuelo Medina Morales[1],Uriel Figueroa Viramontes[1], J. Francisco J. Chávez González[1].

Campo Experimental La Laguna. CIRNOC. INIFAP. Matamoros, Coahuila. Apartado postal 247. 27000. Torreón, Coahuila, México. e mail: medina.consuelo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El potencial productivo del suelo depende de sus propiedades físicas y químicas. Los suelos con excesos de sales solubles generalmente tienen una permeabilidad normal al agua y el mayor efecto de la salinidad está en la reducción del crecimiento y rendimiento del cultivo. Sin embargo, en suelos donde el sodio es el catión predominante en forma intercambiable se producen alteraciones químicas y físicas que ocasionan la dispersión de las arcillas y en consecuencia, una baja permeabilidad del suelo al flujo del agua.

En la Comarca Lagunera existen 7,138 ha de nogal pecanero (Anónimo, 2006). Hay problemas de salinidad y/o sodicidad en un 28% de las huertas nogaleras incluidas en un estudio realizado en la Comarca Lagunera (Rivera et al., 1997) Lo anterior significa que los suelos con problemas de salinidad presentaron valores CE mayor o igual a 4.0 dS m^{-1} y/o valores de PSI de 13% o más. Sin embargo, el nogal pecanero es solo moderadamente tolerante a la salinidad (Miyamoto et al., 1986). Además, de acuerdo con otros autores, valores de PSI mayores de 7 se consideran ligeramente sódicos (Pizarro, 1978) y pueden afectar el crecimiento y rendimiento de cultivos sensibles.

En base a un estudio de alternancia realizado durante tres años, el rendimiento de nuez disminuyó a partir de valores de 2.0 dS m^{-1} de CE y a de 3% de PSI o más presentes en el suelo La disminución del rendimiento de nuez puede ser mayor a 500 kg/ha en suelos con PSI mayor del 3% (Santamaría y Medina, 2005). A nivel regional, las pérdidas pueden llegar a 850 ton de nuez y poco mas de 20 millones de pesos por año.

En regiones con industrias que producen ácidos como residuo del proceso, el uso de estos ácidos como mejoradores de suelos sódicos que contienen calcio, es una manera ambientalmente segura de disposición final del residuo. Sin embargo, es importante analizar el ácido residual para revisar que no contenga metales pesados que puedan ser tóxicos al ambiente. Estudios con el uso de H_2SO_4 han mostrado un efecto mayor en aumentar la tasa

de infiltración y el rendimiento del cultivo, comparado con el uso de yeso agrícola (Keren y Miyamoto, 1990). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el uso de H_2SO_4 residual como mejorador de suelos sódicos en huertas nogaleras de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizo durante cuatro años (2001-2004), en la Pequeña Propiedad "El Chupón" del municipio de Viesca, Coahuila. La edad de los árboles fue de 14 años al inicio del experimento y de 17 años al final. La distancia de plantación entre hileras fue de 7 m y entre árboles de 14 m, el sistema de plantación fue de tresbolillo, con una densidad de 116 árboles /ha. La variedad fue Western. Se seleccionó esta huerta de nogal con valores altos de PSI en el suelo, en base a muestreos previos realizados en el proyecto "Diagnostico integral de la alternancia en la producción de nogal pecanero en la Comarca Lagunera" (Medina et al., 1997). En muestras de suelo tomadas previamente a la aplicación del H_2SO_4, se obtuvieron los valores iniciales de CE, pH y PSI, los cuales se anotan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores iniciales de pH, CE y PSI en el suelo al inicio del proyecto en parcelas que recibieron H_2SO_4. Nogal Pecanero. 2001.

Profundidad.	PH	CE	PSI	Arena	Arcilla
Cm		dS/m^{-1}	%	%	%
0-30	8.87	2.49	7.4	38	30
30-60	8.49	5.01	8.8	34	34

Calculo de dosis a aplicar de H_2SO_4. Se determinó el requerimiento de H_2SO_4 en base al procedimiento de Pizarro (1978), cuya fórmula para calcular las dosis de H_2SO_4 (D_{ac}), en kg/ha es: $D_{ac} = \{(PSI_i - PSI_f) * CIC * Prof * D_a * P_{eq} \} / 100$. Donde: (Cuadro 2). El resultado de aplicar la formula es 3.2 ton/ha de H_2SO_4; se considera de un 90% de eficiencia, por lo que la dosis de aplicación fue de 3.8 ton/ha. El lavado del sodio se llevó a cabo paulatinamente por la limitada solubilidad del $CaSO_4$ que se forma en la reacción. Se requieren 7 cm de lámina de agua por cada tonelada de H_2SO_4 que se aplica al suelo, para que el $CaSO_4$ se mantenga en solución y actué como mejorador (Keren y Miyamoto, 1990; Ayers y Westcot, 1989).

Se evaluaron dos tratamientos de H_2SO_4:

1. Aplicación de H_2SO_4 (3.8 ton/ha) + lámina de lavado (20 cm).
2. Testigo (lámina de riego igual al tratamiento anterior).

Cuadro 2. Datos para calcular la dosis de H_2SO_4 a aplicar en la huerta.

		Datos de la fórmula	Datos huerta
PSI_i	=	Valor de PSI inicial (%)	7.4
PSI_f	=	Valor de PSI final (%)	2.4
CIC	=	Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g)	14
Prof	=	profundidad del suelo que se desea mejorar (cm)	60
D_a	=	Densidad aparente del suelo (g/cm3)	1.54
P_{eq}	=	Peso equivalente del H_2SO_4 (49 g)	49

Cada tratamiento se aplicó durante tres años (2001 a 2003), en tres repeticiones. Cada repetición estuvo formada por una parcela con dos hileras de 12 árboles cada una, con dimensiones de 14 m de ancho por 154 m de largo. El H_2SO_4 se aplicó en el agua de riego. La dosis se fraccionó en tres aplicaciones, durante el segundo, tercer y cuarto riego de auxilio, regulando la dosis calculada en el tiempo estimado de riego para aplicar 20 cm de lámina (aproximadamente 3 horas). Al final de cada ciclo se tomaron muestras de suelo a tres profundidades: 0-30, 30-60 y 60-90 cm, una muestra por repetición y se mezcló por tratamiento, para analizar el PSI. La calidad del agua de riego fue la siguiente: pH 7.21; CE 2.11 dS m^{-1}; Ca^{+2} 8.60 meq L^{-1}; Mg^{+2} 4.80; Na^{+} 7.00; K^{+} 0.26; CO_3^{-2} 0.0; HCO_3^{-1} 4.00; Cl^{-1} 3.36; SO_4^{-2} 8.10 y RAS 2.70.

Rendimiento y calidad de nuez. Se cosecharon tres árboles representativos por parcela o repetición, con circunferencia de tronco similar y se evaluó el rendimiento de nuez por árbol, nueces por kg y número de nueces verdes o germinadas; todo en base húmeda. De una muestra de 20 nueces por árbol, secada a la estufa a 60º C por 48 horas, se calculó lo siguiente, en base a peso seco: kg de nuez por árbol, nueces por kg, peso seco de una nuez, porcentaje de almendra y porcentaje de nuez verde o germinada.

Muestreo y análisis foliar. Se evaluó visualmente la sintomatología del follaje para determinar posibles toxicidades por cloro, sodio o algún otro elemento que haya incrementado su solubilidad por la acidificación temporal del suelo. Se realizó un muestreo foliar en julio del 2001, colectando 80 foliolos por repetición (tres árboles) y se seleccionaron los dos foliolos centrales de una hoja compuesta ubicada en la parte media del brote (Chávez et al., 2002). Se evaluó la concentración de Cl, Na, elementos mayores (N, P, K, Ca, Mg y S) y elementos

menores (Zn, Fe, Mn, Cu y B). El análisis estadístico se realizó mediante prueba de "t" en cada variables evaluada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por ciento de sodio intercambiable (PSI). En el Cuadro 3 se anotan los valores de PSI en muestras tomadas al final de cada ciclo: 2001, 2002 y 2003. La disminución de los valores de PSI fue mayor en el estrato de 0-30 cm con la aplicación de ácido sulfúrico. Para el 2003, el PSI disminuyó en un 43% con respecto al valor del testigo en el 2001 y en la profundidad de 30-60 cm la disminución fue de solo un 28%. Aunque el PSI que se planeó obtener con la aplicación del H_2SO_4 fue de 2.4%, este valor no se logró porque el suelo es un sistema abierto y ocurre una redistribución de sales en el perfil del suelo, pudiéndose presentar un ascenso capilar de sales presentes mas allá de la profundidad de 0-60 cm. Pizarro (1978) menciona que son necesarias varias aplicaciones de mejoradores para lograr los valores deseados de PSI.

Cuadro 3. Por ciento de sodio intercambiable (PSI) al final de cada ciclo, por efecto de la aplicación de H_2SO_4 en una huerta de Nogal Pecanero. 2001-2003.

Año	Profundidad	Testigo	Ácido sulfúrico
	cm	PSI	
2001	30	7.9	6.1
	60	9.5	6.8
2002	30	5.37	4.13
	60	9.34	7.38
	90	11.5	11.26
2003	30	6.29	4.53
	60	8.5	6.78
	90	8.99	8.94

Rendimiento de nuez. El efecto de los tratamientos H_2SO_4 en el rendimiento de nuez en kg/árbol, se ilustra en la Figura 1. El rendimiento en los dos primeros años de evaluación fue bajo y no se observaron diferencias significativas con la aplicación de H_2SO_4. En el ciclo 2003, la diferencia fue significativa; el rendimiento fue de 9.3 y 7.0 kg/árbol en los tratamientos con H_2SO_4 y testigo, respectivamente. En el 2004, aunque ya no se aplicó H_2SO_4, se evaluó el rendimiento y se observa que se mantuvo el mayor rendimiento en las parcelas que recibieron el mejorador.

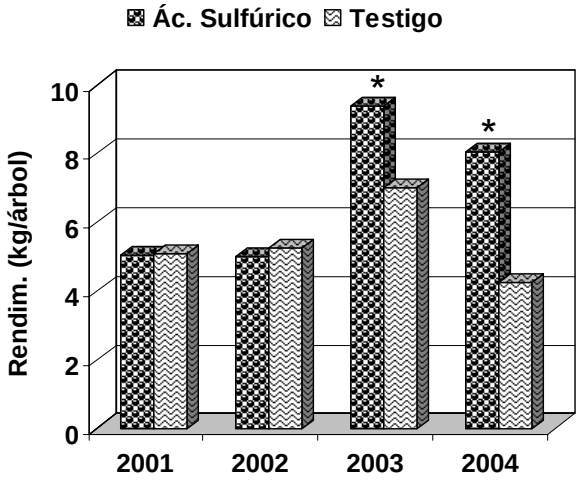


Figura 1. Rendimiento de nuez en suelos tratados con H_2SO_4. Nogal Pecanero. 2001-2004. (Diferencias significativas entre medias al 0.05 (*) y al 0.001 (**) de probabilidad, de acuerdo con la Prueba de "t").

Calidad de nuez. En la calidad de la nuez con la aplicación de H_2SO_4, en el 2003, el número de nueces por kg fue significativamente menor (P>0.01) y el peso de una nuez fue significativamente mayor con promedios de 183 nueces/kg y 5.5 g respectivamente, lo que indica un mayor peso y tamaño de nuez. Los resultados anteriores pueden deberse a mejores condiciones físicas del suelo, desde el punto de vista de permeabilidad. En las demás variables de calidad de nuez, no se encontró diferencia significativa. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Calidad de nuez con aplicaciones de H_2SO_4 en Nogal Pecanero.2001-2004.

Variable	Tratamiento	2001	2002	2003	2004
Nueces por kg	H_2SO_4	186	178	183**	156
	Testigo	165	172	206	156
Almendra (%)	H_2SO_4	55	58	57	61
	Testigo	56	54	55	54
Peso de nuez (g)	H_2SO_4	5.4	5.6	5.5**	6.5
	Testigo	6.1	5.8	4.9	6.4
Nuez verde (%)	H_2SO_4	14.7	16.6	8.1	6.6
	Testigo	9.9	12.5	7.6	6.0
Nuez germinada (%)	H_2SO_4	2.2	4.9	12.7	0.9
	Testigo	2.5	6.2	10.4	1.7

Diferencias significativas entre medias al 0.05 (*) y al 0.001 (**) de probabilidad.

Análisis foliar de nutrimentos**.** El análisis foliar mostró que la absorción de nitrógeno por la planta se incrementó de 2.65 a 3.23% con la aplicación del H_2SO_4 al suelo. Aunque ambos valores están dentro del rango normal para nogal pecanero, la aplicación de mejoradores puede favorecer las condiciones del suelo para una mayor asimilación de nitrógeno. La concentración del resto de los nutrimentos fue similar en los dos tratamientos. En los foliolos de árboles de la parcela testigo tuvieron una concentración de cloruros mayor que la del testigo. Lo anterior puede influir en la aparición de quemaduras en las márgenes de los foliolos durante el verano.

CONCLUSIONES

1. Es posible estimar la dosis de H_2SO_4 como mejorador de suelo en base al análisis químico y propiedades físicas del suelo.
2. El mejoramiento de suelos sódicos como el utilizado en el presente estudio, ocurre después de varios ciclos de aplicación de H_2SO_4.
3. Con la aplicación de H_2SO_4 al suelo, el PSI se redujo a los tres años un 43% a 0-30 cm de profundidad y un 29% a 30-60 cm.
4. Con la aplicación de H_2SO_4 al suelo, el efecto en el rendimiento de nuez se observó hasta el tercer año, en el cual también se aumento el tamaño y peso de la nuez.
5. Con la aplicación del H_2SO_4 al suelo, la absorción de nitrógeno por la planta se incrementó de 2.65 a 3.23%.

BIBLIOGRAFÍA

Anónimo, 2006. El Siglo De Torreón. Resumen Económico. Comarca Lagunera 2005. p. 32. Torreón, Coah., México.

Ayers, R. S. y D. W. Westcot. 1989. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and drainage paper No. 29. Rev. 1. FAO, Rome.

Chávez G., J. F., M. D. C. Medina M. y U. Figueroa V. 2002. Fertilización del nogal. Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. Libro Técnico Nº 3. Primera Edición. Campo Experimental La Laguna. CIRNOC. INIFAP. Matamoros, Coahuila, México. p. 102.

Keren, R., and S. Miyamoto. 1990. Reclamation of saline, sodic and boron affected soils, p. 410-431, In K. K. Tanji, ed. Agricultural salinity assessment and management, Vol. ASCE Manual No. 71. ASCE, New York.

Medina M., M. D. C., J. A. Samaniego G., J. Santamaría C., R. Faz C., T. Herrera P., G. González C., M. Ramírez D., M. Rivera G. y J. L. González B. 1997. Diagnostico Integral de la Alternancia en la Producción de Nogal Pecanero en la Comarca Lagunera. Informe de investigación. CELALA – INIFAP. Matamoros, Coah., México.

Miyamoto, S., T. Riley, G. Gobran y J. Petticrew. 1986. Effects of saline water irrigation on soil salinity, pecan tree growth and nut production. Irrigation Science. 7:83-95.

Pizarro, F. 1978. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid.

Rivera G., M., J. L. González B. y J. O. Job. 1997. Diagnostico de los problemas de salinidad y sodicidad en huertas de nogal de la Región Lagunera. Informe de Investigación. Campo Experimental La Laguna y CENID-RASPA. INIFAP. Matamoros, Coah., México.

Santamaría C., J. y M. D. C. Medina M. 2005. Salinidad del suelo y agua, producción de nuez y áreas de riesgo en la Comarca Lagunera. Revista AGROFAZ. 5 (3): 105-112. Venecia, Dgo., Mexico.

LA ORINA HUMANA COMO SUSTITUTO DE LA SOLUCION NUTRITIVA EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE

Pablo Preciado Rangel[1], Anselmo Gonzáles Torres[2], Miguel Ángel Segura Catruita[1], Alfredo Lara Herrera[2], Miguel Enríquez Sánchez[1], Jorge Arnaldo Orozco Vidal[1].

[1] Profesor Investigador. Instituto Tecnológico de Torreón.
[2]Tesista de la Maestría en Ciencias en Suelos.
[3] Unidad Académica de Agronomía. Universidad Autónoma de Zacatecas.

INTRODUCCIÓN.

En la producción de plántulas de tomate, en invernaderos, las charolas germinadoras y sustratos son los responsables de proveer las condiciones adecuadas para la emergencia y posteriormente proporcionar un soporte mecánico a la plántula. La nutrición es proporcionada por medio de una de una solución nutritiva, debido a que los sustratos no son capaces de satisfacer la gran demanda de nutrimentos especialmente cuando se generan las hojas verdaderas (Ericsson, 1995).

En esta etapa fenológica la adecuada nutrición de las plántulas, es esencial para la producción de plántulas vigorosas y aptas para el transplante (Preciado *et al*, 2002); debido a que las condiciones nutrimentales de las plántulas al momento del transplante influyen en su establecimiento, crecimiento y la productividad del cultivo.

Sin embargo, el alto costo de los insumos para la elaboración de las soluciones y el desconocimiento de los principios para su preparación, hacen que el agricultor común, no las obtenga o estas sean aplicadas inadecuadamente.

Por lo anterior es necesario buscar alternativas que puedan ser utilizadas como sustituto de la solución nutritiva.

La orina humana, se utiliza en la fertilización de los cultivos, debido a la gran cantidad de nutrimentos en forma asimilable además de que puede ser aplicada sin tratamiento alguno, ya que generalmente es estéril (Heinonen y Sijbesma, 2004). No obstante, por seguridad se recomienda su almacenamiento de tres a seis meses, durante este tiempo, la hidrólisis de la urea, el alto contenido de amonio, la alta temperatura y el bajo pH, hacen que no exista riesgo potencial a la salud (Mitsherlich y Marth, 1984; Hellstrom *et al.,* 1998). Por lo anteriormente expuesto el objetivo de la presente investigación fue evaluar la orina humana como sustituto de la solución nutritiva en la producción de plántulas de chile jalapeño.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevo a cabo en un invernadero perteneciente al Instituto Tecnológico de Torreón. Semillas de de chile Cv Jalapeño M, fueron sembradas en contenedores de poliestireno de 200 cavidades que contenían Peat Moss,

Los tratamientos evaluados fueron seis; el primer tratamiento corresponde a la utilización de agua destilada, el segundo una solución nutritiva (Steiner, 1984), el resto de los tratamientos consistieron en diferentes diluciones de la orina humana (OH) en agua (Cuadro 1), en estos tratamientos el pH fue ajustado a 5.5, con ácido sulfúrico.

Cuadro1. Tratamientos utilizados en el presente experimento.

Tratamiento	DIlusión OH:agua	CE dS m^{-1}
1	Agua destilada	
2	Solución Steiner	2
3	1:67	1
4	1:40	2
5	1:20	3.5
6	1:14	4.5

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con 10 repeticiones. La evaluación de los tratamientos se llevo a cabo en los siguientes parámetros: número de hojas verdaderas (NH); diámetro de tallo (DT); longitud del vástago de la plántula (AP), área foliar (AF) determinada con un integrador de área foliar marca LI-COR modelo LI-3100; y peso seco del vástago (PSV) y peso seco de la raíz (PSR), con estos datos se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey, mediante el paquete estadístico SAS®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de crecimiento.

Los análisis de varianza en la mayoría de los parámetros de crecimiento analizados presentaron diferencias significativas, a continuación se discuten cada una de estas variables.

Numero de hojas.

El menor NH fue obtenido por el primer tratamiento (Cuadro 2), lo cual se atribuye a que el agua y el sustrato utilizado por si solos no contienen la cantidad necesaria de nutrimentos y mucho menos de nitrógeno, el cual estimula la producción de órganos vegetativos (Ericsson, 1995). Existe una tendencia, aunque sin diferencias significativas, a disminuir el NH cuando se

aumenta aumentar la concentración de la OH. Asimismo el AF se reduce; lo anterior se debe a un estrés hídrico, en este caso impuesto por la salinidad de la OH utilizada, la cual incrementa la CE en el sustratos, (Waldron *et al.,* (1985).

Cuadro 2. Promedio de

Tratamiento	NH	AP	DT	PSV	PSR	AF
		cm	mm	Mg		cm^2
1	4.0 b	5.1 d	1.7 c	3.26 d	3.24 bc	29.25 d
2	7.52 a	8.78 a	3.19 a	3.54 a	3.31 ab	39.09 b
3	7.36 a	7.16 b	2.99 ab	3.39 b	3.36 a	47.28 a
4	7.32 a	7.06 b	2.94 b	3.36 bc	3.27 bc	46.06 a
5	736 a	6.75 bc	2.98 b	3.35 bc	3.25 bc	38.9 b
6	7.28ª	6.22c	2.78 b	3.3 cd	3.23 c	35.03 c

Medias con letras iguales en cada columna son iguales según la prueba de Tukey ($p \leq 0.5$).

Altura de plántula.

La mayor AP fue obtenida con la aplicación de la solución nutritiva completa de Steiner (Cuadro 1), con diferencias significativas para el resto de los tratamientos. En estos tratamientos se observa una tendencia a reducir la AP, cuando se incrementa la concentración de la OH, debido a un efecto osmótico. Marschner (1995), menciona que el efecto osmótico disminuye la energía libre del agua, lo trae como consecuencia una restricción en la absorción de agua y de algunos nutrimentos, especialmente aquellos que se mueven por el flujo de masas. Este efecto provoca un mayor gasto energético por parte de la planta para seguir llevando a cabo este proceso fisiológico; disminuyendo la expansión celular y como resultado existe una disminución en la altura de la planta (Tanji, 1990).

Diámetro de tallo.

El mayor DT en las plántulas de tomate fue obtenido en los tratamientos 2 y 3 (Cuadro 2), estos resultados se encuentran muy relacionados con el NH, ya que al existir una mayor cantidad de hojas, se incrementa la producción de esqueletos carbonatados los cuales son utilizados o almacenados en el tallo (Liptay *et al*., 1981; Donald y Hamblin, 1983). Además, un mayor diámetro de tallo permite soportar a la parte aérea sin doblarse a causa de condiciones

climáticas en el campo (viento), al momento del trasplante con lo que se evita el estrangulamiento de los haces vasculares (Orzolec, 1991).

Peso seco de vástago.

El tratamiento con la solución nutritiva completa Steiner presento el mayor PSV (Cuadro 2); no obstante se observa una tendencia negativa entre el PSV y la concentración de la OH. Este efecto se presenta al aumentar la salinidad en el medio radical, ya que la absorción de agua y la transpiración en la planta disminuyen, trayendo como consecuencia una reducción en la fijación de CO_2, causado por el déficit de agua y el cierre parcial de estomas, perdida de turgencia en las células del mesofilo por la acumulación de iones y sales en el apoplasto (Marschner, 1995), como el sodio, el cual causo daños celulares (quemaduras), la combinación de estos factores provocan una disminución en el crecimiento y producción de biomasa en la parte aérea (Ho y Adams, 1995).

Peso seco de raíz.

Los mayores valores en el PSR fueron obtenidos con el tratamiento 3 (Cuadro 2); en cambio con los tratamientos de una mayor salinidad tuvieron los menores valores. Generalmente, los sustratos salinos afectan más la parte aérea que la radical (Termaat y Muñiz, 1986), lo que inhibe el crecimiento de la parte aérea; mientras que la producción de carbohidratos se canaliza preferentemente hacia la raíz (Schildawacht, 1989), siempre y cuando este estrés sea moderado. La salinidad tiene efectos detrimentales en la biomasa radical (Papadaopoulos y Rending, 1983, Nonami *at al.,* 1992), por la baja producción de fotoasimilados de la parte aérea y a los daños causados en la integridad de las membranas de la raíz (Sohayda et al., 1990).

Área foliar.

La mayor AF se obtuvo con los tratamientos 3 y 4 (Cuadro 2), la menor AF se presentó en los tratamientos extremos. En el primer tratamiento se atribuye a la falta de nutrimentos en la plántula debido a que el sustrato no fue capaz de satisfacer la demanda nutrimental. A diferencia de los últimos tratamientos, donde los menores valores son debido a un estrés hídrico impuesto por la salinidad, como indican Waldron *et al* (1985). El AF y el grado de salinidad se encuentran inversamente relacionados; al incrementar la presión osmótica en la solución que rodea la raíz, la absorción de agua y algunos nutrimentos disminuye, con lo que también reduce la transpiración de la planta, trayendo como consecuencia una disminución en la fijación de CO_2, causado por el déficit de agua y cierre parcial de estomas, perdida de turgencia en las células del mesofilo por la acumulación de sales en el apoplasto o efectos tóxicos directos de algunos iones, lo que disminuye la expansión foliar (Marschner, 1995).

CONCLUSIONES

- Es factible la sustitución de la solución Nutritiva por la orina humana a una dilución de 1:67

BIBLIOGRAFÍA

Donald, C. M. y J. Hamblin. 1983. The convergent evolution of annual crops in agriculture. Advances in Agronomy. 36: 97-143.

Ericsson, T. 1995. Growth and shoot: root ratio of seedlings in relation to nutrient availability. Plant Soil. 169: 205-214.

Hellstrom D. 1998. Storage of human urine: acidification as a method to inhibit descomposition of urea. Wat. Sci Tech.38 (6):9-16

Ho, L. C. y P. Adams 1995. Nutrient uptake and distribution in relation to crops quality. Acta Horticulture. 396: 33-44.

Liptay, A., C.A., Jaworski, y S.C. Pohatak. 1981. Effect of tomato transplant stem diameter and ethephon treatment on tomato yield, fruit size and number.

Marschner, H. 1995.Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Ed. Academic Press. San Diego, Ca., USA.

Mitscherlich, E., Marth, E.H., 1984. Microvial survival in the environment: bacteria and rickettsiae important in human and animal health. Berlin. P. 802.

Nonami, H., K. Mohri, T. Fukuyama, y Y. Hashimoto, 1992. Growth regulation of plant seedling by ion concentration management in hydroponics culture Acta Horticulture. 319: 77-83.

Orzolec, M. D. 1991. Establishment of vegetables in the field Hort. Technology American Society for Horticultural Sci. 78 – 81.

Papadopulus, I. y Rending V.V. 1985. Tomato plant response to salinity. Agron. J. 75: 696-700.

Preciado, R. P., Baca, C. G., Tirado, T. J., Kohashi. S. J., Tijerina C. L. y Martínez G. A., 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. Terra. 20:267-276.

Steiner, A.A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-650. *I*n: Proceedings 6th International Congress on Soilles Culture. Wageningen, The Netherlands.

Suhayda, C.G. Giannin, J.L., Briskin, D.P. Shannon, M.C. 1990. Electrostatic changes resulting from salt stress. Plant Physiol. 93:471-478.

Tanji, K.K. 1990. Agricultural salinity assessment and management. American society of civil engineers. New York. 279 p.

Termaat, H. y R. Munns. 1986. Use of concentrated macronutrient solution to separate osmotic from NaCl- specific effects on plant growth. Agust. J. Plant Pshysiol. 13: 509-522.

Waldrom, L. J., N. Terry y J. A. Nelson, 1985. Diurnal cycles of leaf extension in unsalinized and salinized *Beta Vulguris*. Plant Cell Environ 8:207-211 .

USO DEL AGUA EN LA ALFALFA CON RIEGO SUBSUPERFICIAL II

Montemayor T. José A., Aguirre A. Herman., Fortiz H. Manuel., Olague R. Jesús., Rodríguez R. José C., Chavarria G. José A., Aldaco N. Rogelio., Bravo S. Sam R., Huerta R. Anastasia., Leopoldo G. Galindo.

Instituto Tecnológico de Torreón. montemayorja@hotmail.com

INTRODUCCIÓN.

En la Comarca Lagunera de los Estados de Coahuila y Durango, México. De acuerdo a datos estadísticos del programa hidráulico de gran visión 2001 – 2020 de la región VII cuencas centrales del norte, durante el año de 1988 se establecieron 29,842 ha de alfalfa con un consumo de lámina de agua de 1.9 a 2.4 m anuales. Esta superficie, represento una extracción de agua del acuífero de 641.6 millones de metros cúbicos (Mm^3) anuales y el 77.3% con respecto al volumen total destinado únicamente a cultivos forrajeros, el cual fue de 829.4 Mm^3.

Estas estadísticas proporcionan una idea clara de las presiones hídricas que ejerce este cultivo sobre la explotación del acuífero principal de la Comarca Lagunera. Si se considera que en el mejor de los casos las eficiencias a nivel predio agrícola es de un 60%, es decir, que por cada m^3 de agua destinada al riego se pierden 0.4 m^3 principalmente en la conducción y distribución del agua. Lo anterior permite concluir que la tecnificación del riego, aunado a la capacitación de los regantes debe de seguir fomentándose, pero acompañada de una legislación aplicada a no incrementar superficie; característica que no ha sucedido en los predios tecnificados actualmente. En cuanto a la tecnificación del riego, se ha estado trabajando en México y en otros países, en 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). Investigaciones en la Universidad de Kansas, indican que es posible ahorrar un 25 % de agua con el RGS (Lamm *et al.,* 1995). Estudios sobre tipos de cinta, goteros, espaciamiento y profundidades entre laterales para la producción de forrajes están siendo realizados en New México, Texas, Nevada y California (Hutmacher *et al.,* 1992). 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, existen aun problemas por resolver en el diseño, operación y mantenimiento del sistema (O´Brien *et al.,* 1998). El objetivo de este trabajo de investigación, fue analizar el efecto de la separación de las cintas de riego subsuperficial en la producción de alfalfa, eficiencia del uso del agua en el cultivo de la alfalfa 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 clima de la región es desértico, con lluvias en verano e invierno con una precipitación promedio de 258 mm, la relación precipitación - evaporación es de 1: 10, temperatura media anual de 21°C con intervalos máximos de 33.7 °C y mínimo de 7.5°C. El periodo de heladas, se presentan de noviembre a marzo y ocasionalmente en octubre y abril (García, 1973). 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 al azar, con unidades experimentales de 1200 m^2 y 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 (m^3 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 metodología propuesta por (Doorenbos y Pruitt 1974; Locascio y Smajstrla 1995). 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.

REULTADOS Y DISCUSIÓN.

Producción de materia seca. La (Figura 1) presenta los rendimientos de materia seca anual obtenidos para cada uno de los tratamientos para el primer año de estudio, se puede observar que el rendimiento estuvo asociado a la separación de las cintas de riego. Es decir, a menor espaciamiento mayor rendimiento. Este comportamiento esta asociado a la disponibilidad del

agua por las raíces de la planta, en la mayor distancia entre cintas, el traslape de los bulbos húmedos de suelo es menor, lo que provoca una menor disponibilidad de agua en aquellas plantas que están ubicadas al centro, entre la separación de las cintas de riego. Esto genera cambios en la estructura del dosel del cultivo, apreciándose como "ondas" en el campo del cultivo. Los rendimientos obtenidos en la producción de materia seca fueron: 24.79^{a}, 24.08^{ab}, 22.39^{b} y 18.46^{c} Mg ha^{-1}en los tratamientos de 0.8, 0.9, 1.0 y gravedad (prueba de tukey α = 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 Mg ha^{-1} en separaciones de cinta de 101.6 cm y 45.7 cm de profundidad.

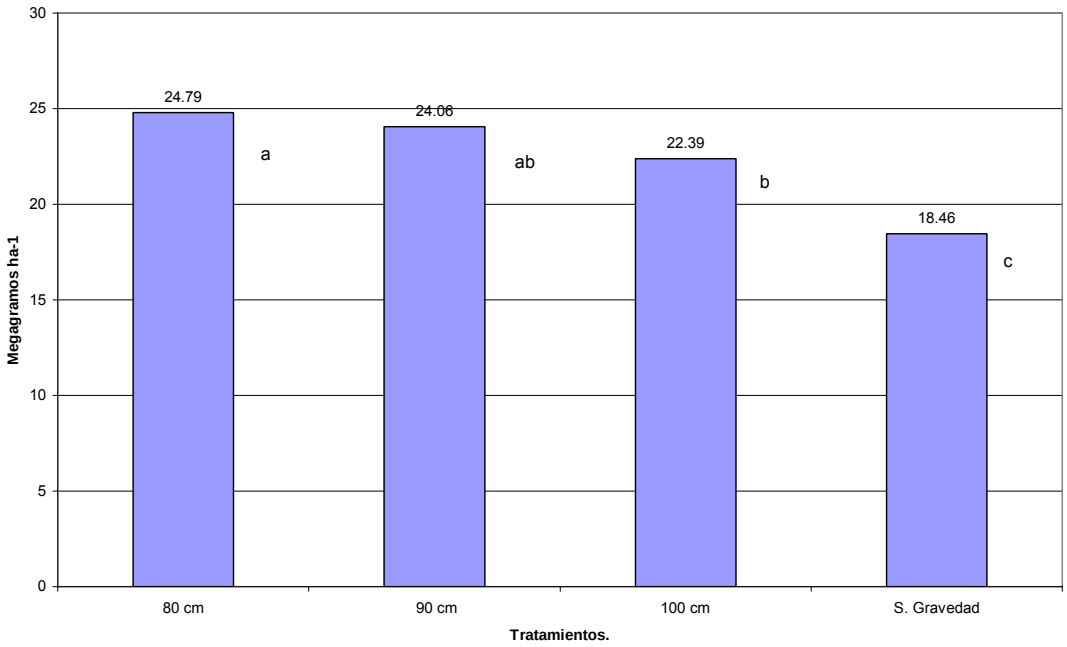


Figura 1. Producción de materia seca anual de alfalfa en tres separaciones de cinta de riego subsuperficial y riego por gravedad.

Lámina de agua aplicada. En la (Figura 2) se presentan tres modelos de regresión, dos que estiman el consumo de agua, uno de ellos en riego subsuperficial y otro en el sistema de gravedad. El tercero es la estimación de la evaporación diaria acumulada durante el primer año del cultivo. La lámina aplicada en el sistema de gravedad fue de 139 cm y 116 cm en riego con cinta y una lamina evaporada de 154 cm durante el periodo de estudio. Los consumos diarios estimados con los modelos fueron de 0.46 cm en gravedad y 0.41 cm en riego subsuperficial con una evaporación diaria de 0.54 cm. 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 2) se observan los intervalos entre riegos más frecuentes y láminas menores numéricamente al compararlo con el sistema de gravedad.

Eficiencia en el uso del agua. La relación entre la producción de materia seca por unidad de volumen de agua aplicado en los tratamientos se presenta en la (Figura 3). El valor más alto de 1.9 kg m^{-3} fue obtenido en la separación de 80 cm entre cintas. Sin embargo, no se mostraron diferencias estadísticas con respecto a la separación de 90 cm. El valor más inferior de 1.3 kg m^{-3} fue el obtenido en el sistema de riego subsuperficial (Prueba de Tukey α = 0.05).

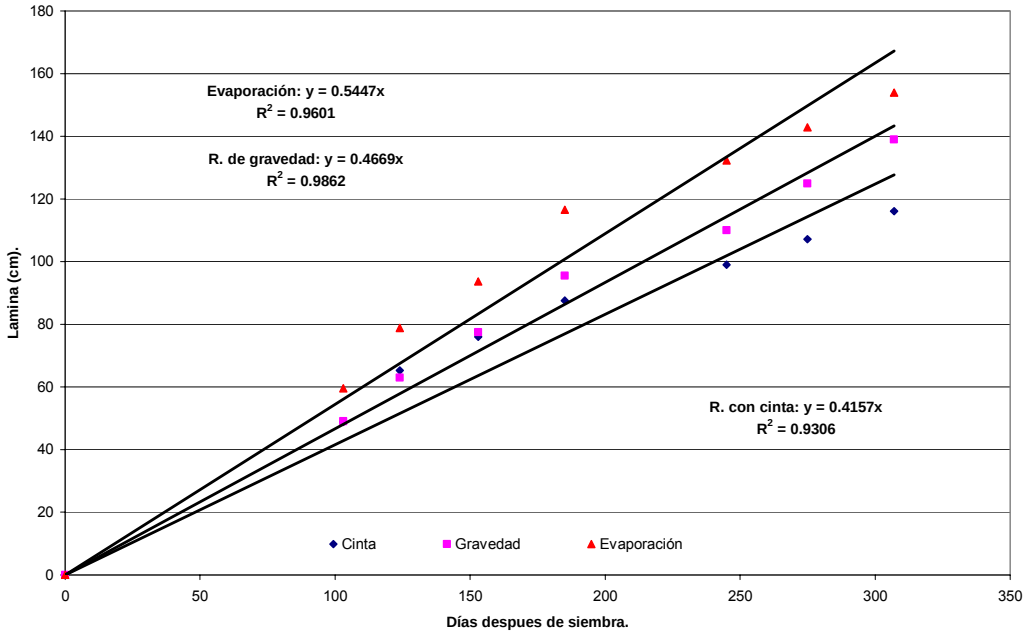


Figura 2. Modelos obtenidos de lámina de riego aplicada en los sistemas de riego subsuperficial y gravedad así como la evaporación durante el periodo de estudio.

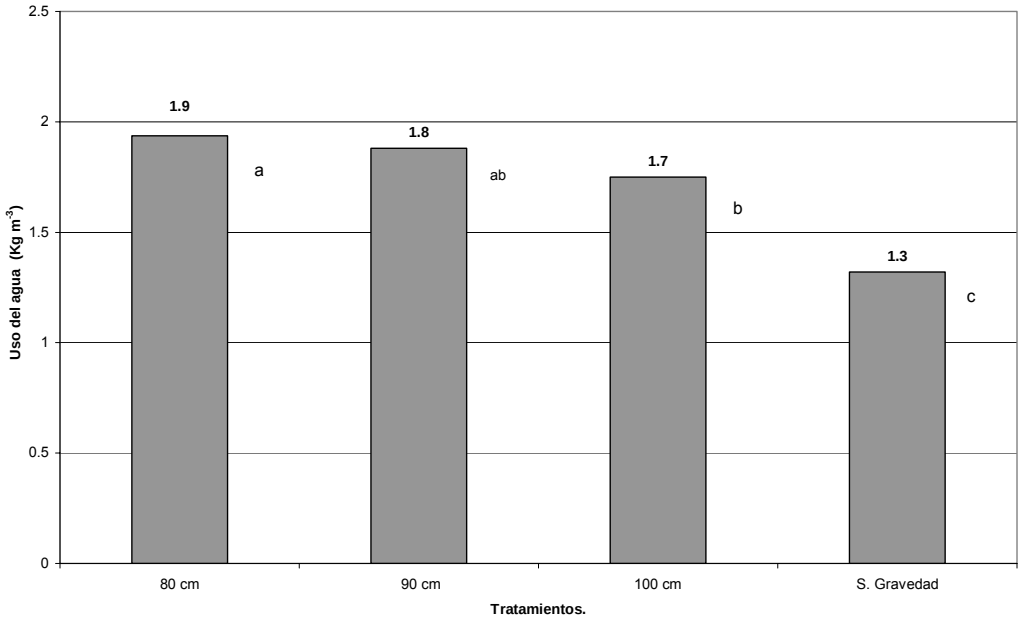


Figura 3. Eficiencia del uso del agua en los tratamientos de riego subsuperficial y sistema de riego por gravedad.

CONCLUSIONES.

Se obtuvo una mayor producción de materia seca en riego por goteo subsuperficial, así como una menor lamina de riego aplicada equivalente a 20 cm con respecto al sistema de gravedad, la cual se traduce en un incremento en el uso eficiente del agua de 1.3 a 1.9 kg m^{-3}.

BIBLIOGRAFIA

ASAE. Standards soil and water terminology 46th ed. St. Joseph, Mich. USA. American Society Agricultural Engenearis 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.

Doorenbos, J. y W.O. Pruitt. 1974. Las necesidades de agua de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colegio de Riego y Drenaje, No. 24, F.A.O.; Roma. 190. p.

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.

Locascio, S.J.and A.G. Smajstrla. 1995. Fertilizer timing and Pan evaporation scheduling for drip irrigated tomato. Microirrigation for a Changing World: Conserving Resources/ Preserving the Environment. ASAE publication 4-95.

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.

Programa Hidráulico de Gran Visión 2001 – 2020 de la Región VII Cuencas Centrales del Norte. Comisión Nacional del Agua. México.

FÓSFORO FOLIAR EN EL RENDIMIENTO DE TRITICALE FORRAJERO

Rogelio Armando Aldaco Nuncio[1], Ixchel Abby Ortiz Sánchez [2], Jesús Olague Ramírez[1], Juan Cabrera Reyes[1], Maria Victoria Huitron Ramírez[1], José Alfredo Montemayor Trejo[1], Manuel Fortis Hernández[1].

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

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera el número de cabezas de ganado en producción de leche se incremento de 224,004 en el año 2004 a 232,520 en el 2005 con una producción por vaca por día de aproximadamente 26 L de leche, con un total de 1,905.336 millones de litros de leche, los cuales generaron una gran derrama económica 6,937.141 millones de pesos, en el 2005 (El Siglo de Torreón, 2006). Lo anterior, implica una constante producción de cultivos forrajeros con excelente calidad, siendo el cultivo de alfalfa el principal forraje 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 39,398 hectáreas en el año 2005, con una producción de 3' 158,515 toneladas de forraje en verde con un valor de 760' 311,636.00 pesos (SAGARPA 2005). Sin embargo, durante el invierno existe un déficit de forrajes debido a la caída del rendimiento de cultivo de alfalfa por causa de las bajas temperaturas y las características genéticas de las variedades de alfalfa sembradas en la región. Ante esta problemática el cultivo del Triticale ha mostrado ser una excelente alternativa en suelos calcáreos ya que supera a la mayoría de los cultivos invernales en rendimiento y calidad forrajera (Hernández *et al*. 1992). El Triticale tiene mayor eficiencia con el uso del fósforo y nitrógeno, además de que muestra mayor potencial proteínico que la avena (Verughese *et al*.1987), esto es debido a que absorbe eficazmente el P presente y el adicionado en el suelo, lo que le permite obtener mayores rendimientos y adecuados niveles de calidad forrajera, aunque la mayor parte del P normalmente presente en los suelos calcáreos no es aprovechable por las plantas debido a su gran insolubilidad (Navarro 2000). El P mejora la precocidad de los cereales y favorece el desarrollo radical. La fertilización de P es vital para obtener plantas más vigorosas, con buen desarrollo de raíces en las etapas tempranas del cultivo, además de que es esencial en el desarrollo de la espiga y el grano, por lo que es un elemento principal en los fertilizantes básicos (Salisbury y Ross 1994). El fósforo es un nutrimento que es abastecido en forma natural por el suelo o por los fertilizantes. Debido a que

los suelos de la región tienen un contenido disponible de medio a bajo en fósforo y 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). Por lo anterior, con el propósito de emplear un método alterno de fertilización fosfórica se determinó llevar a cabo esta investigación con el objetivo de evaluar el rendimiento del cultivo del Triticale forrajero bajo la aplicación de diferentes dosis de fertilización de fósforo foliar en la época de invierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el ciclo de invierno del 2004 y concluyó en primavera del 2005, en el campo experimental del Instituto Tecnológico de Torreón, localizado en el Km. 7.5 de la carretera Torreón – San Pedro, Coahuila en el ejido Ana municipio de Torreón, situado geográficamente entre los 26° 30´ 15´´ latitud Norte y 103° 22´ 07´´ Longitud Oeste y a 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 follaje de manera manual y en la etapa previa a la aparición de la espiga, se empleó como fuente fosfatada un producto comercial foliar. Se aplicaron los tratamientos de 0, 30, 60, 90, 120 y 150 ppm de fósforo foliar. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento.

Tratamiento	ppm
1	0
2	30
3	60
4	90
5	120
6	150

El material genético empleado en este proyecto fue el Triticale AN-31, que fue proporcionado por el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Campus Buenavista, Saltillo, Coahuila (UAAAN). Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. La preparación de terreno experimental se realizó con implementos mecánicos agrícolas, en donde se realizó las labores tradicionales para la siembra de gramíneas; barbecho, rastreo doble, nivelación, bordeo. La siembra se llevó acabo el día 26 de noviembre de 2004, se utilizó una sembradora de granos finos con una distribución específica y a una profundidad determinada de 2 cm, la sembradora fue calibrada antes de realizar la siembra. La densidad de siembra para este caso fué de 140 kg ha^{-1} de semilla. Los riegos se

aplicaron por gravedad, el primer riego se realizó el día de la siembra para promover la germinación y emergencia, y posteriormente se aplicaron 3 riegos con un intervalo de 20 días en promedio entre los riegos, con una lamina de riego de 15 cm por cada riego dando una lamina de riego total de 60 cm. La presencia de maleza durante la investigación fue controlada con la aplicación de el herbicida 2,4-D Ester Butílico en una dosis de 1 L ha^{-1} en 200 L de agua. La cosecha se realizó el día 27 abril 2005, a los 150 días de la siembra, fué de forma manual con rozadera, cortando a una altura aproximada de 2 a 3 cm. de la superficie del suelo.

En cada parcela se cosecharon dos metros lineales de dos surcos centrales por tratamiento y repetición. Se evaluó el peso de forraje verde, peso de forraje seco y concentración de P en el tejido vegetal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de forraje verde. En la Figura 1 se muestran las medias del rendimiento de forraje verde. El análisis estadístico no mostró diferencias estadísticas significativas en tratamientos. Sin embargo, el tratamiento 6 de 150 ppm de P produjo un rendimiento de 36.210 ton ha^{-1}, superior al testigo en 12.789 ton ha^{-1}. Todos los rendimientos de los tratamientos del 2 al 6 fueron superiores al testigo y los que correspondieron a los tratamientos 6,5 y 4 superaron a la media general (28.07 ton ha^{-1}). Cuadro 2.

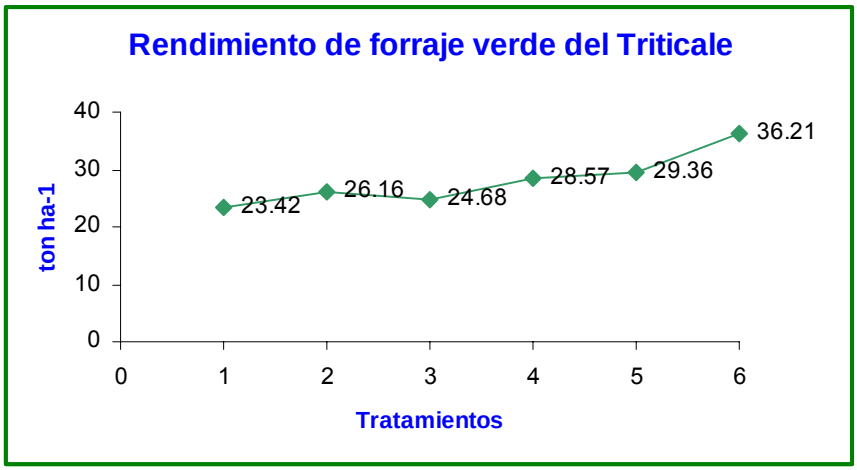


Figura 1. Rendimiento de forraje verde en el cultivo de Triticale bajo seis dosis de fósforo foliar en el ciclo de invierno de 2004, en ton ha^{-1}.

Rendimiento de forraje seco. En la Figura 2 se muestran las medias del rendimiento de forraje seco para el experimento de campo. En el rendimiento de forraje seco los tratamientos no generaron diferencias estadísticas significativas. En esta variable entre el testigo y el

tratamiento 6 (17.391 ton ha^{-1}) se aprecio una diferencia de 6.142 ton ha^{-1}. Además, todos los rendimientos de los tratamientos del 2 al 6 fueron superiores al testigo y los tratamientos 6, 5 y 4 superaron a la media general (13.482 ton ha^{-1}). Cuadro 2.

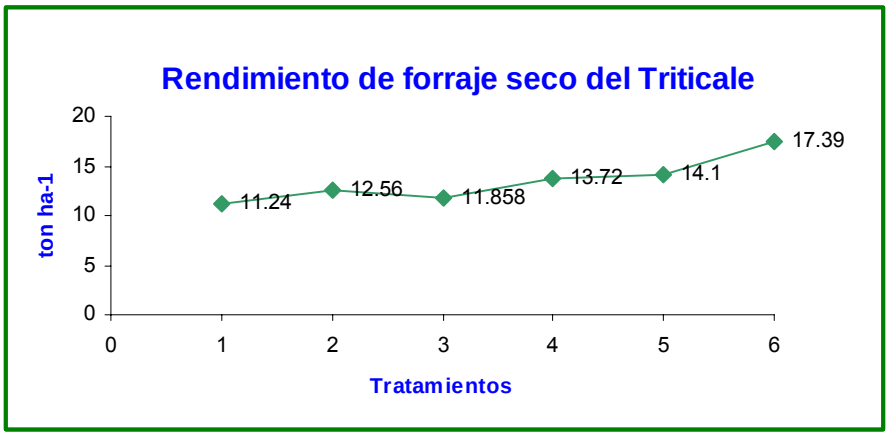


Figura 2. Rendimiento de forraje seco en el cultivo de Triticale bajo seis dosis de fósforo foliar en el ciclo de invierno de 2004, en ton ha^{-1}.

En los resultados de producción de materia seca obtenidos se puede observar que supera la media regional la cual es de 10 ton ha^{-1} para triticales de 110 a 120 días y para triticales de 75 a 95 días un rendimiento de 6 a 7 ton ha^{-1} de forraje seco superando de igual forma a avenas con un rendimiento de 5.5 ton ha^{-1} y trigos con 5.0 ton ha^{-1} (Lozano 2001, Lozano 2002). Lo anterior, indica que el cultivo de triticale es una sólida alternativa en la época de escasez de forraje en la Comarca Lagunera, acompañado de un método alterno de fertilización fósforada.

Cuadro 2. Rendimientos de forraje verde y forraje seco del cultivo de triticale. ton ha^{-1}.

Tratamiento	Dosis de P en ppm	Rendimiento ton ha^{-1}.	Rendimiento ton ha^{-1}.
1	0	23.421	11.249250
2	30	26.160	12.565001
3	60	24.688	11.858075
4	90	28.574	13.724450
5	120	29.369	14.106100
6	150	36.210	17.391850

Concentración de fósforo en planta. En la Figura 3 se muestran las medias de la concentración de P en las plantas del cultivo del Triticale. El análisis de tejido vegetal mostró que todos los tratamientos generaron valores superiores al testigo en la concentración de P. El

análisis estadístico no mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en esta variable. Sin embargo, los tratamientos 6, 5 y 3 superaron a la media general (0.001060 % de P). Cuadro 3. Benton Jones *et al* 1990, indican que el contenido de fósforo de las plantas en general varia de 0.15 a 1.00 % del peso de la materia seca y de 0.20 a 0.40 % en tejido vegetal recientemente maduro. El hecho de que los análisis muestran valores muy inferiores a los publicados por estos autores explica que por un lado el P que fue suministrado por la fertilización foliar y aquel que fue tomado de la solución del suelo en concentraciones muy bajas, debido a la poca o nula movilidad del elemento, fue empleado por la planta para desarrollar sus funciones metabólicas vitales.

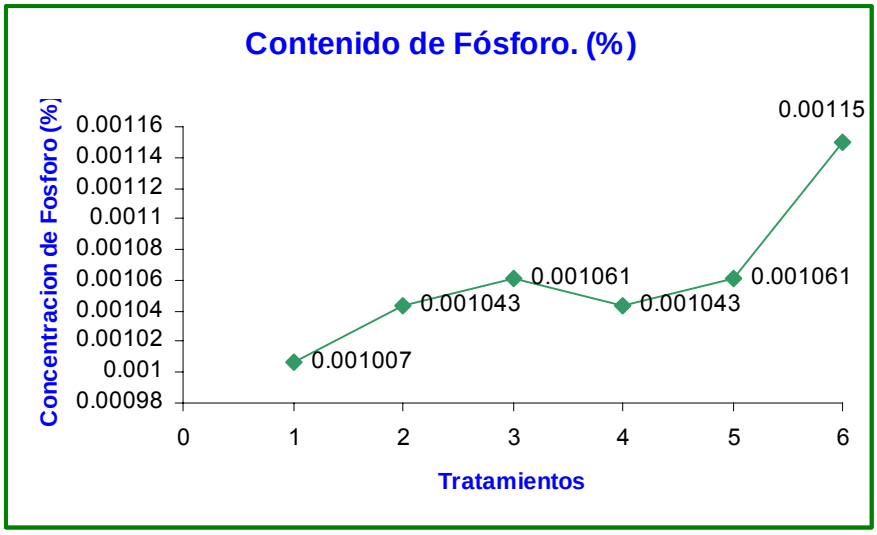


Figura 3. Concentración de fósforo en el tejido vegetal del Triticale bajo seis dosis de fósforo foliar en el ciclo de invierno de 2004, (%).

Cuadro 3. Concentración de fósforo en tejido vegetal del triticale, expresado en porcentaje (%).

Tratamiento	Dosis aplicadas de P. (ppm)	Concentración de fósforo. (%)
1	0	0.001007
2	30	0.001043
3	60	0.001061
4	90	0.001043
5	120	0.001061
6	150	0.001150

Concentración de fósforo en el suelo. La Figura 4 muestra la concentración de fósforo en el suelo de las unidades experimentales al momento de la cosecha del forraje. En el Cuadro 4, se puede apreciar que las concentraciones de P en el suelo fueron altamente contrastantes ya que el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas en el suelo donde se establecieron los tratamientos, no encontrándose diferencias significativas entre los bloques del experimento. Cabe destacar que este efecto es totalmente independiente de la aplicación de los tratamientos aplicados al follaje del cultivo. En los suelos de la Comarca Lagunera es difícil mantener el P disponible para las plantas, debido a que este elemento reacciona fácilmente con el Calcio formando compuestos que no son solubles, reduciendo así la posibilidad de que el P se mueva hacia las raíces, lo que puede generar una eficiencia del 10 al 30 % del P soluble en el primer año posterior a la fertilización fósfatada. (Potash and Phosfhate Institute 1997).

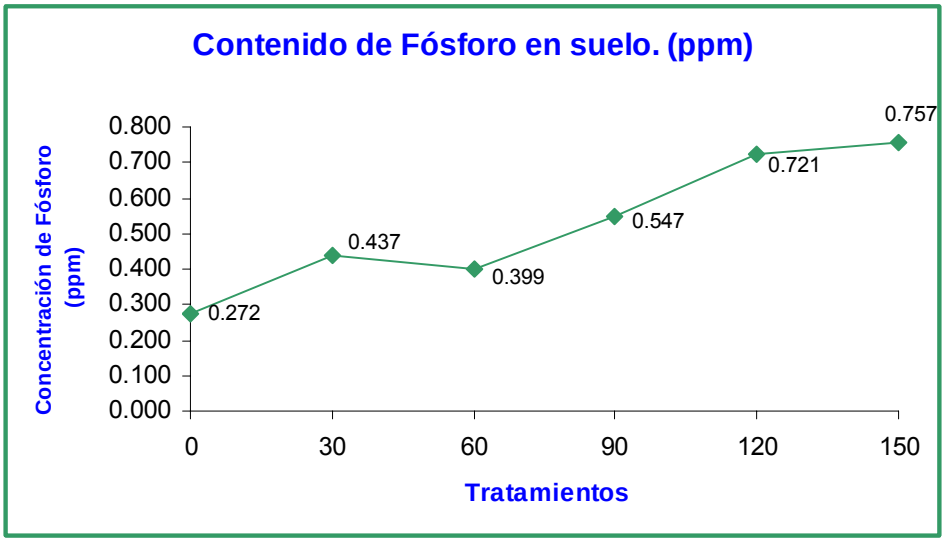


Figura 4. Concentración de fósforo en el suelo al final del experimento del Triticale bajo seis dosis de fósforo foliar en el ciclo de invierno de 2004, en ppm.

Cuadro 4. Concentración de fósforo en el suelo en cada tratamiento en el cultivo del triticale.

Tratamiento	Dosis aplicadas de P en ppm	Concentración de P en ppm		
6	150	0.756	A	
5	120	0.721	A	
4	90	0.547	B	
2	30	0.437	B	C
3	60	0.399	B	C
1	0	0.271		C

CONCLUSIONES

Los tratamientos no mostraron diferencias estadísticas significativas en las variables rendimiento de forraje verde, rendimiento de forraje seco y concentración de P en el tejido vegetal. Sin embargo, todos los tratamientos numéricamente superaron al testigo en cada una de las variables citadas. Se encontró que el suelo es altamente contrastante en cuanto a la concentración de P al momento de la cosecha. Sin embargo este efecto no fue determinante ni influyo en el rendimiento del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Benton J. J., Wolf B. y Mills H. A. 1990. Micro – Macro Publishing, Inc. Athens, Georgia. U.S.A.

Hernández G. H., J. Lozano R., y E. Padrón C. 1990. Rendimiento de Forraje verde y seco de cuatro compuestos forrajeros de triticale (X. Triticosecale WITMACK), en tres ambientes del noreste de México. II Congreso Regional de Investigación DGETA Zona Norte. p:30. Hermosillo, Sonora, México.

Lozano, R. J. 2001. Producción de Forraje y Calidad nutritiva en mezclas de Triticale (X triticosale Wittmack) y ballico anual (Lolium multiflorum L.) en Navidad, N.L. Programas de Cereales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

Lozano, R. J. 2002. Triticales forrajeros para la región lagunera. Programas de Cereales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

Navarro 2000. Química agrícola. Editorial Mundi–Prensa. Madrid España.

Potash and Phosfhate 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 1ra Edición. México.

SAGARPA, 2006. Delegación en la Región Lagunera. Suplemento especial. Resumen economico Comarca Lagunera 2005. El Siglo de Torreón. Torreón Coahuila.

Salisbury F. B. y Ross C.W. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México

Varughese, G., T. Barrer and E. Saari. 1987. Triticale CIMMYT. México, D.F. 32 pp.

ALTURA Y PROPIEDADES DEL SUELO EN EL DESARROLLO DE *Astrophytum myriostigma*

Muro Pérez Gisela[1], Rodríguez Ríos José Cruz[2], Flores Rivas Joel David [3]

[1]Alumna de Maestría en Ciencias en Suelos del Instituto Tecnológico de Torreón, g_muro23@hotmail.com, [2]Profesor del Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera Torreón-San Pedro, Km. 7.5, Torreón, Coah. Teléfono: (871) 750-71-98 Y 99, [3]Profesor-Investigador del IPICYT, A.C. Departamento de Manejo de Recursos Naturales, Camino a la Presa San José Nº 2055, Col. Lomas 4ª Secc., CP78216 San Luis Potosí, SLP, México.

INTRODUCCIÓN.

En México, las zonas áridas y semiáridas están distribuidas en el 56 % de todo el territorio, de las 150 millones de hectáreas que son; cerca del 75 % observan algún grado de desertificación (Anaya, 1987). Los arbustos leñosos y las cactáceas representan formas de vida peculiares de los ambientes áridos y semiáridos (Armesto et al.,1993). La vegetación arbustiva contribuye a frenar el desgaste del relieve en estos tipos de ambientes (Espinoza, 1998). Actualmente el fenómeno del deterioro ambiental, particularmente en lo relativo a la pérdida de los recursos naturales es alarmante, en la Comarca Lagunera el recurso cactácea ha sido sobreexplotado fuertemente, de tal forma que en el caso del bonete de obispo *Astrophytum myriostigma*, de acuerdo a la norma Nom-059-Ecol-2001, esta considerada como amenazada, con una gran probabilidad de pasar al estatus de conservación de "Peligro de Extinción".

En la Sierra El Sarnoso, en el lugar denominado "Cerro de las Palmas" es uno de los pocos lugares donde encontramos individuos de *Astrophytum myriostigma*. Esta especie en particular tiene un flujo de demanda continua por personas del extranjero, ya que se ha observado en el área, la presencia de costales llenos de dicha especie, listos para su traslado y su comercialización a otros países. Se considera que este estudio tiene una relevancia regional, pues pretende aportar con sus resultados el establecimiento de un programa de conservación y uso sustentable de este recurso cactácea con la finalidad de disminuir la sobreexplotación de este organismo. En la actualidad se cuenta con escasa información teórica que demuestre las implicaciones de la altitud (m.s.n.m.) y las características del suelo en relación al establecimiento y desarrollo de esta especie, por lo que se considera de vital importancia este tipo de estudios para la conservación regional.

OBJETIVOS.

1) Analizar el efecto de la altitud con respecto a la preferencia de *A. myriostigma* y
2) Determinar el efecto de algunas propiedades físicas y químicas del suelo con respecto al desarrollo de *A. myriostigma*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la localidad denominada ”Cerro Las Palmas”; una zona perteneciente a la sierra El Sarnoso en el Municipio de Gómez Palacio, Dgo. Se localiza al Noreste del Estado de Durango, entre los paralelos 25º 30´ y 25º 40´ Norte, y los meridianos 103º 35´ y 103º 40´ Oeste. El clima corresponde al subtipo BWh, que es muy seco con lluvias en verano; Cano (2005). Con una precipitación total que va de los 100 a 300 mm; temperatura media anual de 20.8 ºC; el promedio de la temperatura máxima del mes más cálido (Junio) es de 37.4 ºC y la mínima del mes más frío es de 1.6 ºC en enero (CETENAL, 2000). En la parte montañosa y bajada de la sierra se encuentra el tipo litosol y para la parte de los valles bajos o playas es yermosol y regosol calcáreos y calcícos (CETENAL, 1977). Según Rzedowski (1978), la sierra presenta una vegetación de tipo xerófilo-rosetófilo, con asociaciones vegetales, tales como: *Yucca filifera*, *Agave lecheguilla* (lechuguilla), *Lippia verlandierii* (orégano), *Fouqueria splendens* (ocotillo), *Hamathocactus hamatacanthus* (Biznaga), *Opuntia rastrera* (Nopal rastrero), *Opuntia rufida* (Nopal cegador), *Opuntia leptocaulis* var. *brevispina y robustior*, *Mimossa sp.* (Huizachillo), *Randia pringlei* (higuerilla silvestre), *Thelocactus bicolor* (bolita dorada), *Opuntia imbricata* (cardenche), *Euphorbia antisyphilitica* (candelilla), entre otras (Muro-Pérez, 2002).

Para conocer el tipo de distribución es necesario seguir la metodología sugerida por Franco-López, 1996; donde se mostró el tipo de distribución y se evaluó el grado de agregación de los individuos de la población, de acuerdo a lo siguiente:

Para una distribución al azar, la varianza = media,
por lo tanto, la varianza = 1; en cambio, para
una distribución amontonada, la varianza > la media;
y en caso de que exista una distribución uniforme,
la razón varianza/media tendrá un valor menor que 1.

Posteriormente se estimó el tipo de distribución para la población por medio de la razón varianza/media, de acuerdo con el siguiente criterio:

Si S^2/media > 1, la distribución es amontonada.

Si S^2/media < o =1, la distribución es uniforme o al azar.

Para el establecimiento de los cuadros de 10 x 10 mts., se siguió la metodología según Harris, Shaffer y Maguire (1987), posteriormente se enumeraron permanentemente cada individuo de *A. myriostigma*, los cuales fueron marcados con números progresivos con estacas para los análisis. Se emplearon las cartas topográficas de escala 1:50 000, claves: G13D24 y G13D25, Vicente Suárez y Torreón, respectivamente (CETENAL, 1977, 1978). Se utilizó un altímetro para precisar la altitud medida en msnm de cada individuo de *A. myriostigma* y un Geoposicionador global (GPS, Garmin-12XL), para la ubicación geográfica de los individuos, definido en coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator). Para registrar la altura y perímetro de cada uno de los individuos se utilizaron cintas métricas plegables o costureras, regla, metro, escuadra (todos expresados en cms). En el cuadro 1 y 2, respectivamente están enlistadas las propiedades físicas y químicas evaluadas.

Cuadro 1. Características físicas evaluadas.

CARACTERÍSTICAS (Prop. Físicas)	**UNIDADES**	**METODO**
Textura	%	Determinación de textura por el método de Bouyoucos
Determinación de humedad a capacidad de campo	-	Método de las columnas de colleman
Temperatura en campo	ºC	Determinación de la temperatura en campo
Porosidad		Determinación en campo

Cuadro 2. Características químicas evaluadas.

CARACTERÍSTICAS (Prop. Químicas)	**UNIDADES**	**METODO**
Reacción del suelo	pH	Por saturación con el aparato: Potenciómetro marca conductronic con electrodo universal y corrección de temperatura
Conductividad eléctrica	DS m^{-1}	Por saturación con el aparato: Conductímetro eléctrico Puente de Wheastone con corrección de temperatura a 25 ºC.
Porcentaje de materia orgánica	%	Walkeley y Black modificado

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Según Franco-López, 1996; menciona que existe una interacción positiva entre los individuos de una población, cuando se observan agrupaciones o núcleos mas densos de individuos dentro del área donde se distribuye la población, y este tipo de distribución amontonada, es la que se encontró en el área en estudio, para evaluar el grado de agregación o amontonamiento, se obtiene una varianza con valor de 20.044, que es mayor que 1, por lo tanto se atribuye a una distribución “agregada” o “amontonada", Fig.1; donde se comparan las dos poblaciones Este y Oeste, y según el índice de Morisita para todos los cuadrantes sin excepción, resultó menor que 1, (Cuadro 3); esto quiere decir que existe también una distribución “uniforme”.

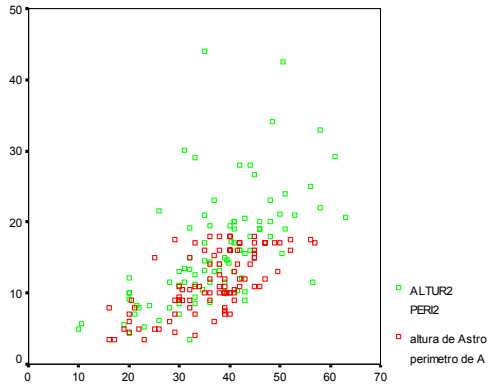


Fig. 1. Comparación entre las dos poblaciones este y oeste (regresiones de ambas poblaciones sobrepuestas para identificar mejor las diferencias intra e ínterpoblacionales

Cuadro 3. Número de individuos por cuadrante, mostrando el índice de Morisita respectivamente, (todos los valores menor que 1).

Número de Cuadrante	Número de individuos	Índice de Morisita
1	**18**	**0.1486**
2	**14**	**0.0883**
3	**17**	**0.1320**
4	**15**	**0.1019**
5	**12**	**0.0641**
6	**9**	**0.034**
7	**9**	**0.034**
8	**13**	**0.0757**
9	**13**	**0.0757**
10	**24**	**0.2680**

Las interacciones suelo-planta juegan un papel relevante en determinar la estabilidad de los ecosistemas, en este caso, los arbustos y la hojarasca depositada bajo los arbustos en el área, (*Mimossa sp*, *Lippia verlandierii*, etc) permiten que la precipitación sea absorbida por las

capas superiores del suelo y de esta forma quede disponible para la absorción de agua para *A. myriostigma*; entonces cuando se pierde la cobertura arbustiva (por herbivoría de animales menores, como rata canguro, ratones de campo, etc; extracción de especies como candelilla (*Euphorbia antysiphylitica*), para la extracción de cera de candelilla, *Agave lecheguilla*, lechuguilla, esta utilizada para la fabricación de artesanías; y saqueo por consumo humano de otras especies como: orégano *Lippia verlandierii*, etc) esto disminuye la infiltración de agua y aumenta la escorrentía.

Las diferencias ínterpoblacionales fueron muy marcadas en las dos zonas de estudio, ya que los resultados de los análisis así lo marcan, tenemos que en la zona A (individuos de la población cuya altura fue entre los 1140–1165 msnm) individuos de menor edad; y en la zona B (individuos que se encuentran entre los 1190-1220 msnm) individuos de mayor edad. La abundancia y distribución de la especie en estudio entre ambas zonas presentan diferencias, así como la propia vegetación relacionada con el bonete de obispo.

Se tiene una marcada diferenciación en las dos zonas (zona A y zona B) en cuanto a características físicas y químicas del suelo, y características ecológico-ambientales también, (Cuadro 4). McAullife et al, en el 2001, realizó un estudio con *Neobuxbaumia mezclaensis*, en el Valle de Tehuacan y el obtiene una mayor densidad de población en las laderas con ubicación Este, esto debido a que en esa ubicación se cubre mas de los vientos del Norte, es menos directa la radiación del sol e incluso varía la vegetación del área.

Cuadro 4. Diferenciación entre zonas.

	Clase Textural	Densidad aparente	M. O. (%)	C. E.		pH	Temp. º C	Exposición
Zona A	Franca	1.14	4.124	1.404	MLS	7.94	14.84	Este
Zona B	Franca	1.185	6.394	0.89	EDS	8.03	15.92	Oeste
Zona en ausencia	Franca	1.335	7.193	0.84	EDS	8.06	16.34	Cima

Debido a la ubicación geográfica de las áreas en estudio, se sabe que la topografía fue uniforme y adyacentes entre sí, las condiciones climáticas fueron las mismas para ambas áreas, los suelos de la zona A (sitio donde fueron ubicados a los individuos de menor edad), presentaron texturas francas, de igual forma para la zona B, Cuadro 5; esto quiere decir que no se ve involucrada la clase textural en relación a la presencia o ausencia de *A. myriostigma*.

Cuadro 5. Clasificación textural, densidad aparente y Materia Orgánica en las zonas A y B, y un Testigo en ausencia de *A. myriostigma*.

Zonas	Clase Textural	Densidad aparente g/cm^3	M. O. (%)
Zona A	Franca	1.14	4.124
Zona B	Franca	1.185	6.394
Zona en ausencia de Bonete de Obispo	Franca	1.335	7.193

El contenido de Materia Orgánica en los suelos de la zona B, fue muy alto, con valores desde 3.47 a 8.68, mientras que en los suelos de la zona A, presenta valores de 2.77 a 5.36, que corresponde a valores altos de Materia Orgánica; ambas áreas de contenido de materia orgánica altos, crean efectos positivos en el suelo y puede afirmarse que existiendo los niveles adecuados de materia orgánica en las áreas, va aumentar la capacidad calorífica del terreno, regulando la temperatura del mismo, de igual forma las oscilaciones térmicas del terreno.

En el cuadro 6 se muestran las temperaturas del suelo en la transición de estación de Invierno a Primavera, a una profundidad de aproximadamente de 0–15 cms. Se observa con claridad las temperaturas de la zona A, (exposición Este), son menores a las de la zona B, esto es debido a la radiación mas directa en la zona A.

Cuadro 6. Comparación de las medias de temperaturas en las zonas.

Zonas	Temp. en ° C
Zona A	14.84
Zona B	15.92
Zona en ausencia de bonete de obispo	16.34

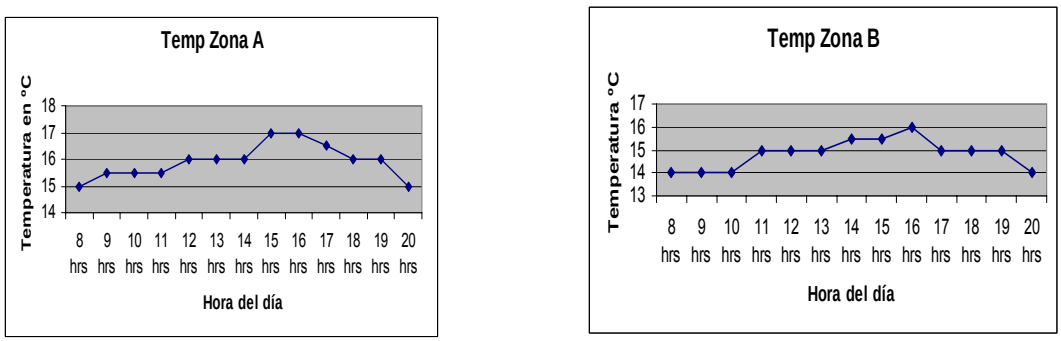


Fig. 2. Esquematización de las temperaturas de ambas zonas

CONCLUSIONES.

Definitivamente es una especie muy localizada en las zonas calcáreas y de distribución restringida.

El crecimiento de los individuos es isométrico, es decir, a mayor talla del individuo mayor perímetro; existe relación entre la altitud (msnm) y la talla de la población de *A. myriostigma*; es decir que entre mayor sea la altitud en un cerro, se encontraran individuos de *A. myriostigma* de mayor tamaño.

Las interacciones suelo-planta tienen un papel relevante en determinar la estabilidad de los ecosistemas, como lo son los arbustos y la hojarasca depositada bajo los arbustos del área que permiten que la precipitación sea absorbida por las capas superiores del suelo y que de esta forma quede disponible para la absorción de agua para *A. myriostigma*.

La textura como una propiedad física, no se ve involucrada para el desarrollo y crecimiento de *A. myriostigma*; el contenido de materia orgánica en la zona B (individuos de mayor edad) fue muy alto, mientras que en suelos de la zona A (individuos de menor edad) corresponde a valores altos de materia orgánica, mientras que en la zona con ausencia del bonete de obispo se presentaron valores aun mas altos que en la zona A.

Las temperaturas del suelo de la zona A (ladera de exposición Este) son menores a las de la zona B debido a la radiación mas directa en la zona A.

Otro factor que no se involucrado es la variable de pH, la cual resultó para ambas zonas valores que corresponden a la clase de medianamente alcalino.

Para la zona A se tiene la presencia de sales, pero en la clasificación corresponde a muy ligeramente salino, para la zona B se tienen efectos despreciables de salinidad, al igual para la zona con ausencia del bonete de obispo; otro factor que no se ve involucrado en el desarrollo y crecimiento de *A. myriostigma*.

BIBLIOGRAFÍA.

Anaya, G. M. 1987. Overpopulation, desertification, famine. P. 128-130. En: Aldon, E. F., C.E. González V. Y W.H. Moir (Co ed.). Estrategias de clasificación y manejo de vegetación silvestre para la producción de alimentos en zonas áridas. Gen. Tech. Rep. RM-150. Fort Collins Co. Serv. For. Depto Agric. USA.

Armesto, J.J., Vidiella, P.E. y Gutiérrez, J.R. 1993. Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile:plant strategies in a fluctuating environment. Revista Chilena de Historia Natural 66: 271-282.

Espinoza, G.A., Fuentes, E.R. y Molina, J.D. 1988. La erosión: fenómenos naturales y acción del hombre. En Ecología del Paisaje en Chile Central (eds Fuentes, E.R. y Prenafeta, S.), pp. 53-64, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Cano, R. P. 2005. Principales parámetros climáticos de la estación meteorológica del Campo Experimental La Laguna. Informe técnico de investigación del CELALA-CIRNOC-INIFAP. Matamoros, Coahuila.

CETENAL, INEGI 1978. Carta Topográfica Torreón, G13D25, 1:50 000, Coahuila y Durango, Gómez Palacio, Dgo

Rzedowski, 1978. La vegetación de México. 3ª Edición. (Ed. LIMUSA). México, D.F. 431 p.

Muro P. G. 2002. Algunos aspectos sobre nodrizaje de *Astrophytum myriostigma*, Lem. (1839) (CACTAE: Cactaceae), en la Sierra El Sarnoso, Dgo., Méx. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez del Estado de Durango. Escuela Superior de Biología. p. 12-13.

Franco-López J., y Coautores. 1996. Manual de Ecología. 2ª Edición. 4ª Reimpresión. Editorial Trillas S. A. de C. V. México, D. F. p. 29-37.

Harris R. B. , L. Shaffer y L. B. Maguire, 1987. sample sizes for minimum viable poblation estimation. Conservation Biology. 1:72-79.

McAuliffe R. Joseph, Sundt C. Peter , Valiente Banuet Alfonso, Casas Alejandro, Viveros Juan Luis, 2001. Pre-colombian soil erosion, persistent ecological changes, and collapse of a subsistence agricultural economy in the semi-arid Tehuacán Valley, Mexico´s. Desert Botanical Garden, 1201, Phoenix, Arizona, USA. pp. 62-63.

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DEL FLUJO EN CINTILLA DE GOTEO POR EFECTO DE LA TEMPERATURA

Román López Abel[1], Marco A. Inzunza Ibarra[1], S. Felipe Mendoza Moreno[1], Ernesto A. Catalán Valencia[1], Ma. Magdalena Villa Castorena[1]

[1]Centro 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

INTRODUCCION

El diseño hidráulico, la operación y el mantenimiento de los sistemas de riego a presión dependen de las características de funcionamiento hidráulico de los emisores, estos se proyectan en la conformación de un sistema de riego que proporcione un volumen o lámina de agua mayor o igual al 90% entre el emisor más y menos beneficiado en términos de volumen en una unidad de riego. La variación del flujo en la emisión por consecuencia, proporciona una desviación de la uniformidad proyectada. Este aspecto es importante sobre todo en goteros, microtubos y cintillas de goteo en donde la calidad de los plásticos con que se fabrican y las temperaturas de campo de entre 5 a 39° C que pueden afectar el régimen del flujo de agua y su pequeña área de paso (Parchomchuk en 1976, citado por Munguía et al. 2003). Al respecto, Munguía *et al*. (2003) estudiaron la influencia de la temperatura del agua en ocho diseños de cintilla más comúnmente utilizadas en riego por goteo. Estos autores encontraron que la mayoría presentan sensibilidad a la temperatura, en un menor a mayor grado. Lo anterior fue cuantificado al evaluar la variación del exponente que afecta a la carga hidráulica del gotero el cual oscilo de 0.54 a 0.87 de las citadas cintillas estudiadas.

En un estudio similar, Peña *et al*., (1978) citado por Román *et al*. (2004) concluyeron en valores similares del citado coeficiente de 0.59 a 0.80 en los goteros de régimen laminar, relacionando la temperatura del agua como otro parámetro mas en la ecuación del funcionamiento hidráulico, encontrándose que el valor del exponente fluctúa entre 0.10 a 0.30. Por otro lado, La Norma Oficial Mexicana NMX-E-225-1998-SCFI sobre cintas de goteo especifica que para flujo turbulento el exponente que afecte la carga hidráulica su valor debe estar comprendido entre 0.4 a 0.6.

Cabe mencionar que antes de la aparición de la cintilla de goteo, los fabricantes prefirieron diseñar goteros de régimen laminar, por ser menos afectados en su gasto por los cambios de temperatura. Los goteros de flujo transicional no eran recomendados debido a que en ocasiones se comportaban como de flujo turbulento y en otras como de flujo laminar y esta inestabilidad resultaba en diseños inapropiados debido a la fluctuación en el uso de los

parámetros de la ecuación de flujo.

Ante esta problemática, algunos fabricantes de cintillas innovaron en las salidas de emisión de las mismas una pastilla de plástico rígido con turbulencias o laberintos con el fin de disminuir el efecto por cambios de régimen y que predomine el turbulento. Al respecto, Munguía *et al*. (2003) concluyen al estudiar varias cintillas, que al utilizar un pequeño gotero pegado y rígido con diseño de laberinto, el mencionado efecto de la temperatura sobre el flujo fue no significativo. De acuerdo a los principios expuestos, se planteó este trabajo con el objetivo de realizar un estudio hidráulico y de calidad de una cintilla-goteo con laberintos previos a la emisión y de fabricación nacional.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se desarrolló en el Campo Experimental del CENID-RASPA, ubicado en Gómez Palacio, Dgo. Geográficamente se localiza a 25° 35' LN, 103° 27' LW y a una altitud de 1135 msnm. El clima de la región se clasifica como BW (h') h w (e); que corresponde a muy árido, cálido con temperatura media anual de 22°C y temperatura media del mes más frío de 18°C; es extremoso con una oscilación anual en las temperaturas medias mensuales de entre 7 y 14 °C, precipitación media anual de 230 mm, períodos libres de heladas de abril a octubre y pueden presentarse granizadas durante mayo. Las lluvias son en verano, con un porcentaje de lluvias invernales que va de 5 a 10.2 % (García, 1970).

Con la finalidad de estudiar los factores que influyen en el gasto entregado por los goteos de la cintilla, se utilizó el equipo y los materiales siguientes:

Torre de calibración: Este equipo del laboratorio de hidráulica está constituido por un tanque que permite proporcionar diferentes elevaciones piezométricas con respecto al suelo con la finalidad de generar diferentes cargas hidrostáticas (presiones constantes). Su alta precisión de medición esta basada en metros de columna de agua de las tomas piezométricas que puede alcanzar medir a centésimas de metro. Las unidades de medición fueron L h^{-1} para el gasto de los emisores y m para la columna de agua utilizadas. Cabe mencionar que es recomendable utilizar las unidades de presión y gasto mencionadas para evitar errores en las conversiones. Bajo este argumento, el error esperado de las observaciones piezométricas, sería máximo un centímetro lo que representa un 0.1 % y 0.34 % de error en presiones hidrostáticas bajas y altas respectivamente. Estos valores son inferiores al valor máximo permitido del 2 % por la norma oficial mexicana clave NMX-E-225-1998-SCF.

Probetas y cronómetros: Se utilizaron cronómetros de 0.1 segundos de precisión y probetas graduadas de 100 mL para aforar los gastos de los goteros.

Cintas métricas de 3 y 50 metros: Fueron utilizadas para medir la carga hidrostática de la torre en escala vertical. Esta fue medida a partir del nivel del agua en el tanque móvil en el piezómetro del tanque.

Hielo y diesel: Se utilizó el hielo para obtener o mantener bajas temperaturas en el agua del tanque móvil de la torre; el diesel se usó para incrementar la temperatura del agua.

Termómetro: Se utilizó el termómetro con rango de lecturas de –20 °C a 110 °C para medir la temperatura del agua.

Mesa de trabajo: Se usó una mesa diseñada para el trabajo de aforo de goteros.

Cintilla de riego: Se usó como probeta una cintilla de goteo 10 mil (0.250 mm) con diámetro interior de 15.37 mm y salidas a cada 30 cm.

Metodología empleada

Se utilizó la probeta de cintilla – goteo con 16 emisores ya que de acuerdo a la teoría de pequeñas muestras, una probeta con 15 emisores es suficientemente precisa para obtener un modelo de pronóstico aceptable. Cabe mencionar que de acuerdo a la norma NMX-E-225-1998-SCFI con 5 puntos de emisión es el valor mínimo recomendado para su evaluación.

Las cargas hidrostáticas de la prueba para cubrir todo el rango de 3 a 13 m con un mínimo de puntos, se seleccionaron las cargas de 4, 5, 7 y 13 metros para temperatura mínima; 3, 4, 8 y 12 para temperatura media y 5,7, 8 y 10 para temperatura máxima.

Rangos de temperaturas del agua estudiadas. En condiciones de campo el rango de variación de las temperaturas del agua estudiadas fueron en un rango de 5 a 39°C que de acuerdo a estudios de Parchomchuk en 1976, citado por Munguía et al. (2003) son las variaciones que se pueden encontrar en las tuberías expuestas a la radiación solar.

Aforos: Durante el estudio se aforaron los goteros para 12 cargas hidrostáticas con el fin de obtener su respectivo caudal emitido (L h^{-1}). Para cada aforo el agua utilizada en la torre de calibración fue filtrada con un dispositivo de malla # 200, posteriormente se preparó el agua a la temperatura deseada, se generó la presión hidrostática requerida y se eliminó el aire de la manguera antes de iniciar cada aforo. Por último, se checó la temperatura en la línea de goteros colocados en la mesa de trabajo purgando de nuevo el aire y midiendo la temperatura del agua deseada.

Adquisición de datos: El gasto emitido por los emisores correspondientes a cada una de las cargas hidrostáticas manejadas fueron medidas utilizando probetas de 100 mL. Este instrumento permitió realizar mediciones con una precisión de centésimas de litro. Se utilizó una

cinta métrica para las mediciones de las cargas hidrostáticas con una precisión de un centímetro.

Para realizar el análisis de la información se utilizó la técnica de regresión múltiple para lo cual se ajustaron las tercias de datos del gasto en L h^{-1} (Q), de la carga hidrostática en m (H) y de la temperatura del agua en ^{o}C (T). Dicha información fue ajustada a un modelo del tipo Exponencial que se presenta como ecuación 1.

$$Q = K H^{x} T^{y} \qquad (1)$$

Donde K es el coeficiente que depende de la geometría del emisor, (x) el exponente que depende del régimen de flujo e (y) el exponente que indica el efecto de la temperatura del agua.

Posteriormente a la obtención del modelo ajustado que relaciona dichas variables, se procedió a analizar la ecuación obtenida en su representación grafica indicándose en la misma, además de sus coeficientes obtenidos, el coeficiente de determinación (R^2) y del coeficiente de variación, mejor conocido en goteo como coeficiente de variación de manufactura (CV) y que es calculado con la ecuación 2.

$$CV = \frac{S_q}{q} \qquad (2)$$

Donde:

S_q = Desviación normal de los datos observados de gasto (L h^{-1}),

q = Representa la media aritmética de los caudales (L h^{-1})

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra el comportamiento hidráulico de la cintilla a diferentes temperaturas y cargas hidrostáticas ensayadas. En esta figura se aprecia el efecto de la temperatura del agua en el funcionamiento hidráulico. Este efecto influye directamente en la emisión del caudal de los goteros y puede ser hasta de un 26 % de variación a una carga de operación normal de 7 m de columna de agua o su equivalente en 68.95 KPa, para el rango de 5 a 35 ^{o}C de temperatura del agua.

Este estudio permite deducir que de acuerdo a los trabajos realizados por Munguía *et al*. (2003) y por Peña et al. en 1976 citado por Román *et a*l. (2005), que el comportamiento hidráulico en las emisión la cintilla es de régimen laminar, ya que el valor del coeficiente que afecta la carga hidráulica esta dentro del rango establecido por dichos autores.

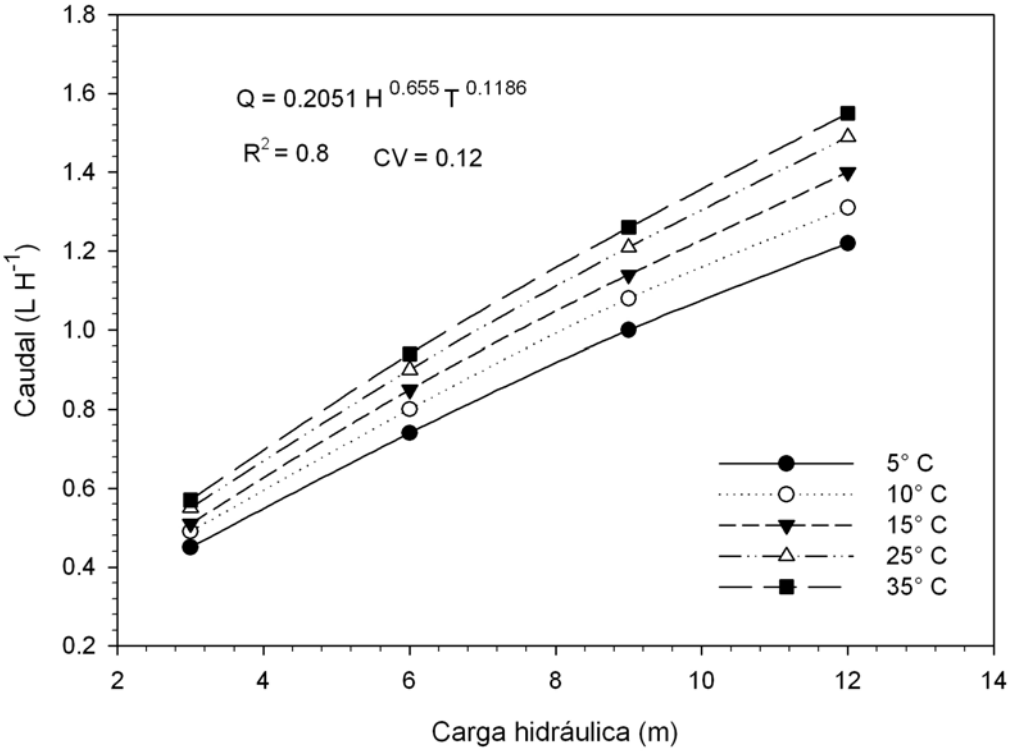


Figura 1. Comportamiento hidráulico de la cintilla de goteo, en la que se muestra el efecto en la variación del flujo emitido debido a la variación de la temperatura.

En consecuencia, la temperatura del agua es un parámetro muy importante a considerar en el diseño del sistema de riego por goteo de la cintilla para lograr una uniformidad aceptable (90 a 95 %).

Con respecto al control de calidad de la cintilla, se observa en el modelo obtenido que su coeficiente de variabilidad hidráulica alcanzó un valor de 0.12. Este coeficiente es considerado un valor de calidad aceptable como “regular” de acuerdo a Merriam and Keller (1978) y Peña (1997) citado por Román *et al.* (2005).

CONCLUSIONES

El estudio hidráulico concluye que de acuerdo a los valores obtenidos de los coeficientes que afectan la carga hidráulica y la temperatura del agua, en el modelo ajustado del funcionamiento

hidráulico de la emisión de caudales de la cintilla, que es de régimen laminar por lo que la temperatura del agua es importante que sea considerada en el ajuste de dicho modelo.

El valor del coeficiente de variabilidad hidráulica obtenido en el modelo indica un control de calidad de la cintilla aceptable.

BIBLIOGRAFIA

García, E. 1970. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía de la UNAM, para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 235 p.

Munguía, L. J., O. Martínez U., R. Quezada M. 2003. Influencia de la temperatura de agua en el régimen hidráulico de ocho cintas de goteo de riego por goteo. Articulo ANEI 2003 M7T38 p. 297-308, XII Congreso Nacional de Irrigación mesa 7. Desarrollo y Transferencia de Tecnología de Riego y Drenaje. Zacatecas, Zacatecas, México, 13 – 15 de Agosto de 2003.

Norma Oficial Mexicana NMX-E-225-1998-SCFI. http://www.imta.mx/otros/cursos/cotenns/e-225.htm Requisitos mecánicos y funcionales de cintas de goteo para su instalación y operación en campo - especificaciones y métodos de prueba.

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 Científico Nº 15 del CENID-RASPA, INIFAP, ISBN: 968-800-594-0 p. 19.

Román L. A., S. F. Mendoza M., M. A. Inzunza I., I. Sánchez C., A. Rodríguez C. 2005. Evaluación de sistemas de riego presurizado Folleto Científico Nº 17 del CENID –RASPA, ISBN: 968-800-607-6.

UTILIZACION DE BLOQUES NUTRICIONALES EN LA SUPLEMENTACIÓN DE CABRAS QUE PAREN EN ENERO Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO DE LAS CRÍAS

Flores, M.J., Echavarría, F.G., Flores, M.A., Gutiérrez, R., Salinas, H.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Campo Experimental Zacatecas. E-mail:mflores@inifapzac.sagarpa.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En el estado de Zacatecas, existen dos sistemas-producto de caprinos bien definidos, la producción de cabrito en la parte norte del estado y la producción de chivo cebado para birria en el centro (Salinas et al., 1993). En este último sistema, más del 70 % de los partos ocurren durante la época de invierno, por lo que las madres como las crías son sometidas a condiciones de baja disponibilidad y de calidad de forraje en el agostadero, lo provoca bajos pesos al nacimiento y un pobre desarrollo de las crías (Flores et al 2005).

En efecto, el porcentaje de proteína cruda varía de 12.09 % en verano a 4.30 % en la época de primavera (Echavarría et al., 2006). Ante esta situación, los productores están obligados a satisfacer las necesidades nutricionales de los animales mediante el suministro de concentrados caros. Una alternativa atractiva para esa situación es la utilización de bloques nutricionales, tecnología que se ha utilizado por mucho tiempo en mas de 60 países, principalmente en la región del Mediterraneo (Ben Salem et al., 2002). Los bloques nutricionales son considerados como una alternativa de suplementación que estimula la actividad microbiana en el rumen, mejorando la digestión de los forrajes de baja calidad obtenidos por los animales en pastoreo (Ben Salem y Nefzaoui, 2003). Esta técnica consiste en proporcionar a los animales en pastoreo los nutrientes necesarios en forma lenta, y que, de acuerdo a sus características, es un método muy eficiente para conservar alimentos, fácil de transportar y puede integrar una diversidad de ingredientes requeridos por los animales. El objetivo de este estudio, fue evaluar el crecimiento de cabritos producto de parto doble o sencillo de hembras suplementadas a base bloques nutricionales durante la época de estiaje en el municipio de Pánuco, Zacatecas.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo con productores cooperantes de la Comunidad Casa de Cerros, del Municipio de Panuco, Zacatecas, el cual esta situado a 22° 54` latitud Norte y

102° 33` longitud Oeste, la altitud es de 2,285 msnm, el clima es subtrópico árido templado y una precipitación media anual de 400 mm.

Animales y grupos experimentales

Para llevar a cabo el estudio, se utilizaron 28 cabritos criollos agrupados de acuerdo al peso corporal y fecha de nacimiento. En el primer grupo, se utilizaron cabritos de parto doble (CDC, n= 8), el peso corporal de las crías al nacimiento fue de 2.76 ± 0.10 kg (media ± error estándar de la media) y la fecha promedio de nacimiento fue el 6 de enero de 2006. En este grupo, las madres de las crías se alimentaron exclusivamente de pastoreo de 9 de la mañana a 6 de la tarde y el amamantamiento de las crías se realizó dos veces por día (mañana y tarde). En el segundo grupo denominado cabritos de parto dobles suplementados (CDS, n= 8), el peso corporal de las crías fue de 2.96 ± 0,07 kg y la fecha promedio de nacimiento fue el 6 de enero del 2006. En este grupo, al igual que el anterior, las madres salían a pastorear y amamantaban a sus crías dos veces por día, pero además a partir del parto las recibieron una suplementación basada en un bloque nutricional que contenía (Melaza 40 %, Urea 5 %, Maíz Molido 15 %, Minerales 5 %, Rastrojo de Maíz 10 %, Harinolina 10 %, Cemento 10 % y Sal común 5 %). Finalmente, en el tercer grupo llamado cabritos de parto sencillo (CS, n= 12), el peso corporal fue de 2.35 ± 0.09 kg y la fecha promedio de nacimiento fue el 7 de enero del 2006. En este grupo, al igual que los anteriores las madres se alimentaron de pastoreo extensivo y las crías fueron alimentadas mediante el amamantamiento dos veces por día.

De acuerdo al sistema de producción de carne que predomina en esta región, las crías permanecen con sus madres desde el nacimiento y hasta que la madre vuelva a quedar gestante nuevamente. En este estudio, las crías permanecieron alojados con sus madres desde el nacimiento y hasta los 5 meses de edad.

La elaboración del bloque nutricional se desarrollo de acuerdo a la técnica descrita por Ben Salem, (2000) y Hernández, (2002).

Variables determinadas

Peso corporal

A partir del nacimiento y hasta los cinco meses de edad, las crías de los tres grupos fueron pesadas cada semana.

Consumo de block

Para medir el consumo de block por los animales, este se pesaba el mismo día que los animales y se determinaba su consumo por semana.

Análisis de datos

La comparación entre tratamientos sobre la evolución del peso corporal a través del tiempo, se realizó por medio de un análisis de medidas repetidas con modelos mixtos (Litell et al., 1996), utilizando como covariable el peso al nacimiento. Para tal efecto, se utilizó el programa SAS, 1992. Al igual que el peso corporal, el consumo de bloque se analizó a través del tiempo utilizando un análisis de varianza con medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los cabritos producto de parto doble suplementados a base bloques nutricionales a partir del nacimiento y hasta los 5 meses de edad, presentan una mayor dinámica de crecimiento, que los cabritos dobles y sencillos que no fueron suplementados ($P<0.001$). En efecto, el peso corporal de las crías del grupo cabrito dobles suplementados (CDS) fluctuó de 3.39 ± 0.05 kg al inicio del estudio a 5.89 ± 0.16 kg al final del primer mes. En cambio, en los grupos crías dobles control (CDC) y crías sencillas (CS), el peso corporal fue de 3.13± .0.4 y 2.79 ± 0.13 kg al inicio del estudio a 4.70 ± 0.22 kg y 3.77 ± 0.18 kg, al finalizar el mes ($P<0.001$). A partir de este tiempo, el peso corporal de las crías varió significativamente a través del tiempo ($P<0.001$), y este, presento marcadas diferencias entre el grupo de cabritos suplementados y los que no fueron suplementados (Figura 1; $p<0.001$). A este respecto, se puede mencionar que la ganancia diaria de peso corporal a través del estudio, fue mayor para el grupo CDS (71.9 g/día), que para los grupos CDC (46.5 g/día) y CS (40. 7 g/dia). Al finalizar el periodo de estudio, la ganancia total fue de 10. 87 kg para el grupo CDS, 7.03 kg para el grupo CDC y de 6.16 kg para el grupo CS.

En relación al consumo de bloque, este se determinó en base al consumo total de las hembras y la de las crías y este, no varió de manera importante a través del tiempo ($P>0.05$). Al inicio del estudio, el consumo fue de 93.7 gramos por día, mientras que en el segundo mes este indicador se incremento a 119 gramos por día. Posteriormente, el consumo de bloque no presento variaciones importantes, ya que el consumo fluctuó de 117 gramos en el tercer mes a 125 gamos al finalizar el estudio.

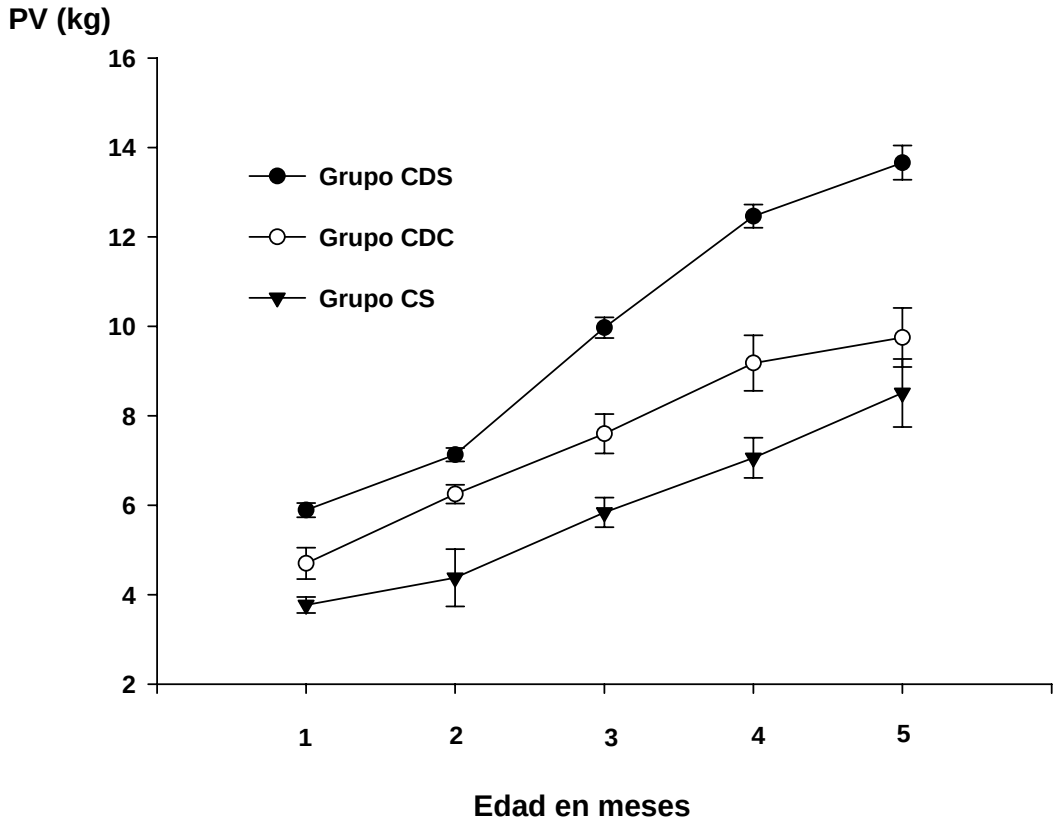


Figura 1. Peso vivo promedio (± SEM) de las crías dobles suplementadas con bloque nutricional (CDS), crías dobles control (CDC) y crías sencillas (CS) manejadas bajo condiciones extensivas en el Altiplano de Zacatecas.

Los datos del presente estudio, indican que al suplementar tanto las madres como las crías inmediatamente después del parto, resulta en una mayor ganancia de peso en las crías suplementadas. El pastoreo de las hembras en el agostadero mas el consumo de bloque en el corral, probablemente incrementó la producción de leche en las hembras y consecuentemente el peso corporal de las crías. En ovejas de la raza Correriale, por ejemplo, el suplemento a base de maíz durante la última semana antes del parto provoco el doble de incremento en la producción de calostro durante las primeras 10 horas después del parto (Banchero et al., 2002).

En nuestro estudio, la suplementación de las hembras inició 15 días antes del parto, y continuó hasta los 5 meses. Esto sin duda incremento la producción de leche, de tal manera que el peso de las crías resulto ser mayor. En cambio, en los grupos de hembras y crías que no fueron suplementadas, la ganancia de peso mostrada a través de todo el estudio fue menor. En estos grupos, la alimentación consistió del pastoreo en tierras de uso común, de tal forma

los animales que estuvieron sujetos a un 4.30 % de proteína cruda encontrada en esos sitios durante la época de primavera (Echavarría et al., 2006).

En relación al consumo de bloque, este no fue tan alto como lo ocurrido en otros trabajos (150 g/día/cabeza; Ben Salem, en prensa). Existen estudios que indican, que el consumo de bloque en ovejas y cabras estimula actividad microbiana en el rumen, resultando en una mayor digestión de alimentos. A este respecto, Nyark-Badhon et al., (1994) reportó un incremento en el consumo de paja por ovejas suplementadas con bloque de melaza. En nuestro estudio, el bloque nutricional ofertado a los animales, debió haber influido en un mayor consumo de forraje en el agostadero y esto repercutió considerablemente en una mayor ganancia de peso corporal en las crías.

En conclusión, los resultados del presente estudio indican que la suplementación nutricional con bloques nutricionales ofertada a hembras y crías inmediatamente después del parto resulta en una mayor ganancia de peso corporal en las crías.

BIBLIOGRAFIA

Banchero, G.E., Quintans, G., Milton, J.T.B and Lindsey, D.R. 2002. Supplementation of correriale ewes with maize during the last week of pregnancy increases production of colostrums. Anim. Prod. Aust. 24:273.

Ben Salem, H and Nefzaoui, A. 2003. Feed block as alternative supplements for sheep and gotas. Small Ruminant Research, 49: 275-288.

Ben Salem, H., Makkar, H.P.S., and Nefzaoui, A. 2002. Towards better utilization of non-conventional feed sources by sheep and goats in some African and Asian countries. Options Mediterranéennes: in Nutrition and feeding strategies of sheep and goats under harsh climates. INRA. Ariana, Tunisia. pp 139-149.

Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Ben Salem, L and Tisserand, J.L. 2000. Deactivatio of condensed tannins in Acasia Cyanophylla Lindl. Foliage by polyethylene glycol infedd blocks. Effects on feed intake, diet digestibility, nitrogen balance, microbial syntesis and growth by sheep. Livest. Prod. Sci. 64:51-60.

Echavarría, F.G., Gutiérrez, R., Ledesma, R.I., Bañuelos, R., Aguilera, J. y Serna, A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación Nativa. Tec. Pec. Méx. 44: 203-217.

Flores, M.J., Echavarría, F.G y Salinas, H. 2005. GGAVATT “Caprinocultores de Pánuco” Integración y Diagnóstico Estático. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Calera. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 20 p. (Folleto para Productores No. 32)

Littell, R.C., Militen, G.A., Stroup, W.W., Wolfinger, R.D. 1996. SAS. System formixed models, Cary NC: SAS Intitute Inc., 1996.

SAS. SAS/STAT User`s Guide (Release 6.08). Cary, NC, USA: SAS Institute Inc. 1992.

Hernández, R. 2002. Elaboración y utilización de bloques nutricionales para rumiantes. Dirección General de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca. Universidad Autónoma de Tamaulipas. 23 al 28 de Septiembre. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 7 p.

Nyarko-Badohu, D.K., Kayouil, C., Ba, A.A., Gasmi, A. 1994. Valorisation des pailles de cereales en alimentation des ovins dans le nord de la Tunisie: traitement a l urèe et à l àmmoniac et complementation par des blocas melasse-urée. Options Méditerranéennes, Serie B: Etudes et Recherches 6: 129-141.

Salinas, H., Flores, R.T y Falcón J.A. 1993. Diagnostico del sistema de producción de carne en el estado de Zacatecas. En: Reporte del proyecto de sistemas de producción caprino en la Comarca Lagunera y Zacatecas. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos. Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales y Agropecuarias. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo Rural. Campo Experimental Calera. Calera, de Víctor Rosales, Zacatecas. México.75 p. (Publicación Especial No. 10).

RESPUESTA DE LA CANOLA A DIFERENTES DEFICIT HIDRICOS DEL SUELO

Marco A. Inzunza Ibarra, S. Felipe Mendoza Moreno, Ernesto A. Catalán Valencia, Ma. Magdalena Villa Castorena y Abel Román López

CENID RASPA INIFAP. Km 6+500 margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo., México.
Email: inzunza.marco@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la canola ha tenido gran aceptación mundial debido a su aceite de alta calidad para consumo humano, mínimas demandas hídricas y además, se adapta a períodos cortos con temperaturas frías. Actualmente, el cultivo de la canola se encuentra ubicado en un lugar importante en la producción mundial de aceites vegetales. En México, la industria aceitera importa cada año cerca de un millón de toneladas. Además, es un cultivo alternativo con potencial forrajero, que se caracteriza por su adaptación a condiciones frías, rápido crecimiento, buena calidad de forraje y bajo consumo de agua. Esto lo coloca en una situación privilegiada con respecto a otras especies para cultivarse en zonas agrícolas que presentan problemas de escasez de agua. La canola representa una estrategia para disminuir uno de los mayores problemas de la Comarca Lagunera como es la escasez de agua para uso agrícola. Es excelente para la diversificación del patrón de cultivos de acuerdo a la actual problemática de restricción de agua (Bandyopadhyay *et al*., 2005).

Debido a que la canola presenta tasas bajas de evapotranspiración como consecuencia a su alta capacidad de autorregulación (Al-Ghobari, 2000), es ideal su explotación en regiones de baja disponibilidad de agua para riego, como son el 97 por ciento de las áreas del país (Sánchez *et al*., 2004). De acuerdo a lo expresado, es fundamental conocer la relación existente entre el rendimiento de este cultivo y la cantidad de agua utilizada, y de esta manera conocer la eficiencia de uso de agua de la canola que permita optimizar su uso y así maximizar su producción de grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente experimento se realizó en el CENID–RASPA del INIFAP, ubicado en la Comarca Lagunera en el municipio de Gómez Palacio, Durango. El sitio experimental se localiza entre las coordenadas geográficas de 103° 25’ 57” de LO al meridiano de Greenwich 25° 31’ 57’’ LN con una altura de 1123 msnm, en la parte sureste del estado de Coahuila y noroeste del estado de Durango, al norte con el estado de Chihuahua y al sur con el estado de Zacatecas (Mendoza *et al*., 2004).

El clima se clasifica como BW(h')h w(e) que corresponde a muy árido, cálido con temperatura media anual de 22 °C y temperatura media del mes más frío de 18 °C. El período libre de heladas se ubica entre abril a octubre, y pueden presentarse granizadas durante mayo. Las lluvias son en verano, con un porcentaje de lluvias invernales que va de 5 a 10.2 por ciento (García, 1970). El suelo del lote experimental es clasificado como Xerosol Háplico de acuerdo a la FAO/UNESCO modificada por INEGI, y pertenece a la serie Coyote, de gran representatividad regional con suelos profundos, con poca variabilidad de textura (migajón arcilloso). El agua utilizada en el estudio se clasifica como: C1S1 (Richards, 1977), bajo en contenido de sales y sodio.

Metodología

Los tratamientos consistieron de siete diferentes abatimientos de humedad aprovechable residual en el suelo. Se aplicó el riego cuando se abatió más allá de la humedad aprovechable del suelo (> 0), 0, 12, 24, 36, 48 y 60 por ciento de la humedad aprovechable residual en el perfil de 0-90 cm del suelo. Para la inducción de tales tratamientos en forma tentativa se programaron los riegos para cada uno de los tratamientos de acuerdo a la humedad aprovechable residual a regar. Para esto se utilizó la evapotranspiración de referencia estimada con la metodología de Hargreaves y Samani (1985), la cual fue posteriormente afectada por los coeficientes de ajuste por desarrollo (Kc) para obtener la evapotranspiración máxima de la canola (Tyagi *et al*., 2000; Inzunza y Mojarro, 1994). Los tratamientos bajo estudio fueron distribuídos en forma aleatoria en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las dimensiones de las unidades experimentales fueron de 4 m de ancho y 5 de largo para formar un área de 20 m^2 de parcela experimental.

El área de cada parcela fue de 20 m^2 y un espacio entre ellas de 2.5 m. La siembra de la canola se realizó el 16 de diciembre con el híbrido Hyola-401 con una densidad de siembra de 2 kg ha^{-1} en surco sencillo de 80 cm entre sí. Se tuvo una separación entre plantas de aproximadamente 5 cm para una población de 250 mil plantas por ha. Se fertilizó utilizando la fórmula 120-60-00, la mitad al momento de la siembra y la parte restante en el siguiente riego de auxilio.

Para la aplicación de los riegos a las parcelas experimentales se instaló tubería presurizada desde la fuente de abastecimiento hasta el área experimental. Para la aplicación en forma precisa del volumen de agua a cada uno de los tratamientos ensayados, se utilizó un medidor volumétrico previamente calibrado. Se realizaron muestreos de humedad del suelo en forma continua durante todo el desarrollo vegetativo de la canola con el fin de monitorear los

abatimientos de humedad del suelo para cada tratamiento y así conocer cuando se alcanza el nivel de humedad prefijado para cada tratamiento y restablecer la humedad consumida por la canola a capacidad de campo en el perfil de suelo de 90 cm. Las variables respuesta evaluadas fueron rendimiento de grano (t ha^{-1}) y eficiencia de uso del agua (kg m^{-3}), y como variables auxiliares se monitoreo la humedad del suelo y la lámina consumida para cada uno de los tratamientos ensayados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra el régimen de humedad de los tratamientos estudiados. El consumo de agua (Lc) fluctuó de 14.92 a 60.13 cm, la humedad aprovechable residual en el suelo al momento del riego alcanzó de 0.0 hasta 56.2 por ciento y su equivalente en tensión de humedad del suelo realizada por la canola para extraer el agua, varió de -0.263 a -1.52 MPa.

Cuadro 1. Régimen de humedad en el suelo de los tratamientos ensayados

Tratamiento	Lámina consumida (cm)	Humedad aprovechable residual (%)	Tensión de humedad del suelo (MPa)
1	14.92	0.00	-1.520
2	28.11	8.12	-1.270
3	34.79	19.90	-0.996
4	42.96	34.36	-0.855
5	49.11	35.60	-0.640
6	57.38	47.10	-0.347
7	60.13	56.20	-0.263

Rendimiento de grano de la canola

La Figura 1 muestra el comportamiento del rendimiento de grano (t ha^{-1}) como respuesta a las condiciones de humedad del suelo diferentes en cada tratamiento ensayado en el campo. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos (α = 0.01). Las combinaciones 7, 6, 4, 5 y 3 tuvieron el rendimiento de grano más alto, el cual fluctuó entre 2.66 a 3.42 t ha^{-1}. Estos valores de rendimiento de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey (Figura 1), resultaron estadísticamente iguales entre sí (α = 0.05) y se obtuvieron al aplicar el riego a niveles de tensión de humedad de -0.996 a -0.263 MPa durante el período de desarrollo de la canola.

Eficiencia de uso de agua de la canola

La mayor eficiencia productiva del agua se presentó en los tratamientos 2, 3, y 4, con una eficiencia promedio de 0.77 kg m^{-3}. Este valor de eficiencia se mostró al aplicar el riego a la

canola a un promedio de la humedad aprovechable residual en el suelo al momento del riego de 29.95 por ciento. Los valores más bajos de eficiencia de uso de

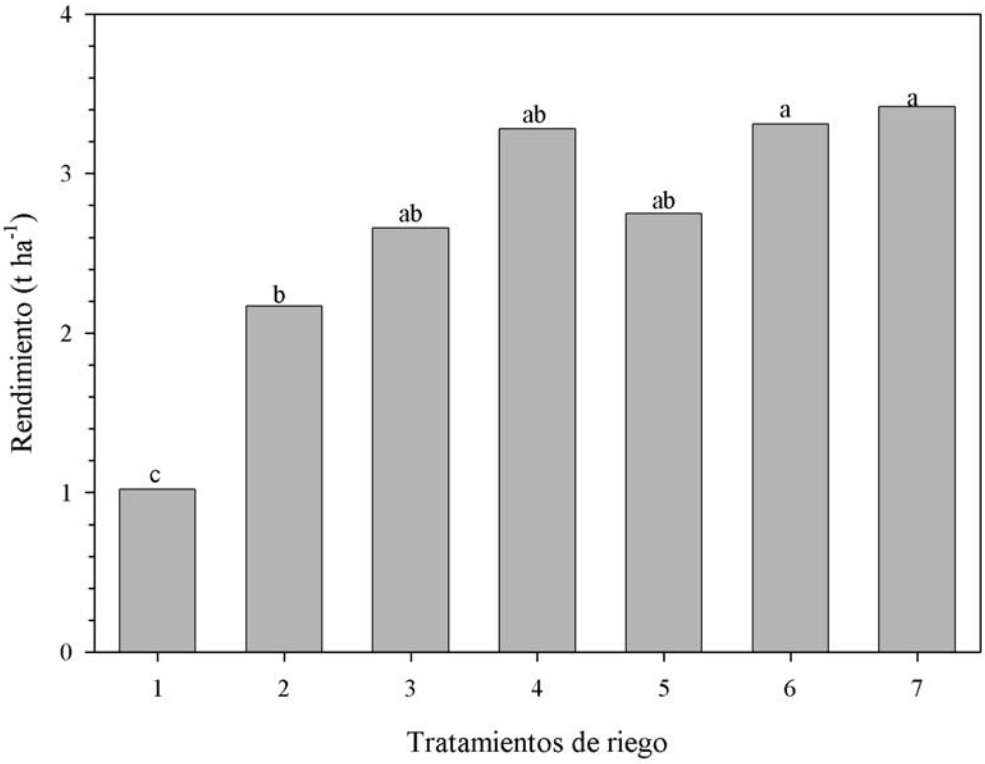


Figura 1. Respuesta del rendimiento de grano al régimen de humedad del suelo y el análisis de Tukey de comparación de medias.

agua de 0.56 kg m^{-3} en promedio se manifestó en los tratamientos desarrollados en el rango de 47.1 a 56.2 por ciento de la humedad aprovechable residual en el suelo. Sin embargo, el análisis de varianza mostró que los tratamientos para esta variable respuesta no mostraron significancia estadística.

Relación del rendimiento de grano en función de la lámina de agua consumida

Cuando se relacionó la producción de grano (Rg) de la canola en función de la lámina de agua consumida (Lc) correspondiente para cada tratamiento ensayado en campo, se encontró que entre ambas variables existió una relación de tipo cuadrática (Figura 2).

La función obtenida después de realizar un análisis de regresión entre ambas variables usando la herramienta estadística del SAS (licencia 2005 para INIFAP), fue la siguiente:

$$Rg = - 0.70662 + 0.13461\ Lc - 0.00113\ Lc^2 \qquad (2)$$
$$R^2 = 0.73 \quad CV = 18.1\ \%$$

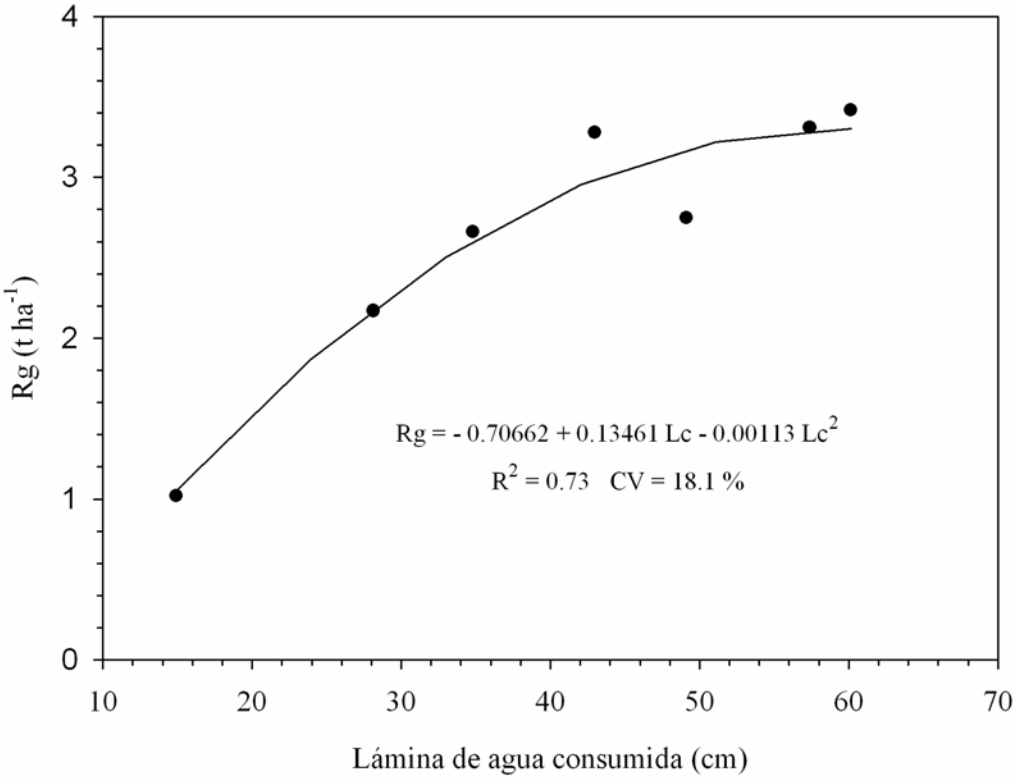


Figura 2. Función de producción del rendimiento de grano y la lámina de agua consumida

Posteriormente se realizó un análisis de optimización de la función obtenida de acuerdo a la teoría de máximos y mínimos del cálculo diferencial e integral. De este análisis se concluyó que la canola maximiza su producción de grano a 3.3 t ha^{-1}, al consumir el cultivo una lámina de agua de 59.6 cm durante su desarrollo. Sin embargo, al analizar la pendiente de la función de producción obtenida Figura 2, se deduce que si la lámina consumida se reduce a 45 cm, el rendimiento de grano obtenido es prácticamente el mismo (3.1 t ha^{-1}), ya que la tasa de incremento de rendimiento de grano por unidad de agua consumida es prácticamente la misma en esta área de la función de producción.

CONCLUSIONES

La mayor eficiencia productiva del agua se presentó en los tratamientos 2, 3, y 4, con una eficiencia promedio de 0.77 kg m^{-3} mostrada en regar la canola con un promedio de la humedad aprovechable residual en el suelo al momento del riego de 30 por ciento; sin embargo, los tratamientos no mostraron diferencia estadística para dicha variable.

Al realizar la optimización de la función de producción al agua de riego se obtuvo que la canola maximizó su rendimiento de grano al consumir 45 cm de agua en su ciclo vegetativo.

Los resultados de rendimiento de grano de la canola muestran una respuesta no lineal del rendimiento de grano del cultivo a los diferentes contenidos de humedad en el suelo al momento del riego.

Los tratamientos desarrollados en el rango de 19 a 56.2 por ciento de la humedad aprovechable residual al momento del riego, presentaron los mayores rendimientos de grano para el rango de 2.66 a 3.42 t ha^{-1}. En este rango del régimen de humedad del suelo, la producción para esta variable respuesta no presentó diferencia estadística.

BIBLIOGRAFIA

Al-Ghobari H. M. 2000. Estimation of reference evapotranspiration for southern region of Saudi Arabia. Irrigation Science. 19: 81-86.

Bandyopadhyay P.K., S. Mallick and S. K. Rana. 2005. Water balance and crop coefficients of summer-grown peanut (Arachis hypogaea L.) in a humid tropical region of India. Irrigation Science. 23:161-169.

García, E. 1970. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía de la UNAM, para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 235 p.

Hargreaves, G.H. y Z.A. Samani. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Engineering in Agriculture 1(2):96-99.

Inzunza I M. A. y F. Mojarro D. 1994. Simulación del coeficiente de cultivo con base en unidades térmicas. Terra. 12: 289-296.

Mendoza M. S. F., M. A. Inzunza I., M. M. Villa C., E. A. Catalán V., A. Román L., J. Martínez S., H. Macías R., C. Potisek T. 2004. Respuesta del chile jalapeño al acolchado plástico y niveles de humedad con riego por goteo (cintilla). *In*: XV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 8-12 sept. Venecia, Durango. pp:489-494.

Richards L.A. 1977. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Editorial Limusa México.

Sánchez C.I., F.C. Espinoza, M.M. Villa, J.L. Gonzalez B., G. Gonzalez C., A. Estrada G. 2004. Plan Indicativo de Investigación, Centra Nacional de Investigación en Relación Agua–Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP, SAGARPA. Gómez Palacio, Dgo. p. 9

Tyagi N. K., D. K. Sharma and S. K. Luthra. 2000. Determination of evapotranspiration and crop coefficients of rice and sunflower with lysimeter. Agricultural Water Management. 45:41-54.

COEFICIENTES DE AJUSTE POR DESARROLLO DE LA CANOLA Y MODELACIÓN EN BASE A ESTUDIOS LISIMÉTRICOS

Marco A. Inzunza Ibarra, Magdalena Villa Castorena, S. Felipe Mendoza Moreno, Ernesto A. Catalán Valencia.

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera, INIFAP. Canal Sacramento Km 6.5 margen derecha, Gómez Palacio, Dgo. CP 35140. inzunza.marco@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La estimación de la evapotranspiración de los cultivos a partir de la evapotranspiración de referencia calculada de datos climáticos en las diferentes zonas agrícolas del país, es de gran relevancia para una planeación agrícola más precisa bajo riego y temporal. Esto es posible cuando se cuenta con información de los coeficientes de ajuste por desarrollo de los diferentes cultivos (KC) en tales zonas agrícolas, ya que este dato se ha tomado de la literatura extranjera y corresponde a cultivos que se han desarrollado en otras latitudes y la mayoría de las veces se tienen poco éxito al utilizarse para las condiciones de México (Inzunza y Mojarro, 1994; Villalobos *et al*., 2005). En cultivos anuales, este coeficiente ($ETm\ ETr^{-1}$) tiene una típica variación que se produce debido a la evolución del follaje y los cambios en la cobertura del terreno (Bandyopadhyay *et al*., 2005). Para lograr estimaciones confiables de la evapotranspiración real o actual de los cultivos, se deben considerar los factores edáficos y de la planta; sin embargo, en condiciones óptimas de humedad en el suelo sólo la planta afecta la oferta de agua. En estas condiciones se obtiene la evapotranspiración máxima (ETm) mediante la corrección de la evapotranspiración de referencia por el coeficiente de ajuste por desarrollo del cultivo (Kc) que es función del desarrollo del cultivo y de la exigencia del clima. Así, el coeficiente del cultivo representa la relación entre el intercambio del calor latente del cultivo de interés y de la evapotranspiración de referencia (Tyagi *et al*., 2000; Hunsaker *et al*., 2003). Este parámetro es adimensional y se determina en forma empírica con la ecuación $KC = ETm\ ETr^{-1}$, donde ETr = evapotranspiración de referencia (mm).

Este trabajo en canola tuvo como objetivos determinar la evapotranspiración máxima a detalle para posteriormente determinar sus coeficientes de ajuste por desarrollo de cultivo y definir un modelo del citado coeficiente en base a unidades calor que proporcione mayor grado de generalidad en la aplicación de resultados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en el Campo Experimental del CENID-RASPA, ubicado en Gómez Palacio, Dgo. Geográficamente se localiza a 25° 35' LN, 103° 27' LW y a una altitud de 1135 msnm. El clima de la región se clasifica como BW(h')h w(e); que corresponde a muy árido,

cálido con temperatura media anual de 22°C y temperatura media del mes más frío de 18°C; es extremoso con una oscilación anual en las temperaturas medias mensuales de entre 7 y 14 °C, precipitación media anual de 230 mm, períodos libres de heladas de abril a octubre y pueden presentarse granizadas durante mayo. Las lluvias son en verano, con un porcentaje de lluvias invernales que va de 5 a 10.2 % (García, 1970).

El suelo del lote experimental es clasificado como Xerosol Háplico de acuerdo a la FAO/UNESCO modificada por INEGI y pertenece a la serie Coyote, de gran representatividad regional con suelos profundos, con poca variabilidad de textura (migajón arcilloso). El agua utilizada en el estudio es clasificada como: C1S1 (Richards, 1977), bajo en contenido de sales y sodio.

Metodología

La canola se sembró en el lisímetro de pesada de 1.8 de ancho y 3.60 m de largo, se desarrolló bajo condiciones no restrictivas de humedad; condición indispensable para obtener la evapotranspiración máxima de este cultivo, para lo cual se estableció un régimen de humedad hídrico en el suelo del lisímetro entre un rango de 0.051–0.101 MPa de tensión de humedad; además, el terreno circunvecino restante se manejó en forma similar a la del lisímetro con el fin de evitar el efecto de orilla y las condiciones de advección.

Para la determinación de las unidades calor durante el ciclo de la canola se utilizó la metodología de la curva seno, la cual toma en cuenta las temperaturas máximas y mínimas, la temperatura base de la canola y su temperatura máxima a la cual su desarrollo no es afectado.

Considerando que las unidades calor acumuladas son una analogía de un reloj fisiológico en la ocurrencia de cada una de las fases de crecimiento de los cultivos, se propone un modelo donde los coeficientes de cultivo estén en función de las unidades calor acumuladas durante el ciclo vegetativo de la canola (Sammis *et al*., 1985; Inzunza y Mojarro, 1994). Este modelo tendría una mayor generalidad de resultados a los modelos generados por ser este un parámetro con más carácter físico que el tiempo en días o en calendario juliano. Los citados autores proponen en lugar de éste último, utilizar las unidades calor acumuladas como un parámetro climático con mayor carácter físico y extrapolabilidad de resultados a otras regiones de condiciones climáticas diferentes donde se realizó el estudio. Dicha relación esta contenida en un polinomial de tercer orden en la ecuación 1.

$$Kc = b_0 + b_1 \Sigma UC + b_2 \Sigma UC^2 + b_3 \Sigma UC^3 \quad \text{..... (1)}$$

Donde:

UC = unidades calor acumuladas al período 1

b_i = coeficientes de la regresión.

Los datos generados en este trabajo fueron ajustados al modelo arriba mencionado por medio de la técnica de regresión múltiple para lo cual se utilizó el paquete estadístico del SAS (Licencia a INIFAP 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los requerimientos de unidades calor de crecimiento para la canola establecida en el lisímetro de pesada de alta precisión son presentados en la Figura 1. Se tomó como temperatura base para la canola el valor de 5 ^{o}C y de 30 ^{o}C como temperatura máxima (Shaykewich, 2005). La figura muestra los valores acumulados de las unidades calor a las cuales se presentaron los principales eventos fenológicos del cultivo como la emergencia, la formación de rosetas, el inicio de floración la aparición de vainas, la maduración de vainas, entre otras. Las unidades calor fueron un reloj fisiológico del crecimiento ya que conforme las temperaturas se presentaban más elevadas, las etapas aparecían más temprano que a diferencia cuando las temperaturas eran bajas, existía un retraso en la presentación de los períodos fisiológicos.

Evapotranspiración máxima de la canola

Los datos obtenidos de evapotranspiración máxima de la canola establecida en el lisímetro gravimétrico de alta precisión fueron generados diariamente y fueron utilizadas como el cociente en la determinación de los coeficientes de desarrollo de la canola. Su comportamiento fue bien definido: tasas evapotranspirativas bajas en el período de emergencia a inicio de floración, posterior a este período, se observan demandas evapotranspirativas más altas por la canola justamente durante el período después de floración, aparición de vainas y llenado de vainas (Figura 1(a). En este último evento se presentaron demandas del cultivo de casi 14 mm diarios de agua y esta demanda fue sostenida por un periodo corto de tiempo para después declinar hasta alcanzar la madurez de vainas donde después de este evento fenológico la demanda de agua del cultivo se reduce drásticamente hasta alcanzar la madurez fisiológica.

Obtención del coeficiente de ajuste por desarrollo del cultivo de la canola

El coeficiente de ajuste por desarrollo del cultivo de la canola (KC), se determinó de acuerdo con la relación (ETm ETr^{-1}) antes descrita y los resultados son presentan en la figura 1 (b).

Este parámetro se presenta con su típico comportamiento de los cultivos anuales durante su desarrollo vegetativo, el cual es puntualizado en base a las unidades calor de crecimiento para este cultivo. El comportamiento de los KC a través del ciclo vegetativo de la canola fue como sigue: en el inicio del período vegetativo del cultivo y hasta antes de la floración, se presentaron bajos coeficientes de desarrollo entre 0.1 a menos de la unidad, se incrementaron conforme al desarrollo del cultivo alcanzaba la aparición de vainas y llenado de las mismas con valores pico de KC tan altos como de 1.80. Los valores de esta relación empezaron a disminuir drásticamente después de la maduración de vainas de la canola para acercase a cero después que el cultivo alcanzó la madurez fisiológica del grano. El valor mayor del coeficiente de ajuste se registró durante el llenado de las silicuas o vainas y correspondió al valor de KC = 1.80, esto significa que la demanda hídrica del complejo planta-atmósfera superó en un 80% la demanda evaporativa del medio ambiente. Los valores menores se presentaron como era de esperarse, al iniciarse el ciclo vegetativo y al término de éste.

Con el propósito de lograr una mayor generalidad en la predicción de los KC, estos fueron relacionados con las unidades calor de crecimiento acumuladas (UC), en lugar del desarrollo vegetativo relativo de la canola. Los datos fueron ajustados al modelo propuesto por Sammis et al. (1985). La función obtenida por regresión múltiple fue la siguiente:

$$KC = 0.03236 + 1.09*10^{-3} *UC + 1.41*10^{-6} UC^2 - 1.08*10^{-9} UC^3 \qquad (3)$$

$$R^2 = 0.80$$

Los datos observados y la función ajustada se ilustran en la Figura 1, de acuerdo a esta gráfica y al coeficiente de determinación puede afirmarse que el ajuste de los datos a este modelo fue muy bueno y por consecuencia su poder predictivo que proporciona mayor generalidad al modelo por sus parámetros físicos involucrados.

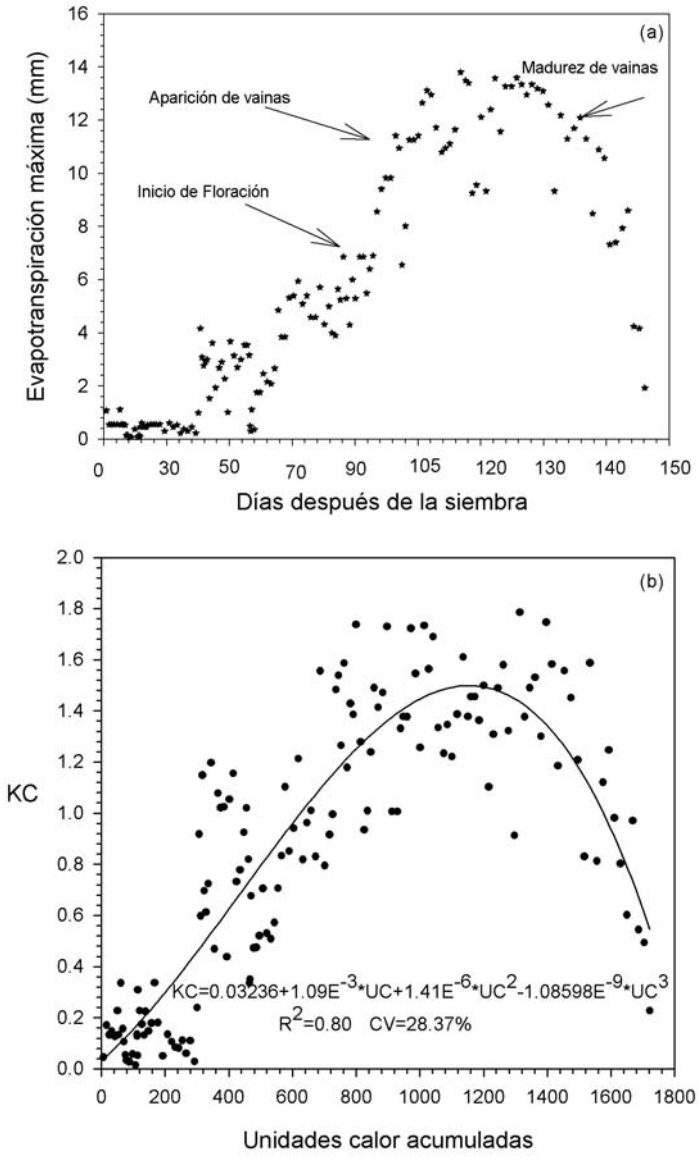


Figura 1. Comportamiento de La Evapotranspiración máxima (a) y de los coeficientes de ajuste por desarrollo (b) de la canola en función de las unidades calor de crecimiento del cultivo.

CONCLUSIONES

Se determinó un ajuste satisfactorio al modelo polinomial de tercer orden para representar el comportamiento de los datos de los coeficientes de ajuste por desarrollo de la canola, generados por medio de lisimetría, durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo.

El modelo obtenido tiene la característica de proporcionar mayor generalidad de los coeficientes de ajuste por desarrollo ya que involucró parámetros con más carácter físico como son

las unidades calor de crecimiento, en lugar de los modelos que relacionan los Kc en función del calendario juliano o el desarrollo vegetativo en días.

Cuando la canola alcanzó la etapa de roseta a los 500 unidades calor de crecimiento, el Kc tuvo un valor de 0.70, este valor se incrementó a la unidad al alcanzar la floración como a las 750 unidades calor. El máximo valor del coeficiente de ajuste de 1.5 se presentó en la etapa de llenado de vainas y fue aproximadamente a las 1200 unidades térmicas de crecimiento de la canola.

BIBLIOGRAFÍA

Bandyopadhyay P.K., S. Mallick and S. K. Rana. 2005. Water balance and crop coefficients of summer-grown peanut (Arachis hypogaea L.) in a humid tropical region of India. Irrigation Science. 23:161-169.

García E. (1970) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía de la UNAM, para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 235 p.

Inzunza I M. A. y F. Mojarro D. 1994. Simulación del coeficiente de cultivo con base en unidades térmicas. Terra. 12: 289-296.

Hargreaves, G.H. y Z.A. Samani. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Engineering in Agriculture 1(2):96-99.

Hunsaker D. J., P. J. Pinter, H. Cai. 2003. Alfalfa basal crop coefficients for FAO-56 procedures in the desert southwestern US. Trans. ASAE 45: 1799-1815.

Richards L.A. 1977. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Editorial Limusa México.

Sammis, T.W.; C.L. Mapel; D.G. Lugg; R.R. Lansford and J.T. Mc Guckin. 1985. Evapotranspiration crop coefficients predicted using growing-degree days. Transactions of the ASAE 28: 773-780.

Shaykewich C. F. 2005. Estimation of ground cover and phenological development of canola from weather data. Department of Soil Science. University of Manitoba. Agricultural-Food Research and Development Initiative. Canada. http://www.gov.mb.ca/agriculture/research/ardi/projects/98-201.html.

Tyagi N. K., D. K. Sharma and S. K. Luthra. 2000. Determination of evapotranspiration and crop coefficients of rice and sunflower with Lysimeter. Agricultural water management. 45:41-54.

Villalobos R. S., J. Z. Castellanos R., L. Tijerina C. y G. Crespo P. 2005. Coeficientes de desarrollo del cultivo de brócoli con riego por goteo. Terra Latinoamericana. 23:329-333.

ÁRBOLES NATIVOS PARA REFORESTACIÓN URBANA

M. en C. LUIS R. CASTAÑEDA BISECA

Jardín Botánico "Jerzy Rzedowski Rotter" Departamento de Biología
U.A.A.A.N. - U.L. Torreón, Coah.
roman@lag.megared.net.mx

INTRODUCCIÓN

Los recursos fitogenéticos son los rasgos genéticamente determinados en plantas útiles que los pueblos pueden conservar, caracterizar y evaluar.

La recolección, almacenamiento y distribución de la semilla es un medio eficaz para apoyar la conservación del germoplasma vegetal.

Las semillas de árboles y arbustos silvestres, constituyen una de las formas más importantes de germoplasma primario.

Una buena forma de salvaguardar tales recursos es su utilización en proyectos de reforestación urbana, lo que permitirá además del conocimiento de su biología, su diseminación y utilización sostenible evitando la introducción de especies exóticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2006, a partir del mes de enero, se procedió a la siembra escalonada de las siguientes doce especies de árboles nativos, de los que se posee semilla.

1. Acacia berlandieri	Fabaceae	Frijolillo
2. Acacia crassifolia	Fabaceae	Alerón
3. Acacia farnesiana	Fabaceae	Huizache
4. Acacia greggi	Fabaceae	Gatuño
5. Cassia wislizeni	Fabaceae	Pinacate
6. Celtis pallida	Ulmaceae	Granjeno
7. Chilopsis linearis	Bignoniaceae	Mimbre
8. Pithecollobium pallens	Fabaceae	Tenaza
9. Prosopis juliflora	Fabaceae	Mezquite
10. Sophora secundiflora	Fabaceae	Colorín
11. Tecoma stans	Bignoniaceae	San pedro
12. Yucca rigida	Liliaceae	Palma Socol

Calendarización de actividades 2006

ACTIVIDAD / MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Selección de semillas	x											
Preparación del suelo	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Siembra en semilleros	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Trasplante		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Mantenimiento	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Entrega de ejemplares							2007					

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la fecha se tienen resultados parciales ya que será hasta el mes de diciembre del presente año cuando se efectúe la evaluación final del proyecto.

Dentro de los resultados obtenidos a la fecha debe destacarse lo siguiente:

1. De la especie A. *crassifolia* (alerón) no ha sido posible contar con árboles ya que la semilla almacenada del año anterior no germinó y estamos en espera de la colecta de este año, posiblemente dentro de un mes.
2. De *Cassia wislizeni* (pinacate), no se contaba con suficiente semilla para la producción de los 1,000 árboles. Se está en espera de la colecta de este año para completar la cuota.
3. Del resto de especies, se están haciendo siembras escalonadas a fin de completar para cada una la cuota de 1,000 árboles.

Los resultados finales obtenidos confirmarán la información racabada ya que a través de semilla se logrará producir una cantidad importante de árboles que al ser utilizados en la reforestación urbana garantizarán la conservación del germoplasma nativo y el seguimiento de su desarrollo permitirá aumentar el conocimiento de su biología.

CONCLUSIONES

A la fecha, se ha logrado cumplir parcialmente el objetivo planteado. La producción de este año será ofrecida a los diferentes ayuntamientos de la Región Lagunera, Coah./Dgo. para sus campañas de reforestación al inicio de la primavera del 2007 donde se destacarán las bondades de la reforestación con árboles nativos ya que son resistentes a las condiciones regionales de sequía y heladas y a las plagas y enfermedades que normalmente aquejan a las plantas exóticas que por su mayor verdor y cobertura son preferidas. Se hará incapié en el ahorro de agua para esta región árida, donde el recurso es de vital importancia.

BIBLIOGRAFÍA

Arriaga, V., Cervantes, V. y Vargas-Mena, A. 1994. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. SEDESOL-Instituto Nacional de Ecología-UNAM. México. pp 9-17, 23.

Baker, H.G. 1968 Las Plantas y la Civilización. Herrero Hermanos Sucesores, S.A. México.

Billings, W.D. 1970 Las Plantas y el Ecosistema. Segunda Edición. Herrero Hermanos Sucesores, S.A. México.

Correll, D.S. and Johnson, M. C. 1979 Manual of Vascular Plants of Texas. Second Printing. The University of Texas at Dallas, U.S.A.

Davies, R.I y Pritchard, H.W. 1999. Conservación de semillas de palmeras en zonas secas de África y Madagascar: necesidades y perspectivas. En: Recursos Genéticos Forestales. No. 26. FAO-ONU. Roma, Italia. p. 41.

Eyzaguirre, P.B. 2001. El pueblo y los recursos genéticos de las plantas. En: Cuadernos Pueblos y Plantas. No. 7 Cultivando la Diversidad. UNESCO-ONU. París, Francia. p. 1.

García, R. 1988 Deterioro Ambiental y Pobreza de la Abundancia Productiva. Federación Internacional de Institutos de Estudios Avanzados – Instituto Politécnico Nacional. México.

Moreno, N. 1984 Glosario Botánico Ilustrado. CECSA. México.

Nava, R,. Armijo R. y Gastó J. 1979 Ecosistema. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Saltillo, México.

Niembro Rocas, A. 1988. Semillas de árboles y arbustos. Ontogenia y estructura. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. México.

Niembro Rocas, A. 1989. Semillas de plantas leñosas. Morfología comparada. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. México

Palmberg-Lerche, C. 1999. Ordenación de los recursos genéticos forestales. Algunas ideas sobre preferencias y oportunidades. En: Recursos Genéticos Forestales No. 26. FAO-ONU. Roma, Italia. pp 45-46

Rzedowski, J. 1978 Vegetación de México LIMUSA México.

INDICADORES DE LA SUSTENTABILIDAD DE SISTEMAS DE ENGORDA DE GANADO DE CARNE DE PEQUEÑA ESCALA EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Losada, H, J. Cortés, J. Rivera, R. Soriano, D. Grande.

Area de Desarrollo Agropecuario Sustentable. Departamento de Biología de la Reproducción. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco No 186. Colonia. Vicentina. Iztapalapa. CP 09340. México D.F. jocz@xanum.uam.mx

INTRODUCCIÓN

Investigaciones llevadas a cabo por nosotros en el cultivo de nopal-verdura (Losada et al 2001a) demostraron la utilidad de utilizar una escala de puntos para evaluar la sustentabilidad del cultivo en los universos social, económico y ambiental así como los cruces (trade off) que surgen entre ellos lo cual permite identificar posibles problemas a solucionar en campo. La engorda intensiva de ganado de carne en pequeña escala es un sistema que se ha popularizado en los últimos tiempos en la zona aledaña a la Ciudad de México, ya que utiliza toros enteros y/o castrados provenientes de los sistemas lecheros de las áreas tropicales y las del centro del país (Sanchez D., 1984), ocupa espacios físicos limitados y utiliza en la dieta subproductos de la industria de alimentos, que los hace idóneos para ser evaluados y en su caso, incorporados a las demandas de sustentabilidad regional (Losada et al 2001b). El objetivo del presente trabajo fue el de cuantificar el grado de sustentabilidad de sistemas de producción de carne en pequeña escala que abastecen a la Ciudad de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo. En orden de entender los aspectos sociales, económicos, ambientales y de bienestar animal un cuestionario fue aplicado al azar a 12 engordadores de ganado localizados en el oriente de la Ciudad de México que incluyó una de sus delegaciones (Iztapalapa), y tres municipios de los vecinos estados de México e Hidalgo respectivamente. Antes de ser aplicado en extenso el cuestionario fue probado en campo (De Vaus 1990). Para cada productor se aplicó un cuestionario que incluyó 24 preguntas referidas a los aspectos social, económico, ambiental y de bienestar animal. Una vez obtenidos los resultados los valores fueron analizados utilizando el Programa Excel (Microsof Corporation 1994) y el NCSS 2000-PAS 2000 (Hinteze J.L.,200)). Los aspectos económicos fueron evaluados utilizando un análisis de margen bruto (Soriano 1999).

Diseño de los criterios de sustentabilidad. El presente trabajo diseñó y evaluó las cuatro dimensiones de la sustentabilidad animal: social, económica, ambiental y bienestar animal del sistema de engorda de bovinos de la zona peri-urbana de la Ciudad de México. Los criterios

seleccionados se relacionaron con el uso de la fuerza de trabajo local, productividad y ganancia económica del sistema, uso de insumos externos, diversidad biológica y bienestar de los animales.

Con relación a la sustentabilidad social se consideró que el equivalente de la comunidad fue la unidad productiva y su impacto en la comunidad próxima. El nivel de escolaridad se evaluó como un indicador de homogeneidad del grupo social que lleva a cabo las funciones de engorda mientras que el aprendizaje de la engorda fue propuesta como un criterio de uso de recursos bióticos. El tiempo que el individuo ha desarrollado en el proceso de la engorda fue calificado como la experiencia del individuo para la solución de posibles problemas y/o la transmisión de conocimientos en la comunidad. El número de animales/corral fue usado como un criterio de uso adecuado del espacio en interacción directa con las dimensiones económicas y ambientales. La posibilidad de la empresa de generar empleo y mejorar el nivel de vida de la comunidad integró otros criterios relacionados con el universo social en función de sus vínculos comunitarios. La organización de los miembros, los servicios de la casa y el tiempo de residencia se consideraron como elementos clave para la solución de problemas de la comunidad, contribuyendo a la independencia y como una parte de sus estrategias de comercialización.

El salario de los empleados fue considerado como una variable económica de relevancia que haga posible mejorar el nivel de vida de ellos. El origen de los animales y el tiempo de engorda se consideraron como criterios de uso de recursos locales mientras que el destino de los animales para el consumo local fue integrado como un criterio de apropiación de tecnología a nivel de la localidad.

El uso de instalaciones adecuadas para mantener a los animales se incluyó como un factor de inversión económica. Por último la productividad económica y la sustentabilidad estarían basados en el hecho de que el sistema debería ser capaz de otorgar beneficios adecuados a lo largo del año para lo cual se hizo un análisis de margen bruto por hato engordado y se investigó sobre la distribución de las ganancias de la engorda en forma estacional y/o anual de impacto en la comunidad como una medida de equidad.

Con relación a los indicadores del ambiente, la apropiación de la tecnología evaluada como sistema de producción nativo (local) o introducido fue considerada como una variable de equidad vinculada con la utilización de herramientas del área. En vista de que la baja dependencia sobre el uso de insumos externos se consideró deseable en los sistemas (Francis y Youngberg 1990), la tecnología, vacunas, medicinas fueron considerados como insumos externos en oposición al reciclaje de las excretas en actividades agrícolas. Biodiversidad (razas

y/o tipos de animals utilizados) fue utilizada como un elemento central (Senanayake, 1991, Yunglong and Smith 1994) para contribuir a la estabilidad del ecosistema (Pimental et al 1989, Huston, 1994). Bienestar animal fue evaluado a través del espacio disponible por animal dentro del corral y su confort (cama vs raspaduras) así como por criterios de agresividad y sociabilidad de los animales en la engorda evaluados por observación directa durante un período de tiempo de 6 hrs (Vieyra et al 2000).

Evaluación de la sustentabilidad. De manera similar a los promedios utilizados por Senanayake (1991). Dalsgaard et al (1995) y Soriano (1999) para cada universo se utilizaron 8 variables de evaluación con excepción de los dos últimos en el cual se usaron 4 variables en cada uno con el objetivo de obtener 8 variables para el universo ambiental. Cada uno de los universos tuvo un valor virtual de 100 puntos equivalentes a un 25% de la sustentabilidad y dentro de ellos, cada variable fue calificada siguiendo una escala de calificaciones: 0, 4, 8 y 12.5 puntos considerados como malo, regular, bueno y óptimo respectivamente. La suma de las calificaciones por variable permitió obtener la puntuación total por universo que fue posteriormente multiplicada por 25, para obtener el valor real de la sustentabilidad. Finalmente la suma de la puntuación /universo permitió obtener el valor de la sustentabilidad del sistema y la resta del mismo valor de 100, hizo factible conocer la puntuación de la no sustentabilidad.

RESULTADOS

Dieta de los animales. Los componentes de la dieta y las cantidades por corral ofrecida a los animales de una muestra de 7 productores se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Ingredientes utilizados para la elaboración de las dietas en la población muestreada.

Componente	**Número de productores y cantidad, kg**							**Uso del componente**	
	1	2	3	4	5	6	7	Frecuencia	%
Rastrojo de maíz	50	100	45	30	20	---	20	6	86
Pollinaza	240	200	180	280	270	270	270	7	100
Trigo	240	---	---	342	---	240	---	3	43
Pan	80	100	160	250	200	120	200	7	100
Sal	10	---	---	5	---	---	---	2	29
Maíz	---	250	200	---	240	---	240	4	57
Tortilla	---	100	---	---	---	---	---	1	14

Sorgo	---	250	---	---	240	---	240	3	43
Grasa de sobrepaso	---	---	---	25	---	---	---	1	14
Minerales	---	---	---	3	---	---	---	1	14
Bicarbonato de sodio	---	---	---	5	---	---	---	1	14
Enerprot*	---	---	---	90	---	---	---	1	14
Concentrado	---	---	---	---	150	---	150	2	29
Salvado de trigo	---	---	---	---	---	60	---	1	14
Cebada	---	---	---	---	---	240	---	1	14

*Enerprot, Procesadora de Alimentos para Ganado S.A. de C.V.

Como se puede observar la pollinaza y el pan duro fueron utilizados por todos los engordadores seguido por el rastrojo de maíz usado en la mayor proporción de ellos. De manera sorprendente la tortilla y el salvado de trigo disponibles en la zona fueron utilizados por un solo productor y en su lugar los granos de cereal: trigo, maíz y sorgo fueron preferidos.

Sustentabilidad.

Universo social. La calificación individual otorgada para cada productor del universo social se presenta en la tabla 2.

Tabla 2, Calificación individual de las variables que integraron el universo social de la sustentabilidad de los engordadores de ganado de carne.

Variable	Productor											
	Ern	Cri	Mar	Alf	Efr	Guil	Fer	Osc	Pab	Sau	Sal	Jos
Escolaridad	8	4	12.5	12.5	8	12.5	4	8	12.5	12.5	8	4
Aprendizaje de engorda	12.5	12.5	8	8	8	8	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Tiempo de engorda	4	4	0	0	8	8	12.5	4	8	12.5	8	4
Animales/corral	4	8	12.5	8	8	8	4	4	12.5	12.5	12.5	8
Genera empleo	8	8	8	8	8	8	0	8	12.5	8	8	0
Sociedad de productores	0	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicios en la casa	8	8	12.5	8	12.5	12.5	8	8	12.5	8	4	4
Tiempo de vivir en lugar	12.5	8	4	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	8	12.5

Universo económico. Los valores obtenidos para el universo económico /productor se presentan en la tabla 3.

Variable	Productor											
	Ern	Cri	Mar	Alf	Efr	Guil	Fer	Osc	Pab	Sau	Sal	Jos
Salario de empleados	4	8	12.5	4	8	4	4	4	8	8	8	4
Origen de animales	8	12.5	4	8	8	8	8	8	12.5	8	8	8
Tiempo de engorda	12.5	12.5	12.5	4	8	4	8	4	12.5	12.5	8	8
Destino de animales	8	4	4	8	4	4	4	8	4	4	4	4
Instalaciones	8	12.5	8	8	8	8	8	8	12.5	12.5	8	8
Flujo económico/hato	8	12.5	8	8	8	4	4	4	8	8	8	8
Flujo económico estacional	8	8	8	4	8	4	4	4	8	8	8	8
Flujo económico anual	8	8	8	4	8	4	4	4	8	8	8	8

Universo ambiental.Los valores obtenidos para el universo ambiental /productor se presentan en la tabla 4.

Variable	Productor											
	Ern	Cri	Mar	Alf	Efr	Guil	Fer	Osc	Pab	Sau	Sal	Jos
Sistema nativo o introducido	8	8	8	8	8	8	8	12.5	8	12.5	12.5	12.5
Tecnología y herramientas	12.5	8	4	8	4	12.5	12.5	12.5	8	4	12.5	12.5
Uso de sales, vacunas, antibióticos	0	8	0	0	0	0	0	8	8	0	8	12.5
Recicla excretas	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Raza de los animales	8	12.5	8	8	4	8	8	12.5	8	8	0	0
Espacio per capita, m2	12.5	8	12.5	12.5	8	8	12.5	8	12.5	8	8	4
Fintas, embestidas, lamidos	8	8	8	4	4	8	12.5	8	8	4	8	4
Cama y raspaduras	12.5	8	4	4	4	8	12.5	8	12.5	4	8	8

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo mostraron la utilidad de aplicar una escala numérica para evaluar las dimensiones que integran la sustentabilidad así como de sus contradicciones o trade offs , lo cual permitió identificar algunos problemas que merecen atención a nivel de campo y para el desarrollo de la investigación futura. Las correlaciones obtenidas entre las distintas dimensiones y universos mostraron la dirección de ellas, así como una significancia del 10%.

Agradecimientos. A los productores de ganado bovino de las Delegaciones y municipios estudiados. A las autoridades de la UAM por las facilidades otorgadas.

BIBLOGRAFÍA

Dalsgaard,J.P.T., C. Lightfoot, and V. Christensen.1995. Towards quantifications of ecological sustainability in farming system analysis. Ecol.Eng. 4:181-189.

De Vaus, D.A. 1990. Surveys in Social Research.2nd ed. Unwin Hyman,London.

Francis, C.A., and G. Youngberg.1990. Sustainable agriculture-An overviewer. In C.A. Francis,C.B. Flora and L.D. King (eds.).Sustainable Agriculture in Temperate Zones. Wiley, New York. p.1-23.

Hinteze J.L. 2000. User's Guide-I NCSS 2000. Statical System Windows.Number Crunder Statical Sysem, Kaysville,Utha,EUA.

Huston,M.A. 1994. Biological Diversity: The coexistence of Species on Changing Landscapes. Cambridge University Press,New York.

Losada H.,J. Vieyra, R. Soriano, R. Bennett, J. Cortés and P. Zavaleta.2001a. Assessing the sustainabilityof a terraced agroecosystem for production of nopal vegetable(Opuntia ficus-indica) in metropolitan Mexico City.Am. J. of Alternative Agric. 16(13): 98-105.

Losada, H., R. Bennett, J. Cortés, J. Vieyra and R. Soriano. 2001b. The Mexico City milk supply system: Structure,function, and sustainability. Agriculture and Human Values 18: 305-317.

Pimentel, D., T.W. Culliney, I.W. Buttler, D.J. Reineman, and K.B. Beckman.1989. Low-imputs sustainable agriculture using ecological management p`ractices. Agric. Ecosys. Environ. 27:3-24

Sánchez D. A..1984. Tecnificación de la Ganadería Mexicana. Ed. Limusa. México. p.113

Senanayake, R. 1991. Sustainable agriculture: Definitions and parameters for measurenment. J. Sustainable Agric. 1(4):7-28.

Soriano R. 1999. The Chinampa System as a Model of Sustainable Agriculture. Ph.D. diss.University of London,Wye College.

Vieyra J., H. Losada, R. Soriano, J. Cortés and L. Arias. 2000. Smallholder dairy cattle production in Xochimilco in the Southeast of Mexico City: Effects of herdsmen on spatial behaviour of cattle during restricted grazing. Livestock Research for Rural Development. Vol 12 (2): 1-4. http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/2/viey122.htm

Yunglong, C. and B. Smith. 1994. Sustainability in agriculture: a general review. Agriculture, Evosystems and Environment. 49:299-307.

RESPUESTA DE CULTIVOS FORRAJEROS ALTERNATIVOS ESTABLECIDOS EN UNICULTIVO Y EN ASOCIACIÓN CON CULTIVOS TRADICIONALES

David G. Reta Sánchez[1], Anselmo R. Montaño F.[2], , J. Santos Serrato C.[3], Jesús Santamaría C.[1], J. Francisco J. Chávez G.[1], Arturo Palomo G.[2]

[1]Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Blvd.. José Santos Valdez 1200. Col. Centro. 27440, Cd. Matamoros, Coahuila. Correo electrónico: reta.david@inifap.gob.mx*.
[2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Apdo. Postal No. 940. C.P. 27054. Torreón, Coahuila.
[3]Facultad de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Domicilio Conocido, Ej. Venecia, Dgo. Apdo. Postal 1-142. Gómez, Palacio, Durango.
[4]Estudio 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., PIFSV Comarca Lagunera.

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera la productividad y rentabilidad de sistemas de producción agropecuarios se reduce significativamente en verano por la limitación y alto costo del agua de riego y las altas temperaturas que afectan el desarrollo de cultivos tradicionales como maíz y sorgo. Debido a esto se requieren alternativas con cultivos y sistemas de producción mejor adaptados a las condiciones ambientales, que mantengan o incrementen la calidad del forraje.

Dos cultivos alternativos que han mostrado buen potencial de uso forrajero son la soya (*Glycine max* L.) y el kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). El kenaf presenta características importantes como un alto contenido de proteína cruda (Phillips *et al*., 1999), tolerancia a la salinidad (Francois *et al*., 1992) y a periodos cortos de sequía (Webber, 1996), y además produce sus mayores rendimientos en regiones con altas temperaturas (LeMahieu *et al*., 1991).

La soya puede ser cultivada para su uso como forraje con alto contenido de proteína en forma de pastoreo, henificado o ensilado. En tres o cuatro meses después de la siembra, la soya produce heno de similar calidad que la alfalfa (Brown, 1999).

La eficiencia de producción de forraje para ganado bovino de leche puede incrementarse aprovechando características agronómicas favorables para este propósito que muestran diversos cultivos alternativos. Adicionalmente, frecuentemente se usan sistemas de producción que involucran la mezcla de varias especies de cultivos, que pueden incrementar la producción de materia seca y calidad de forraje, contribuir en la fijación de nitrógeno atmosférico o bien que pueden ser usados como forraje de emergencia. De hecho, la siembra continua de un cultivo como maíz generalmente propicia una disminución en la fertilidad del suelo, un incremento en enfermedades, un mayor ataque de plagas, crecientes requerimientos de fertilización inorgánica

y reducciones en el rendimiento. El intercalado de franjas de especies como maíz adyacentes a soya pueden reducir los efectos negativos de un sistema de producción en unicultivo (Kinsley *et al*., 1998). El objetivo de este estudio fue determinar el potencial de rendimiento y calidad de forraje de kenaf y soya en unicultivo y en asociación con maíz, sorgo nervadura café y sorgo x sudan nervadura café durante el verano en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se hizo en el Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en Matamoros, Coahuila, México (25° 32' LN, 103° 14' LO y 1150 msnm), en un suelo de textura franco arcillosa. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó una variedad de kenaf, 'Tainung 2'; un híbrido de maíz, '3025W' (Pioneer); un híbrido de sorgo nervadura café, 'Silo Master Bar 100' (ABT); un híbrido de sorgo x sudan nervadura café 'Esmeralda Verde' (ABT) y una variedad de soya, 'Huasteca 200'..

Se determinó la respuesta de kenaf en asociación con sorgo y soya en bandas de cuatro surcos por cultivo, y de soya con sorgo x sudan también en bandas de cuatro surcos por cultivo. En los unicultivos la parcela experimental fue de 8 surcos con 0.50 m de separación y 10 m de longitud. En las asociaciones la parcela experimental fue de 16 surcos (0.50 m), con 8 surcos por especie. La parcela útil para los unicultivos fue de 6 surcos de 2 m de longitud (6 m^2); mientras que en asociación fue de 6 surcos de 2 m de longitud en cada cultivo (6 m^2).

La siembra fue en suelo húmedo, el 26 de julio de 2004. En maíz se utilizó una densidad de siembra de 110 mil semillas por hectárea; en kenaf, sorgo x sudan nervadura café y sorgo nervadura café se sembraron 500 mil semillas por hectárea. Antes del rastreo en húmedo se fertilizó con 50 kg de N y 100 kg de P_2O_5 ha^{-1}, y posteriormente 112 kg de N ha^{-1} en cada una de los 2 riegos de auxilio. Se aplicaron 2 riegos de auxilio: a los 34 y 53 d después de la siembra (dds), con láminas de 18 cm en el riego de presiembra y 12 cm en cada riego de auxilio. Para el control de plagas como gusano cogollero, diabrótica y mosquita blanca se realizaron dos aplicaciones de insecticida durante el ciclo de crecimiento de los cultivos.

La cosecha se realizó en todos los tratamientos a los 74 dds. En cada parcela se determinó el rendimiento de forraje fresco, rendimiento de materia seca, distribución de materia seca en los órganos de la parte aérea de las plantas y la calidad de forraje en términos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). Para determinar el porcentaje de materia seca, distribución de materia seca y características de la calidad del forraje se tomaron, en cada parcela experimental muestras de 10 plantas de maíz y

20 plantas de kenaf, sorgo nervadura café y sorgo x sudan nervadura café. Las plantas fueron secadas a 60 °C hasta alcanzar peso constante, y después molidas en un molino Wiley con una malla de 1 mm. Las muestras fueron analizadas para FDN, de acuerdo con el procedimiento de Van Soest *et al*. (1991) y Kjeldahl para N (Bremner, 1996). Se hicieron análisis de varianza para los datos de rendimiento de materia seca y características de la calidad de forraje ($P \leq 0.05$), y para comparar las medias se utilizó la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los rendimientos de materia seca de los tratamientos en evaluación y la aportación de rendimiento por especie en las asociaciones entre cultivos en la cosecha realizada a los 74 dds. En esta fecha de cosecha se aplicaron en todos los tratamientos un riego de presiembra y dos riegos de auxilio.

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca (MS) de cinco cultivos forrajeros y la aportación de rendimiento por especie a las asociaciones entre cultivos. Verano de 2004. Matamoros, Coahuila, México.

Tratamientos	Rendimiento de MS (kg ha^{-1})	Aportación de rendimiento por cultivo (%)			
		Kft ‡	Snc	Soya	Ssnc
1. Maíz	11787 b †	-	-	-	-
2. Sorgo x sudan nervadura café	13408 a	-	-	-	-
3. Sorgo nervadura café	10839 bc	-	-	-	-
4. Kenaf Tainung	6034 e	-	-	-	-
5. Soya	4670 e	-	-	-	-
6. Kft + Snc	8646 d	31.3	68.7	-	-
7. Kft + soya	5420 e	65.0	-	35.0	-
8. Soya + Ssnc	9920 cd	-	-	16.8	83.2

† Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (Duncan, 0.05).

‡ Kft = kenaf Tainung ; Snc = sorgo nervadura café; Ssnc = sorgo x sudan nervadura café.

El mayor rendimiento de materia seca se obtuvo con sorgo x sudan nervadura café, seguido de maíz y sorgo nervadura café, entre los cuales no hubo diferencia significativa. Los rendimientos de materia seca de kenaf (6034 kg ha^{-1}) y soya (4670 kg ha^{-1}) fueron estadísticamente iguales entre sí, y representan respecto al rendimiento de cultivos

tradicionales entre el 35 y 56 % (Cuadro 1). El nivel de rendimiento de kenaf en este estudio fue superior al encontrado por Webber (1993) en Texas, EE.UU., donde este cultivo alcanzó 4764 kg ha^{-1} en 76 dds. Asimismo los rendimientos de kenaf en el verano de 2003 en la Comarca Lagunera a los 66 dds (4408 a 4596 kg ha^{-1}) (Reta *et al*., 2004) fueron superados en el presente trabajo. La principal diferencia entre los dos ciclo fue el incremento en la densidad de población de 180 a 500 mil plantas ha^{-1} y un retraso de 8 días en la realización de la cosecha en 2004.

En soya la cosecha se realizó cuando la variedad en evaluación aún no iniciaba la floración, sin embargo el nivel de rendimiento (4670 kg ha^{-1}) (Cuadro 1) fue intermedio al consignado por Hintz *et al*. (1992). Esto indica que el rendimiento de variedades de soya con ciclo de crecimiento similar al utilizado en este estudio puede ser mayor con una cosecha más tardía, aunque esto significaría un ciclo más largo y mayores requerimientos de agua.

Los rendimientos de materia seca en las asociaciones de cultivos fueron inferiores a los rendimientos de los cultivos tradicionales en unicultivo. En la asociación kenaf + sorgo nervadura café el rendimiento de materia seca se redujo en 20 %; mientras que en soya + sorgo x sudan nervadura café, el rendimiento de materia seca disminuyó en 26 %. Estos menores rendimientos en las asociaciones se debieron principalmente a un menor potencial de rendimiento de kenaf y soya, así como por el efecto de la competencia entre cultivos. De hecho el porcentaje de aportación al rendimiento en las asociaciones fue de 31 a 65 % en kenaf y de 16.8 a 35 % en soya (Cuadro 1).

La mejor calidad de forraje de los cultivos en términos de proteína cruda (PC), fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) se obtuvo en soya seguido de kenaf. En general, los valores de calidad de forraje entre los cultivos tradicionales fue similar, con excepción de un menor valor de FDA en maíz respeto a sorgo x sudan nervadura café y sorgo nervadura café. En este estudio la soya cosechada antes de la floración presentó un contenido de PC de 17.8 % y valores de FDA y FDN de 36.8 y 42.8 %, respectivamente (Cuadro 2). Estos parámetros indican que la calidad del forraje en este estudio fue inferior al consignado por Brown (1999), quien encontró que la soya cosechada en la fase de madurez R7 (primera vainas con color de maduración; 50 % de las hojas amarillas) produce heno de similar calidad que la alfalfa, con un contenido de PC de 19.2 % y valores de FDA y FDN de 29 y 40.7 %, respectivamente. La menor calidad de forraje en el presente trabajo fue la carencia de vaina en el forraje, las cuales tienen un alto contenido de grasa y proteína.

Cuadro 2. Calidad de forraje de cinco cultivos forrajeros establecidos en unicultivo y en asociación. Verano de 2004. Matamoros, Coahuila, México.

Tratamientos	Proteína cruda	Fibra detergente ácido	Fibra detergente neutro
		%	
1. Maíz	7.72 e †	40.39 bc	68.82 a
2. Sorgo x sudan nervadura café	7.33 e	46.68 a	67.61 ab
3. Sorgo nervadura café	7.89 e	43.93 ab	64.36 abc
4. Kenaf Tainung	14.04 c	47.52 a	61.54 bc
5. Soya	17.75 a	36.76 c	42.75 f
6. Kft + Snc ‡	9.53 d	44.26 ab	53.43 de
7. Kft + Soya	15.70 b	43.13 ab	51.14 e
8. Soya + Ssnc	8.95 d	41.67 b	58.66 cd

† Medias seguidas con la misma letra en cada columna, no son significativamente diferentes (Duncan, 0.05).

‡ Kft = kenaf Tainung ; Snc = sorgo nervadura café; Ssnc = sorgo x sudan nervadura café.

La principal característica del kenaf para su uso como forraje es su alto contenido de PC, lo cual sólo se puede aprovechar si se cosechan plantas inmaduras. En este estudio el kenaf se cosechó al inicio de floración (74 dds) cuando la planta alcanzó una altura de 1.90 m y se obtuvo un valor de PC de 14.0 %, el cual fue similar al encontrado por Reta *et al*. (2004) en el ciclo de verano de 2003 en la Comarca Lagunera. En contenido de fibras, el kenaf presentó valores de fibra total (FDN) similares a los sorgos y menores que los del maíz, mientras que en FDA el kenaf obtuvo también valores similares a los sorgos y mayores a los obtenidos por el maíz (Cuadro 2).

En las asociaciones de sorgo nervadura café con kenaf y sorgo x sudan nervadura café con soya, la contribución de materia seca de los cultivos alternativos al rendimiento total de las asociaciones mejoraron la calidad del forraje producido respecto a los cultivos tradicionales sembrados en unicultivo. En la asociación kenaf + sorgo nervadura café, la contribución del 31.3 % de kenaf al rendimiento total de materia seca incrementó la proteína cruda en 1.64 %; mientras que el valor de FDN se redujo en 10.9 %. En la asociación soya + sorgo x sudan nervadura café, la soya aportó el 16.8 % del rendimiento de materia seca, con lo que se aumentó el contenido de PC en 1.62 unidades y redujo los valores de FDA y FDN en 5 y 9 unidades, respectivamente (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

La mejor calidad de forraje se obtuvo en los unicultivos de soya y kenaf. En comparación a cultivos tradicionales la soya sobresalió por su alto contenido de PC (17.75 %) y sus menores valores de FDA (36.76 %) y FDN (42.75 %), mientras que el kenaf sobresalió por su contenido de PC (14.04 %). Sin embargo, los rendimientos de materia seca de kenaf y soya fueron inferiores entre 44 y 65 % respecto a los obtenidos por los cultivos tradicionales en unicultivo. Las asociaciones de sorgo nervadura café con kenaf y sorgo x sudan nervadura café con soya incrementaron respecto a los unicultivos tradicionales el contenido de PC entre 1.62 y 1.64 %, y redujeron los valores de FDN entre 5 y 10.9 %. En rendimiento de materia seca, las asociaciones fueron inferiores a los cultivos tradicionales en unicultivo entre 20 y 26 %.

BIBLIOGRAFÍA

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. *In*: Methods of Soil Analysis: Part 3. D.L. Sparks (ed). SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI. pp. 1085-1121.

Brown, C. 1999. Soybeans as forage crop. Ontario. Ministry of Agriculture and Food. Government of Ontario, Canada. 3 p.

Francois, L.E., T.J. Donovan, E.V. Mass. 1992. Yield, vegetative growth, and fiber length of kenaf grow on saline soil. Agron. J. 84:592-598.

Hintz, R.W., K.A. Albrecht, E.S. Oplinger. 1992. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. Agron. J. 84:795-798.

Kinsley, K.A., P. Daniel H., V. Carroll P., R. Michael P., A Deborah L. 1998. Increased yield and profitability in canola-soybean strip intercrops. Tektran. United States Department of Agriculture. Agriculture Research Service.

LeMahieu, P.J., E.S. Oplinger, 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 Services. 6 p.

Phillips W.A., F.T. McCollum, III, 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 S., D.G., J. Santamaría C., J.F.J. Chávez G., M. Rivera G., J.S. Carrillo A., J.A. Cueto W., A. Gaytán M. 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. pp. 498-502.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson, B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.

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.

PRODUCCIÓN DE KENAF EN RELACIÓN A MAÍZ Y SORGO X SUDAN NERVADURA CAFÉ EN UNICULTIVO Y EN ASOCIACIÓN[4]

David G. Reta Sánchez[1], Sarel Cruz C.[2], J. Santos Serrato C.[3], Jesús Santamaría C.[1], Juan F.J. Chávez G.[1], Arturo Palomo G.[2]

[1]Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Blvd. José Santos Valdez 1200. Col. Centro. 27440, Cd. Matamoros, Coahuila. Correo electrónico: reta.david@inifap.gob.mx*.
[2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Apartado potal No. 940. C.P. 27054. Torreón, Coahuila.
[3]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Domicilio Conocido, Ej. Venecia, Dgo. Apdo. Postal 1-142. Gómez, Palacio, Durango.
[4]Estudio 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. PIFSV Comarca Lagunera.

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera de México, la producción de leche de ganado bovino es la principal actividad agropecuaria, y demanda una gran cantidad de forraje de calidad. En la región, los sistemas de producción agropecuarios están basados en un número limitado de cultivos, lo cual provoca problemas de comercialización, incremento de plagas y enfermedades, reducción de rendimiento por condiciones ambientales adversas como altas temperaturas durante el verano y una creciente necesidad de subsidios. Debido a estos factores es importante buscar cultivos y sistemas de producción alternativos mejor adaptados a las condiciones ambientales manteniendo o incrementando la calidad del forraje.

El kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) por su requerimientos ambientales y características de la calidad de forraje es un cultivo alternativo que puede integrarse en los sistemas de producción de la Comarca Lagunera. Presenta tolerancia a la salinidad (Francois *et al*., 1992), buena capacidad de crecer en ambientes áridos con irrigación (Nielsen, 2004) y obtiene sus mayores rendimientos en regiones con altas temperaturas (LeMahieu *et al*., 2000). La principal característica del kenaf para su uso forrajero es su contenido de proteína cruda (15-32 %), lo cual sólo se puede aprovechar si se cosechan plantas inmaduras con alturas de 0.80 a 2.0 m (Phillips *et al*., 1999). Reta *et al*. (2004) encontraron que los mayores valores de proteína cruda en kenaf se obtuvieron en las cosechas realizadas a los 48 y 66 dds, con 18.6 y 15.77 %, respectivamente.

El maíz en la Comarca Lagunera es un importante cultivo forrajero debido a su alto rendimiento de materia seca y alto contenido energético, así como su alta eficiencia en el uso del agua. En el caso de sorgo, es también un cultivo importante, ya que con deficiencias de

agua moderadas o severas presenta una mayor eficiencia en el uso del agua que maíz (Muchow, 1989), y se obtiene una mayor calidad de forraje cuando se utilizan sorgos mutantes de nervadura café (bmr) que usualmente contienen menos lignina (Cherney *et al*., 1991).

La siembra de cultivos en asociación permite frecuentemente incrementar los rendimientos agronómicos de 5 a 15 % (Snaydon y Harris, 1981), además de otras ventajas de acuerdo con las especies involucradas como mayor estabilidad del rendimiento (Mead y Willey, 1980) y complementación de características agronómicas para mejorar la calidad nutricional de las cosechas (Kass, 1978). En este trabajo se estudió la interacción de kenaf con maíz y sorgo x sudan nervadura café en asociación en bandas de cuatro surcos por cultivo, con el objetivo de mejorar los rendimientos y la calidad de forraje producido durante el verano en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se hizo en el Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en Matamoros, Coahuila, México (25° 32' LN, 103° 14' LO y 1150 msnm), en un suelo de textura franco arcillosa. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron dos variedades de kenaf, 'Everglades 41' y 'Tainung 2'; un híbrido de maíz, '3025W' (Pioneer) y un híbrido de sorgo x sudan nervadura café 'Esmeralda Verde' (ABT).

Se determinó la respuesta de kenaf en asociación con maíz y sorgo x sudan nervadura café en bandas de cuatro surcos por cultivo. En los unicultivos la parcela experimental fue de 8 surcos con 0.50 m de separación y 10 m de longitud. En las asociaciones la parcela experimental fue de 16 surcos (0.50 m), con 8 surcos por especie. La parcela útil para los unicultivos fue de 6 surcos de 2 m de longitud (6 m^2); mientras que en asociación fue de 6 surcos de 2 m de longitud en cada cultivo (6 m^2).

La siembra fue en suelo húmedo, el 26 de julio de 2004. En maíz se utilizó una densidad de siembra de 110 mil semillas ha^{-1}; en kenaf y en sorgo x sudan nervadura café se sembraron 500 mil semillas ha^{-1}. Antes del rastreo en húmedo se fertilizó con 50 kg de N y 100 kg de P_2O_5 ha^{-1}, y posteriormente 112 kg de N ha^{-1} en cada una de los 3 riegos de auxilio. Se aplicaron 3 riegos de auxilio: a los 34, 53 y 78 d después de la siembra (dds), con láminas de 18 cm en el riego de presiembra y 12 cm en cada riego de auxilio. Durante el ciclo de crecimiento llovieron 118.4 mm. Para el control de plagas como gusano cogollero, diabrótica y mosquita blanca se realizaron dos aplicaciones de insecticida durante el ciclo de crecimiento de los cultivos.

La cosecha se realizó en todos los tratamientos a los 74 y 106 dds. En cada parcela se determinó el rendimiento de forraje fresco, rendimiento de materia seca, distribución de materia seca en los órganos de la parte aérea de las plantas y la calidad de forraje en términos de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). Para determinar el porcentaje de materia seca, distribución de materia seca y características de la calidad del forraje se tomaron, en cada parcela experimental muestras de 10 plantas de maíz y 20 plantas de kenaf y sorgo. Las plantas fueron secadas a 60 °C hasta alcanzar peso constante, y después molidas en un molino Wiley con una malla de 1 mm. Las muestras fueron analizadas para FDN, de acuerdo con el procedimiento de Van Soest *et al*. (1991) y Kjeldahl para N (Bremner, 1996). Se hicieron análisis de varianza para los datos de rendimiento de materia seca y características de la calidad de forraje ($P \leq 0.05$), y para comparar las medias se utilizó la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los rendimientos de materia seca de los tratamientos en evaluación y la aportación de rendimiento por especie en las asociaciones entre cultivos en dos edades (74 y 106 dds). En estas fechas de cosecha se aplicaron en todos los tratamientos dos y tres riegos de auxilio, respectivamente. A los 74 dds se obtuvieron rendimientos de materia seca en kenaf de 6034 a 6296 kg ha^{-1}, los cuales fueron significativamente inferiores a los rendimientos producidos por maíz (11787 kg ha^{-1}) y sorgo x sudan nervadura café (13408 kg ha^{-1}) en unicultivo. En la asociación kenaf + sorgo x sudan nervadura café, el rendimiento de materia seca se redujo respecto a sorgo en unicultivo en 22.2 %, con una aportación del kenaf de 32.2 % al total de rendimiento de materia seca. En la asociación kenaf + maíz, el rendimiento de materia seca fue inferior en 26.1 % respecto a maíz en unicultivo. También a los 106 dds, el nivel de rendimiento del kenaf (9212 a 10869 kg ha^{-1}) fue significativamente menor que los rendimientos obtenidos por maíz y sorgo x sudan nervadura café en unicultivo y en la asociaciones de kenaf con maíz y sorgo.

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca de dos variedades de kenaf en comparación a maíz y sorgo x sudan nervadura café, y la asociación de kenaf con ambos cultivos en dos edades en d después de la siembra (dds). Verano de 2004. Matamoros, Coahuila, México.

Tratamientos	74 dds		106 dds	
	Kg ha^{-1}	Aportación del kenaf (%)	Kg ha^{-1}	Aportación del kenaf (%)
1. Kenaf Everglades (KE)	6296 d	-	9212 d	-
2. Kenaf Tainung (KT)	6034 d	-	10869 c	-
3. Maíz (MZ)	11787 ab	-	16380 a	-
4. Sorgo x sudan nervadura café (SSNC)	13408 a	-	14811 b	-
5. KT + SSNC	10428 bc	32.2	11986 c	26.1
6. KT + MZ	8708 c	36.1	11357 c	31.0

† Medias seguidas con la misma letra en cada columna, no son significativamente diferentes (Duncan, 0.05). ‡ KE = Kenaf Everaglades 41; KT = kenaf Tainung 2; SSNC = sorgo x sudan nervadura café; KT + SSNC = Kenaf Tainung 2 + sorgo x sudan nervadura café; KT + MZ = Kenaf Tainung 2 + maíz.

La calidad del forraje de kenaf producido a los 74 dds fue superior a los cultivos de sorgo x sudan nervadura café y maíz en unicultivo, en términos de PC y FDN. En FDA, el valor de kenaf fue mayor que el de maíz e igual estadísticamente a sorgo. Esto sugiere que el forraje de kenaf presentó una menor proporción de fibra potencialmente digestible que el de maíz. En la asociación de kenaf + maíz, la aportación de materia seca del kenaf (36.1 %), no afectó los valores de FDA y FDN, y sólo incrementó significativamente en 1.5 % el contenido de PC respecto a maíz unicultivo. En el caso de la asociación kenaf + sorgo x sudan nervadura café, la aportación de materia seca del kenaf (32.2 %) incrementó en forma significativa el contenido de PC (1.7 %) y redujo el valor de FDN en 6.8 unidades porcentuales (Cuadro 2).

En la cosecha realizada a los 106 dds, el contenido de PC en kenaf se redujo a 9.8 %, sin embargo fue superior al obtenido por maíz y sorgo x sudan nervadura café en unicultivo y en asociación. El contenido de FDA y FDN en kenaf se mantuvo en valores similares a los obtenidos a los 74 dds, con valores de FDN inferiores a maíz y sorgo, mientras que en FDA, su contenido fue igual a sorgo y superior a maíz. En las asociaciones de kenaf con sorgo x sudan

nervadura café y maíz, la aportación de materia seca del kenaf con 26.1 y 31.0 %, respectivamente, incrementó en forma significativa el contenido de PC respecto a los unicultivos de maíz y sorgo; mientras que en contenido de fibra, sólo en kenaf + maíz se redujo el contenido de FDN respecto a maíz en unicultivo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Calidad de forraje de cinco cultivos forrajeros establecidos en unicultivo y en asociación en dos edades en d después de la siembra (dds). Verano de 2004. Matamoros, Coahuila, México.

Tratamientos	74 dds			106 dds		
	PC ¶	FDA	FDN	PC	FDA	FDN
	%					
1. Kenaf Everglades (KE)	13.5 a	46.6 ab	56.9 b	9.9 a	47.2 a	58.7 cd
2. Kenaf Tainung (KT)	14.0 a	47.5 a	59.5 b	9.8 a	42.4 ab	54.2 d
3. Maíz (MZ)	7.7 c	40.4 c	68.8 a	7.0 c	25.4 c	84.7 a
4. Sorgo x sudan nervadura café (SSNC)	7.3 c	46.7 ab	67.9 a	7.5 c	45.6 a	64.6 bc
5. KT + SSNC	9.0 b	45.5 abc	61.1 b	8.4 b	43.0 ab	69.5 b
6. KT + MZ	9.2 b	41.2 bc	70.2 a	8.9 b	34.7 b	62.1 bcd

† Medias seguidas con la misma letra en cada columna, no son significativamente diferentes (Duncan, 0.05). ‡ KE = Kenaf Everaglades 41; KT = Kenaf Tainung 2; SSNC = sorgo x sudan nervadura café; KT + SSNC = Kenaf Tainung 2 + sorgo x sudan nervadura café; KT + MZ = Kenaf Tainung 2 + maíz. ¶ PC = Proteína cruda; FDA = Fibra detergente ácido; FDN = Fibra detergente neutro.

CONCLUSIONES

El kenaf produjo forraje con mayor calidad que maíz y sorgo x sudan nervadura café en proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN). Sin embargo su mayor valor de fibra detergente ácido (FDA) respecto a maíz sugiere que presenta una menor proporción de fibra potencialmente digestible. En las dos edades de cosecha (74 y 106 dds) el rendimiento de materia seca de kenaf fue significativamente inferior a maíz (46.6-53.6 %) y sorgo (22.6-53.0 %). En las asociaciones de kenaf con cultivos tradicionales el rendimiento de materia seca

fue inferior a los cultivos de maíz y sorgo entre 22.2 y 26.1 %. En la primera cosecha (74 dds), sólo en la asociación kenaf + sorgo x sudan nervadura café la aportación de materia seca del kenaf (32.2 %) incrementó respeto a sorgo unicultivo el contenido de PC (1.7 %) y redujo el valor de FDN en 6.8 unidades porcentuales. En la segunda cosecha (106 dds), en las asociaciones de kenaf con sorgo y maíz, las aportaciones de materia seca de kenaf de 26.1 y 31 %, respectivamente, incrementaron significativamente el contenido de PC respecto a unicultivos de maíz y sorgo; mientras que en contenido de fibras, sólo en kenaf + maíz se redujo el valor de FDN respecto a a maíz unicultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. *In*: Methods of Soil Analysis: Part 3. D.L. Sparks (ed). SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI. pp. 1085-1121.

Cherney, J.H., D.J.R. Cherney, D.E. Akin, J.D. Axtell. (1991). Potential of brown-midrib, low lignin mutants for improving forage quality. Adv. Agron. 46:157-198.

Francois, L.E., T.J. Donovan, E.V. Mass. 1992. Yield, vegetative growth, and fiber length of kenaf grow on saline soil. Agron. J. 84:592-598.

Kass, D.C.L. 1978. Polyculture Cropping Systems: Review and Analysis. Cornell International Agriculture Bulletin 32. Cornell University. New York State College of Agriculture and Life Sciences, Ithaca NY. 68 p.

LeMahieu, P.J., E.S. Oplinger, 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 Services. 6 p.

Mead, R., R.W. Willey. 1980. The concept of a "land equivalent ratio" and advantages in yields from intercropping. Exp. Agric. 16:217-228.

Muchow, R.C. 1989. Comparative productivity of maize, sorghum and pearl millet in a semi-arid tropical environment. II. Effect of water deficits. Field Crops Res. 20:207-219.

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, 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 S., D.G., J. Santamaría C., J.F.J. Chávez G., M. Rivera G., J.S. Carrillo A., J.A. Cueto W., A. Gaytán M. 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. pp. 498-502.

Snaydon, R.W., P.M. Harris. 1981. Interactions below ground – The use of nutrients and water. In: Proc. International Workshop on intercropping. R. Willey (ed). ICRISAT, Patancheru India. pp:188-201.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson, B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.

EFECTO DE LA COMPETENCIA ENTRE CULTIVOS EN LA ASOCIACIÓN EN BANDAS ENTRE SOYA, KENAF Y CULTIVOS FORRAJEROS TRADICIONALES

David G. Reta Sánchez[1], A.R. Montaño F.[2], Jesús Santamaría C.[1], J. Francisco J. Chávez G.[1], Arturo Palomo G.[2]

[1]Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Blvd.. José Santos Valdez 1200. Col. Centro. 27440, Cd. Matamoros, Coahuila. Correo electrónico: reta.david@inifap.gob.mx*.
[2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Apartado Postal No. 940. C.P. 27054. Torreón, Coahuila.
[3]Estudio 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., PIFSV Comarca Lagunera

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera de México es importante identificar cultivos y sistemas de producción alternativos que permitan incrementar la eficiencia en la producción de forraje. La siembra de cultivos en asociación es uno de los sistemas de producción que permite el uso de los recursos naturales con mayor eficiencia, lo cual se refleja en una mayor sustentabilidad y rentabilidad en la producción de forrajes.

La asociación de cultivos es el establecimiento simultáneo de dos o más cultivos en el mismo sitio del terreno. En todos los estudios de cultivos asociados se asume que existen ventajas respecto a la siembra en unicultivo, lo cual frecuentemente se refleja en un mayor y más estable rendimiento (Ofori y Stern, 1987). Asimismo se presentan una serie de beneficios como un mejor control de plagas (Trenbath, 1993), mayor eficiencia de uso de los recursos (Keating y Carberry, 1993), menor infestación de maleza (Midmore, 1993), menor lixiviación de nitratos (Hauggaard-Nielsen *et al*., 2001) y un mejoramiento de la calidad del producto (Anil *et al*., 1998). En la asociación de especies leguminosas con no leguminosas, la ganancia más importante es la oportunidad de uso de nitrógeno complementario (Jensen, 1996). De hecho existe evidencia que las leguminosas asociadas con cereales pueden beneficiar a estos en la misma estación de crecimiento a través de la excreción de nitrógeno (Eaglesham *et al*., 1981) y descomposición de nódulos (Saito, 1982).

La mayor eficiencia en el uso de los recursos en una asociación de cultivos respecto a unicultivos puede explicarse por el hecho que los cultivos en asociación no compiten exactamente por los mismos recursos, y por lo tanto se establece una relación en la que las especies se complementan (Snaydon y Satorre, 1989). Este comportamiento reduce la competencia entre cultivos y se sugiere que es la principal razón para el incremento en el rendimiento en las asociaciones de cultivos.

Existen diferentes tipos de asociaciones, de acuerdo al arreglo de plantas. Una de ellas es el establecimiento de los cultivos en diferentes franjas de surcos, lo cual se adapta mejor al trabajo intensivo con maquinaria y disminuye la competencia entre cultivos. (Andrews y Kassan, 1976). En este sistema existe interacción entre los cultivos establecidos, especialmente si tienen diferentes altura de planta, como la asociación entre maíz y soya. En este caso, el maíz con mayor altura resulta beneficiado con una mayor y mejor distribución de la energía solar en las hojas de los surcos orilleros, lo cual resulta en un mayor rendimiento en estos surcos (Sullivan, 2003).

En el presente trabajo se estudió el efecto de la competencia entre cultivos en la asociación en bandas sobre el rendimiento y distribución de materia seca de cultivos alternativos como kenaf y soya con los cultivos tradicionales maíz y sorgo x sudan nervadura café. El objetivo fue incrementar la calidad del forraje, aprovechando las características del alto contenido de proteína cruda del kenaf (Phillips *et al*., 1999) y alta calidad de forraje de soya (Brown, 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se hizo en el Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en Matamoros, Coahuila, México (25° 32' LN, 103° 14' LO y 1150 msnm), en un suelo de textura franco arcillosa. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó la variedad de kenaf, 'Tainung 2'; un híbrido de maíz, '3025W' (Pioneer), un híbrido de sorgo nervadura café, 'Silo Master Bar 100' (ABT), un híbrido de sorgo x sudan nervadura café 'Esmeralda Verde' (ABT) y una variedad de soya, 'Huasteca 200'.

Se determinó la respuesta de las asociaciones de kenaf y soya con maíz y sorgo x sudan nervadura café y kenaf con sorgo nervadura café en bandas de cuatro surcos por cultivo. También se estudió la respuesta de la asociación de maíz con sorgo nervadura café en surcos alternos. En los unicultivos la parcela experimental fue de 8 surcos con 0.50 m de separación y 10 m de longitud. En las asociaciones la parcela experimental fue de 16 surcos (0.50 m), con 8 surcos por especie. La parcela útil para los unicultivos fue de 6 surcos de 2 m de longitud (6 m^2); mientras que en asociación fue de 6 surcos de 2 m de longitud en cada cultivo (6 m^2).

La siembra fue en suelo húmedo, el 26 de julio de 2004. En maíz se utilizó una densidad de siembra de 110 mil semillas por hectárea; en kenaf, sorgo x sudan nervadura café y sorgo nervadura café se sembraron 500 mil semillas por hectárea. Antes del rastreo en húmedo se fertilizó con 50 kg de N y 100 kg de P_2O_5 ha^{-1}, y posteriormente 112 kg de N ha^{-1} en

cada una de los 3 riegos de auxilio. Se aplicaron 3 riegos de auxilio: a los 34, 53 y 78 d después de la siembra (dds), con láminas de 18 cm en el riego de presiembra y 12 cm en cada riego de auxilio. Durante el ciclo de crecimiento llovieron 118.4 mm. Para el control de plagas como gusano cogollero, diabrótica y mosquita blanca se realizaron dos aplicaciones de insecticida durante el ciclo de crecimiento de los cultivos.

La cosecha se realizó en todos los tratamientos a los 74 y 106 dds. En cada parcela se determinó el rendimiento de forraje fresco, rendimiento de materia seca y distribución de materia seca en los órganos de la parte aérea de las plantas. Para determinar el porcentaje de materia seca y distribución de materia seca se tomaron, en cada parcela experimental muestras de 10 plantas de maíz y 20 plantas de kenaf, sorgo nervadura café y sorgo x sudan nervadura café. Las plantas fueron secadas a 60 °C hasta alcanzar peso constante. Se hicieron análisis de varianza para los datos de rendimiento de materia seca y distribución de materia seca ($P \leq 0.05$), y para comparar las medias se utilizaron contrastes ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 1 y 2 se muestran los efectos de la competencia entre cultivos en las asociaciones evaluadas sobre el rendimiento y acumulación de materia seca en los órganos del vástago de los cultivos en dos edades. En este análisis se obtuvo el rendimiento de materia seca por cultivo, considerando sólo la superficie ocupada por cada cultivo en la asociación para realizar la comparación con el rendimiento del mismo cultivo sembrado solo.

La siembra de cultivos asociados en bandas de cuatro surcos presentó resultados variables en cuanto al efecto de la competencia entre plantas, de acuerdo con las características de los cultivos asociados en la cosecha realizada a los 74 dds (Cuadro 1). Cuando se asociaron cultivos con diferencias significativas en altura de planta como soya y sorgo x sudan nervadura café, soya y kenaf, y sorgo nervadura café con kenaf, los rendimientos de los cultivos más altos fueron mayores (9.9 a 23.1 %) que los mismos cultivos establecidos solos, debido a una menor competencia entre plantas en los surcos orilleros de cada banda.

Este efecto en cultivos asociados en bandas es también indicado por Sullivan (2003) en asociaciones entre maíz y soya y granos pequeños (trigo y avena), en los cuales el maíz como cultivo más alto resulta beneficiado con una mayor y mejor distribución de la energía solar en las hojas de los surcos orilleros, lo cual tiene como resultado un mayor rendimiento en estos surcos. Por su parte, en los cultivos con menor altura, el rendimiento de materia seca se redujo entre 19.4 y 28.7 % en soya en asociación con sorgo x sudan nervadura café y kenaf, mientras que en kenaf asociado con sorgo nervadura café la reducción de rendimiento fue de 10.8 %.

En los cultivos asociados que presentaron ventajas por una menor competencia entre plantas en surcos orilleros, esta se reflejó principalmente en una mayor acumulación de materia seca en el tallo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento y distribución de materia seca en los órganos del vástago en la cosecha realizada a los 74 dds. Verano de 2004. Matamoros, Coahuila, México.

Tratamientos	Rendimiento de materia seca	Tallo	Hoja	Órganos reproductivos
	(kg ha^{-1})		g m^{-2}	
Kenaf Tainung (Kft)†	6034 ‡	412	176	8
Kft-Soy	7075 **	522	238 **	21 **
Kft-Snc	5379	350 **	156	14
Soya (Soy)	4670	169	314	0
Soy-Sud	3329 **	115 **	220	0
Soy-Kft	3764 **	150 *	278*	0
Sorgo nervadura café (snc)	10839	520	484	84
Snc-Kft	11914 **	533 **	556	162
Sorgo x sudan nervadura café (Sud)	13408	624	427	389
Sud-Soy	16511 **	754 **	452	388

† Kft-Soy = kenaf Tainung en asociación con soya; Kft-Snc = kenaf Tainung en asociación con sorgo nervadura café; Soy-Sud = soya en asociación con sorgo x sudan nervadura café; soy-kft = soya en asociación con kenaf Tainung; Snc-Kft = sorgo nervadura café en asociación con kenaf Tainung; Sud-Soy = sorgo x sudan nervadura café en asociación con soya. ‡ En cada columna dentro de cada cultivo, las medias se compararon mediante el uso de contrastes.

En la cosecha 2 (106 dds), la respuesta de cultivos asociados en bandas a la competencia entre plantas también fue variable, de acuerdo a las características de los cultivos (Cuadro 2). Las ventajas en rendimiento de cultivos asociados respecto a los mismos cultivos sembrados solos, únicamente se observaron en sorgo x sudan nervadura café (31.4 %) asociado con soya y en sorgo nervadura café (66.8 %) en asociación en surcos alternos con maíz. Aunque en este caso la diferencia en rendimiento se relacionó en gran parte por un mayor y más temprano problema de acame en sorgo nervadura café en unicultivo. En la asociación de maíz con soya, cuando se compararon ambas especies con los cultivos establecidos solos, se encontró que la competencia entre plantas no afectó significativamente el

rendimiento de materia seca. Sin embargo, cuando la soya se asoció con sorgo x sudan nervadura café y kenaf, el rendimiento se redujo por efecto de la competencia en 17.0 y 38.4 %, respectivamente. En la asociación de maíz con sorgo nervadura café en surcos alternos, el rendimiento de materia seca se redujo en maíz en 13 %. En general, el efecto de la competencia en esta cosecha se reflejó sobre todos los órganos del vástago de cada cultivo en asociación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento y distribución de materia seca en los órganos del vástago en la cosecha realizada a los 106 dds. Verano de 2004. Matamoros, Coahuila, México.

Tratamientos	Rendimiento de materia seca	Tallo	Hoja	Órganos reproductivos
	(kg ha^{-1})		g m^{-2}	
Kenaf Tainung (Kft)†	10869	668	232	108
Kft-Soy	9261 **	739 **	104 **	96 **
Soya (Soy)	5654	169	310	84
Soy-Sud	4690 **	152 **	234 **	45 **
Soy-Kft	3485 **	104 *	156 *	39 **
Soy-Mz	5545	125 **	214 **	53 **
Sorgo nervadura café (Snc)	8830	423	396	129
Snc-Mz	14733 **	721 **	568 **	295 *
Sorgo x sudan nervadura café (Sud)	14811	737	427	453
Sud-Soy	19470 *	885 *	523 *	635 **
Maíz (Mz)	16380	288	428	1084
Mz-Soy	19812	276 **	376 **	1148
Mz-Snc	14233 **	246	300 **	899 **

† Kft-Soy = kenaf Tainung en asociación con soya; Soy-Sud = soya en asociación con sorgo x sudan nervadura café; Soy-Kft = soya en asociación con Tainung; Soy-Mz = soya en asociación con maíz; Snc-Kft = sorgo nervadura café en asociación con kenaf Tainung; Sud-Soy = sorgo x sudan nervadura café en asociación con soya; Mz-Soy = maíz en asociación con soya; Mz-Snc = maíz en asociación con sorgo nervadura café. ‡ En cada columna dentro de cada cultivo, las medias se compararon mediante el uso de contrastes.

CONCLUSIONES

Cuando se asociaron cultivos en bandas de cuatro surcos con diferencias en altura de planta como soya y sorgo x sudan nervadura café, soya y kenaf, sorgo nervadura café con kenaf, los rendimientos de materia seca (MS) de los cultivos más altos fueron mayores o iguales que los mismos cultivos establecidos solos, debido a una menor competencia entre plantas de los surcos orilleros de cada banda. Este efecto de compensación ocurrió principalmente en la primera cosecha (74 dds) (9.9 a 23.1 %), mientras que en la segunda cosecha (106 dds) sólo se presentó en la asociación sorgo x sudan nervadura café (31.4 %) asociado con soya. En los cultivos con menor altura, la competencia entre cultivos redujo el rendimiento de MS entre 19.4 y 28.7 % en soya asociada con sorgo x sudan nervadura café y kenaf, mientras que en kenaf asociado con sorgo nervadura café la reducción fue de 10.8 %. En la segunda cosecha, cuando la soya se asoció con sorgo x sudan nervadura café y kenaf, la competencia disminuyó su rendimiento de MS en 17.0 y 38.4 %, respectivamente. En la asociación de maíz con sorgo nervadura café en surcos alternos, el rendimiento de MS en maíz se redujo en 13.0 %.

BIBLIOGRAFÍA

Andrews, D.J., A.H. Kassan. 1976. Importance of multiple cropping in increasing world food supplies. *In*: R.I. Papendick, A. Sanchez, G.B Tiplett (Eds). Multiple cropping. American Society of Agronomy Spec. Pub. 27. pp 1-10

Anil L., R.H.P. Park, F.A. Miller. 1998. Temperate intercropping of cereals for forage : a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. Grass Forage Science. 53:301-317.

Brown, C. 1999. Soybeans as forage crop. Ontario. Ministry of Agriculture and Food. Government of Ontario, Canada. 3 p.

Eaglesham, A.R. J., A. Ayanaba, V.R. Rao, D.L. Eskew. 1981. Improving the nitrogen nutrition of maize by intercropping with cowpea. Soil Biology and Biochemistry. 13:169-171.

Jensen, E.S. 1996. Grain yield, symbiotic N_2 fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. Plant and Soil. 182:25-38.

Hauggaard-Nielsen, H., P. Ambus, E.S. Jensen. 2001. Temporal and spatial distribution of roots and competition for nitrogen in pea-barley intercrops – a field study employing P-32 technique. Plant and Soil. 236:63-74.

Keating, B.A., P.S. Carberry. 1993. Resource capture and use in intercropping – solar-radiation. Field Crops Research. 34:273-301.

Midmore, D.J. 1993. Agronomic modification of resource use and intercrop productivity. Field Crops Research. 34:357-380.

Ofori F., W.R. Stern. 1987. Cereal-legume intercropping systems. Advances in Agronomy. 41:41-90.

Phillips, W.A., F.T. McCollum, III, 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.

Saito, S.M.T. 1982. The nitrogen relationships of maize/bean associations. *In*: P.H. Graham, S.C. Harris (ed). Biological nitrogen fixation. Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp:631-639.

Snaydon, R.W., E.H. Satorre. 1989. Bivariate diagrams for plant competition data: modifications and interpretation. J. Appl. Ecol. 26:1043-1057.

Sullivan, P. 2003. Kenaf production. Current topic. Appropriate technology transfer for rural areas (ATTRA). Fayetteville, AR. 4 p.

Trenbath, B.R. 1993. Intercropping for the management of pests and diseases. Field Crops Research. 34:381-405.

BRÓCOLI DE TRASPLANTE BAJO ACOLCHADO PLÁSTICO Y NIVELES DE RIEGO POR CINTILLA

Segundo Felipe Mendoza Moreno, Marco Antonio Inzunza Ibarra, Ernesto Alonso Catalán Valencia, Ma. Magdalena Villa Castorena, Abel Román López y José Luís Pérez González

CENID - RASPA INIFAP. Km 6+500 margen derecha canal sacramento, Gómez Palacio, Dgo., México.
Tel y Fax. (871)719-1076. E-mail: mendoza.segundo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México existen actualmente 6.2 millones de hectáreas bajo riego que representan solo el 27.9 por ciento de la superficie agrícola total (Sánchez 2004); En los últimos años, los volúmenes de agua captados por el vaso de la presa Lázaro Cárdenas han mostrado importantes reducciones. Por ejemplo, en los últimos cuatro ciclos agrícolas, el volumen extraído y la superficie irrigada se redujeron en 58.8 y 70.9 % en promedio, respectivamente (SAGARPA, 2002). Asimismo, la sobreexplotación del agua subterránea produjo un abatimiento del nivel estático del acuífero subterráneo de 1.5 m por año en promedio durante el período de 1960-1997 (Brouste *et al*., 1997). En este sentido, han adquirido importancia cultivos más remunerativos como el brócoli, que de acuerdo a estadísticas de la SAGARPA (2006), se reportan superficies cosechadas de 13,042 ha a nivel nacional, con un rendimiento medio de 13.04 t ha^{-1}. Trabajos de investigación como el de Villalobos *et al*. (2005), demuestran que con tecnología de riego se incrementan los rendimientos hasta 31.7 t ha^{-1} al utilizar acolchado plástico bicolor con blanco arriba y negro abajo, consumir 35.8 cm de agua y al aplicar el riego a 28 KPa de tensión de humedad del suelo. Estas experiencias permiten deducir que el brócoli con prácticas de manejo como el uso de acolchado plástico y riego más tecnificado, mejore significativamente su sistema productivo y sea una fuerte alternativa como cultivo de introducción en la región por sus bajos requerimientos de agua y alta rentabilidad económica.

Por esta razón, se planeó este estudio con los objetivos de evaluar la respuesta del cultivo tanto en rendimiento como en eficiencia de uso de agua al acolchado plástico, dos niveles de colocación de la cintilla y a dos niveles de aplicación del riego por goteo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en terrenos del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones-Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. Los factores en estudio fueron el riego por goteo con dos niveles de aplicación en base a la evapotranspiración máxima (ETm) estimada de acuerdo a la metodología de Hargreaves y Samani (1985), dos niveles de colocación de la cintilla y el acolchado plástico con tres niveles: color negro, verde y sin acolchar. En el Cuadro 1 se

muestran los tratamientos bajo estudio. El diseño de tratamientos utilizado consistió de un factorial 3x2x2 para un total de 12 tratamientos y tres repeticiones en un diseño experimental completamente al azar. La unidad experimental consistió de tres líneas regantes de 8 m de longitud y 1.5 m de separación. La parcela útil incluyó la línea regante central con dos hileras de plantas. Se utilizó el riego por goteo en la modalidad de cintilla tipo T-TAPE con espesor de pared de 0.38 mm y un gasto de 2.20 L h^{-1} por metro lineal de cintilla a una presión de operación de 41.37 KPa. Después de instalar el sistema de riego se colocó 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 para posteriormente establecer el cultivo. Se instaló un almácigo para la producción de plántulas 40 días antes de la fecha del trasplante. La fecha del trasplante fue el 23 de noviembre con una densidad de 40 mil plantas ha^{-1} utilizando el Híbrido Maratón.

Cuadro 1. Tratamientos ensayados en el campo experimental del CENID RASPA INIFAP.

Tratamiento	Tipo de acolchado	Nivel de riego	Cintilla
1	Plástico negro	75% ETm	Superficial
2	Plästico negro	75% ETm	enterrada
3	Plástico negro	90% ETm	Superficial
4	Plástico negro	90% ETm	enterrada
5	Plástico verde	75% ETm	superficial
6	Plástico verde	75% ETm	enterrada
7	Plástico verde	90% ETm	superficial
8	Plástico verde	90% ETm	enterrada
9	Sin acolchado	75% ETm	Superficial
10	Sin acolchado	75% ETm	Enterrada
11	Sin acolchado	90% ETm	superficial
12	Sin acolchado	90% ETm	enterrada

ETm = Evapotranspiración máxima

Para la fertilización se utilizó la fórmula recomendada para el brócoli (230-100-00) aplicada en 12 fracciones a través del ciclo del cultivo en solución disuelta en el agua de riego.

Se utilizó urea y sulfato de amonio como fuentes de nitrógeno y la fórmula (5-30-00) como fuente de fósforo. Plagas no se presentaron debido a bajas temperaturas que ocurren en

invierno. Como variables respuestas se cuantificarón la producción en verde (t ha^{-1}) y la eficiencia de uso del agua (kg m^{-3}).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción y productividad del agua en brócoli se presentan en el Cuadro 2, corresponden a seis cortes realizados del 10 de febrero al 15 de marzo del 2006. La tendencia general en la producción de brócoli fue de incrementar en 83.5 y 72.8% en los acolchados negro y verde respecto a sin acolchar. Con respecto a la eficiencia de uso del agua, los incrementos fueron de 113 y 69.1% en los acolchados negro y verde con respecto a sin acolchar y el acolchado negro presentó un incremento de25.9% con respecto al acolchado verde. El análisis de varianza para la producción de brócoli se muestra en el Cuadro 3. De acuerdo a los resultados de este análisis, los factores acolchado plástico, niveles de riego y la interacción acolchado-colocación de la cintilla presentaron diferencias altamente significativas.

Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas para las otras interacciones de los factores bajo estudio.

El análisis de comparación de medias para el acolchado se muestra en el Cuadro 4. Los resultados indican que los acolchados plástico negro y verde presentaron los más altos valores de producción de brócoli respecto a sin acolchar, sin embargo, fueron significativamente iguales entre ellos y diferentes a los sin acolchar para una probabilidad del 95 por ciento. Igualmente el análisis de Tukey de comparación de medias, para el factor nivel de riego, mostró que al regar con el 90% de la evapotranspiración máxima se obtuvo el mayor rendimiento de brócoli, el cual fue estadísticamente diferente al otro nivel estudiado (Cuadro 5).

El análisis de varianza para la productividad del agua del brócoli se muestra en el Cuadro 6. De acuerdo a los resultados de este análisis, el factor acolchado plástico y la interacción acolchado-colocación de la cintilla presentaron diferencias altamente significativas.

El factor niveles de riego y las otras interacciones de los factores estudiados resultaron ser no significativos. El análisis de comparación de medias para el factor tipo de acolchado se muestra en el Cuadro 7. Los resultados indican que usando acolchado plástico se obtuvieron los más altos valores de eficiencia de uso del agua por el cultivo de brócoli. Esto significó que el acolchado plástico fue significativamente diferente a los sin acolchar para una probabilidad del 95 por ciento.

Cuadro 2. Producción y eficiencia de uso del agua en brócoli en los tratamientos estudiados.

Tratamiento	T ha^{-1}			(kg m^{-3})			Lámina de riego (cm)
	I	II	III	I	II	III	
1	18.10	16.12	17.85	7.24	6.45	7.14	25.0
2	12.35	8.56	16.99	4.94	3.42	6.80	25.0
3	19.10	17.96	17.83	6.45	6.07	6.02	29.6
4	14.54	20.06	16.25	4.91	6.78	5.49	29.6
5	14.35	11.75	12.8	5.74	4.70	5.12	25.0
6	17.52	15.36	14.08	7.01	6.14	5.63	25.0
7	16.02	12.33	18.10	5.41	4.16	6.11	29.6
8	19.60	14.27	18.08	6.62	4.82	6.11	29.6
9	7.94	7.24	6.53	3.17	2.90	2.61	25
10	6.09	7.47	8.47	2.44	2.99	3.39	25
11	8.26	7.97	13.74	2.79	2.69	4.64	29.6
12	8.45	14.27	10.17	2.85	4.82	3.44	29.6

Cuadro 3. Análisis de varianza para producción de Brócoli (t ha^{-1}).

FV	GL	SC	CM	F	p>F
Acolchado (A)	2	391.743	195.871	33.72	<0.0001
Nivel de riego (NR)	1	62.489	62.489	10.76	0.0032
Colocación Cintilla (CC)	1	0.055	0.055	0.01	0.9231
A*NR	2	1.804	0.902	0.16	0.8570
A*CC	2	43.776	21.888	3.77	0.0377
NR*CC	1	2.873	2.873	0.49	0.4887
A*NR*CC	2	6.787	3.393	0.58	0.5653
Error	24	139.415	5.808		
Total	35	648.942			

CV = 17.8%

Cuadro 4. Comparación de medias para el factor tipo de acolchado (A) y rendimiento

Tipo Acolchado	t ha^{-1}	Tukey (0.05)
Negro	16.30	a
Verde	15.35	a
Sin Acolchar	8.88	b

Cuadro 5. Comparación de medias para producción de Brócoli y el factor niveles de riego (NR)

Nivel Riego	t ha^{-1}	Tukey (0.05)
90% ETm	14.83	a
75% ETm	12.19	b

También este análisis mostró que los dos colores de acolchado plástico tuvieron diferencias estadísticas para productividad del agua en brócoli, fueron estadísticamente diferentes entre ellos y mas altos con respecto a sin acolchar.

Cuadro 6. Análisis de varianza para eficiencia de uso del agua del Brócoli (kg m^{-3})

FV	GL	SC	CM	F	p>F
Acolchado (A)	2	53.772	26.886	35.28	<0.0001
Nivel de riego (NR)	1	0.153	0.453	0.20	0.6577
Colocación Cint. (CC)	1	0.019	0.019	0.03	0.8754
A*NR	2	1.109	0.553	0.73	0.4941
A*CC	2	6.354	3.177	4.17	0.0279
NR*CC	1	0.403	0.403	0.53	0.4228
A*NR*CC	2	1.360	0.680	0.89	
Error	24	18.291	0.762		
Total	35	81.416			

C.V. = 17.65 %

Cuadro 7. Comparación de medias de eficiencia de uso de agua para el factor tipo de acolchado

Tipo Acolchado	kg m^{-3}	Tukey (0.05)
Negro	6.56	a
Verde	5.21	b
Sin Acolchar	3.08	C

CONCLUSIONES

Los tratamientos desarrollados bajo acolchado plástico negro y verde obtuvieron incrementos de producción y eficiencia de uso del agua de 83.5 y 113% con respecto a los establecidos sin acolchar. El acolchado negro presentó un incremento de productividad de 25.9% respecto al acolchado verde. Los más altos rendimientos de brócoli se obtuvieron cuando se aplicó la lámina de riego de 29.6 cm, que correspondió al 90% de la evapotranspiración máxima del cultivo y fue estadísticamente superior al rendimiento obtenido con el otro nivel de riego ensayado. Sin embargo, para la eficiencia de uso del agua las dos láminas de agua fueron estadísticamente iguales y por lo tanto al considerar la eficiencia del recurso agua de riego restringido para las zonas áridas, se opta por la lámina más pequeña. La producción de brócoli utilizando el acolchado plástico negro 16.3 t ha^{-1} representó un incremento de 25% con respecto a la media nacional de13.04 t ha^{-1}. El acolchado incrementa la temperatura del suelo y propicia mayor asimilación de nutrimentos, lo cual influye en el incremento de productividad del agua en los tratamientos acolchados respecto a sin acolchar.

BIBLIOGRAFÍA

Brouste L., C.H. Marlin, L. Dever, J.L. González. 1997. Hidroquímica y Geoquímica Isotópica del Manto Freático de la Comarca Lagunera (norte de México). 25 aniversario del CENID–RASPA, INIFAP. Gómez Palacio, Durango. México.

Hargreaves, G.H. y Z.A. Samani. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Engineering in Agriculture 1(2):96-99.

SAGARPA 2002. Delegación de la Región Lagunera Coahuila Durango. Anuario Estadístico De La Producción Agropecuaria. Cd. Lerdo, Dgo.

Sánchez C.I., F.C. Espinoza, M.M Villa, J.L. González, G. González, A. Estrada. 2004. Plan Indicativo de Investigación, Centra Nacional de Investigación en Relación Agua –Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP, SAGARPA. Gómez Palacio Dgo.

Villalobos R S., Castellanos J. Z., Tijerina CH. L. Crespo P. G. 2005. Efecto de la tensión de humedad en el suelo sobre rendimiento y calidad del brócoli con riego por goteo. Terra Latinoamericana. 23:321-328.

EVALUACIÓN DE UN MÉTODO DE DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* EN DIETAS DE BOVINOS EN LIBRE PASTOREO

Esperanza Herrera Torres[1], Manuel Murillo Ortiz[1], Osvaldo Reyes Estrada[1], Arturo S Juárez Reyes[1], Andrea Cerrillo Soto[1].

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.J.E.D. Carretera al Mezquital; Km. 11.5. Durango, Dgo. hetoes@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El valor nutritivo de los alimentos está determinado por la composición química la digestibilidad y el consumo. La digestibilidad es una medida de la disponibilidad de los nutrientes de un alimento, y se define como la cantidad de nutrientes que "aparentemente" fueron digeridos y que no aparecen en las heces (Minson, 1990). La determinación de la digestibilidad *in vivo* es el método de referencia en el que se utilizan animales y grandes cantidades de alimento (Galyean, 1997). No obstante, para resolver las dificultades que representa la determinación de la digestibilidad *in vivo* de los forrajes, se han propuesto métodos alternos como son los métodos "*in vitro*", *in situ* y enzimáticos (Telley and Ferry, 1963; Orskov *et al*., 1980; Aufrere *et al*., 1982). Estos métodos simulan los procesos de digestión que se llevan a cabo en el canal gastrointestinal de los rumiantes. Recientemente, se ha propuesto un nuevo método para determinar la digestibilidad "*in vitro"* utilizando el incubador Daisy^{II} (ANKOM Technology-11/00). Con estos antecedentes, el objetivo de este trabajo fue evaluar el método de determinación de la digestibilidad *in vitro* utilizando el incubador Daisy^{II} en muestras de forraje seleccionado por bovinos en libre pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El trabajo se desarrolló en el laboratorio especializado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, ubicado en el Km 11.5 de la carretera Durango-Mezquital.

Procedimiento

Enseguida se describe el equipo, material y la metodología empleada.

Equipo

Incubador Daisy

Sellador de bolsas

Probetas graduadas de 1 000 y 500 ml

Termos

Gasa para filtrar

Soluciones

Solución buffer A	g/l
KH_2PO_4	10
$MgSO_4.7H_2O$	0.5
NaCl	0.5
$CaCl_2.2H_2O$	0.1
Urea	0.5
Solución buffer B	
Na_2CO_3	15.0
$Na_2S.9H_2O$	1.0
Solución detergente Neutro	

Metodología

Pre-lavar las bolsas filtro con acetona durante 3 a 5 minutos y secar en estufa a 110°C durante dos horas. Pesar cada bolsa filtro (W_1).e introducir 0.25 g de muestra (W_2) dentro de la bolsa filtro. Pre-calentar (39°C) ambas soluciones (A y B) y en contenedores separados añadir aproximadamente 266 ml de la solución B a 1330 ml de la solución A (relación 1:5). La cantidad exacta de A y B podría ser ajustada para obtener un pH final de 6.8 a 39°C. Añadir 1600 ml de la mezcla de las soluciones A/B a cada jarra conteniendo las bolsas con muestra. Colocar las jarras de digestión con las muestras y la solución buffer dentro del incubador Daisy^{II} y activar los botones de calor y agitación. Permitir que la temperatura de las jarras de digestión se equilibren por al menos de veinte a treinta minutos.

Pre-calentar dos termos de 2 litros llenándolos con agua a 39°C y recolectar al menos 2000 ml de líquido ruminal y colocarlo en los termos. Incluir aproximadamente dos “puñados” de material fibroso del rumen. Vaciar el inoculo del rumen de los termos a una licuadora (precalentada a 39°C). Purgar la licuadora con CO_2 y licuar a alta velocidad por 30 segundos. Filtrar la digesta licuada a través de cuatro capas de gasa dentro de un vaso de 5 litros (pre-calentado a 39°C).

El vaso debe estar continuamente purgado con CO_2 y continuar durante la transferencia del inoculo. Medir 400 ml del inoculo ruminal y añadirlos a las jarras de digestión las cuales contienen las soluciones buffer y las muestras. Purgar la jarra de digestión con CO_2 durante 30 segundos y cerrar la tapa. Repetir el proceso para todas las jarras de digestión que van a ser

usadas. Incubar por 48 horas para determinar la digestibilidad verdadera *"in vitro*". El incubador Daisy^{II} mantendrá una temperatura de 39.5°C ± 0.5. Al completar la incubación, remover las jarras y vaciar el líquido. Lavar las bolsas cuidadosamente con agua fría hasta que el agua este clara. Colocar las bolsas lavadas dentro del analizador de fibras y seguir el procedimiento para la determinación de fibra detergente neutro. Registrar el peso después de la FDN *in vitro* como W_3

Cálculos:

$\%\ DMS_{como\ se\ recibe} = 100-((W_3-(W_1 \times C_1)) \times 1$

$\%DMS_{BS} = [100-\underline{((W_3-(W_1 \times C_1)) \times 100]}$

$(W_2 \times MS)$

Donde:

W_1 = Peso de la bolsa sola

W_2 = Peso de la muestra

W_3 = Peso final de la bolsa después de la determinación de FDN

C_1 = Corrección de la bolsa blanco (peso final de la bolsa después del secado/ Peso original de la bolsa)

MS= % de materia seca de la muestra.

Muestras utilizadas

Se utilizaron muestras de forraje seleccionado por ganado bovino en libre pastoreo que fueron obtenidas con cuatro novillos fistulados del esófago (320 kg PV). En cada corrida se utilizó como forraje estándar heno de alfalfa de digestibilidad *"in vivo*" conocida.

Inoculo

El líquido ruminal, se obtuvo de una vaquilla fistulada de rumen (450 kg PV), estabulada y alimentada con heno de alfalfa a libre acceso.

Análisis estadístico

Se realizaron dos ensayos de digestibilidad *"in vitro*" de la materia seca en los que se obtuvieron dos valores de digestibilidad por muestra. A los promedios de cada determinación de digestibilidad se les calculó la desviación estándar y su respectivo coeficiente de variación. En todos los análisis se utilizó el procedimiento MEANS de SAS (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A manera de referencia en el cuadro 1 se presentan los valores promedio de digestibilidad *"in vitro*" de la materia seca correspondientes al total de valores obtenidos en los dos ensayos que fueron evaluados.

Cuadro 1 Valores de digestibilidad "*in vitro*" (%) obtenidos en los ensayos.

Estación	Ensayo 1	Ensayo 2
Primavera	68.5	72.2
Primavera	62.7	74.7
verano	74.2	79.2
Verano	70.9	81.2
Otoño	60.3	68.2
Otoño	60.5	69.9
Invierno	44.9	55.9
invierno	49.4	54.8
Media	61.4	69.5
DE*	10.1	9.7
C.V.**	16.5	14.0

***Desviación estándar**

****Coeficiente de variación**

Enseguida se presentan, los resultados de los dos ensayos de determinación de la digestibilidad "*in vitro*" de la materia seca.

Ensayo 1.

En el cuadro 2 se presentan los valores de digestibilidad *"in vitro*" de la materia seca de muestras de forraje consumido por ganado bovino en libre pastoreo en cuatro estaciones del año obtenidos en el ensayo 1.

Cuadro 2. Digestibilidad "*in vitro*" de la materia seca (%).

Estación	Media	DE*	C.V.**
Primavera	65.6	4.0	6.1
Verano	72.6	2.4	3.2
Otoño	60.4	.13	.23
Invierno	47.2	3.1	6.6

***Desviación estándar**

****Coeficiente de variación**

Los coeficientes de variación obtenidos en los valores de digestibilidad correspondientes a la primavera y al invierno son superiores al rango establecido para las determinaciones de

digestibilidad "*in vitro*" de los forrajes el cual es de 4% (Galyean 1989). Las causas probables de estas variaciones probablemente se debieron a errores en el manejo del inóculo y en el control del pH de las soluciones buffer utilizadas. Sin embargo, los coeficientes de variación correspondientes a valores de digestibilidad obtenidos en el verano y el otoño se encuentran dentro de los rangos permitidos.

No se encontraron en la literatura científica valores de digestibilidad de la materia seca del forraje consumido por ganado bovino en libre pastoreo obtenidos por el método de digestibilidad utilizando el incubador Daisy. No obstante, los porcentajes de digestibilidad de la materia seca obtenidos por este método coinciden con los reportados por Chávez *et al.* (1986), quienes determinaron la digestibilidad de la materia seca del forraje consumido por bovinos en libre pastoreo en cuatro estaciones del año con el método de digestibilidad *"in vitro*" propuesto por Tilley y Terry (1963).

Ensayo 2

En el cuadro 3 se presentan los valores de digestibilidad *"in vitro*" de la materia seca de muestras de forraje consumido por ganado bovino en libre pastoreo en cuatro estaciones del año.

Cuadro 3. Digestibilidad "*in vitro*" de la materia seca (%).

Estación	Media	DE*	C.V**
Primavera	73.5	1.7	2.4
Verano	80.2	1.3	1.7
Otoño	69.0	1.2	1.8
Invierno	55.4	0.7	1.4

*Desviación estándar

**Coeficiente de variación

Los valores de digestibilidad *"in vitro"* de la materia seca obtenidos en este ensayo presentan coeficientes de variación que se encuentran dentro de los rangos establecidos para este tipo de determinaciones (4%) (Galyean 1989). De igual manera, los porcentajes de digestibilidad *"in vitro*" obtenidos por el método de Daisy coinciden con los reportados por Gutiérrez (1991), al analizar muestras del forraje consumido por bovinos en pastoreo en cuatro estaciones del año con el método propuesto por Tilley y Terry (1963).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se puede afirmar que el método Daisy se puede utilizar como método de rutina en la determinación de digestibilidad *"in*

vitro" del forraje consumido por rumiantes en pastoreo. No obstante, se requiere seguir evaluando este método en forrajes henificados, ensilajes y esquilmos agrícolas de uso común en la alimentación de los rumiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Aufrére, J. 1982. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. Ann. Zootech. 31:111.

Chávez, A., M. H. González y L. C. Fierro. 1981. Consumo voluntario de forraje en vacas gestantes durante la época de sequía. Pastizales 7: 3.

Galyean M. 1989. Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research. p 10-11.

Gutiérrez, J. 1991. Nutrición de Rumiantes en Libre Pastoreo. Libros de Texto Universitarios. UACH. p 92.

Minson , D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. San Diego (California). p 150.

Orskov, E. R., F. D. Hovell y F. Mould. 1980. The use of the nylon bag technique for evaluation of feedstuffs. Trop. Anim. Prod. 5:195.

SAS. 1998. SAS Institute Inc. Cary., N.C. USA, p 88.

Tilley J. M. A. and Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit Grassland. 18:104-11.

SELECCIONES DE NOGAL PECANERO DE CICLO CORTO: UNA ALTERNATIVA PARA AREAS CON ESCASEZ DE AGUA EN LA COMARCA LAGUNERA.

Ma. del Consuelo Medina Morales, Uriel Figueroa Viramontes

Campo Experimental La Laguna. CIRNOC. INIFAP. Matamoros, Coahuila. Apartado Postal 247. Torreón Coahuila. CP. 27000. e mail: medina.consuelo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera, el crecimiento del fruto se inicia el 21 de mayo y termina el 26 de septiembre, se divide en dos etapas: a) crecimiento del fruto del 21 de mayo al 30 de julio y b) el incremento en peso seco o desarrollo de la almendra, del 1º de agosto al 26 de septiembre, que comienza con el endurecimiento de la cáscara (Lagarda, 1978; Godoy y Reyes, 2004).

En la Comarca Lagunera se reportan 7,138 hectáreas de nogal pecanero, de las cuales 6,260 están en producción y 878 en desarrollo (Anónimo, 2006). De esta superficie de nogal, aproximadamente la tercera parte (2,000 hectáreas) están localizadas en San Pedro de las Colonias, Coahuila, una región donde la mayoría de los productores riegan por gravedad con agua de río, con el calendario de la presa para los riegos del algodonero. Al inicio les aplicaban a los nogales 5 riegos en: marzo. mayo, junio, julio y agosto, y con las lluvias de septiembre terminaban de llenar la nuez. Sin embargo, a partir de 1996 les eliminaron el riego de agosto, que es el más importante para el llenado de la nuez y desarrollo de la almendra y empezaron a aparecer enfermedades como la Pudrición texana de la raíz y la nuez vana (Gámez, 2006).

Aunque en San Pedro les falta agua para la etapa critica de desarrollo de la almendra, que es del 1º de agosto al 26 de septiembre, esta es una región donde se obtienen buenas producciones de nuez y con calidad, con las variedades Western y Wichita. Sin embargo se podría mejorar su producción y calidad de nuez si tuvieran variedades de nogal con un ciclo vegetativo más corto que el de las variedades tradicionales, con las siguientes ventajas: completar el llenado de la nuez con el ultimo riego en julio, (ahorro de 1 o 2 riegos) , cosecha más temprana; mayor eficiencia del recurso suelo , reducción del ataque de plagas como el barrenador del ruezno, reducción de costos de cultivo por control químico de plagas y oportunidad de tener un mejor precio al entrar al mercado mas temprano que las variedades Western y Wichita.

En evaluaciones anteriores de las selecciones de ciclo corto, localizadas en el Campo Experimental La Laguna, en Matamoros, Coahuila, se observo que las selecciones "0" y "1" tuvieron un peso de nuez de 5.9 y 5.1 gramos, y un porcentaje de almendra de 54.2 y 54.1, respectivamente. Mientras que la variedad Western tiene un peso de nuez de 8.0 gramos y un porcentaje de almendra de 56%. Por lo tanto, la variedad Western superó en 2.1 gramos el peso de la nuez y en 1.8 en porcentaje de almendra a las selecciones de ciclo corto. Pero la cosecha de Western se realiza la cuarta semana de septiembre y la de las selecciones se realizo la cuarta semana de julio y la primera semana de agosto. Además se observó que las selecciones de ciclo corto adelantan el inicio de brotación en 28 días a Western, con un mayor riesgo a ser dañadas por una helada. Desde inicio de brotación a llenado de almendra, la variedad Western requirió de 182 días y las selecciones de ciclo corto requirieron de 150 días, por lo tanto, la variedad Western requirió de 32 días mas, para completar su ciclo (López y Lagarda, 2001).

El objetivo del estudio es evaluar las selecciones nativas de nogal pecanero de la región, con un ciclo más corto que las variedades Western y Wichita, para reducir el número de riegos.

MATERIALES Y METODOS

En terrenos del Campo Experimental existen varios árboles de nogal pecanero que son selecciones nativas o criollos que se cosechan mas temprano que las variedades que predominan en la región, Western y Wichita. Estos árboles se cosecharon durante tres años: 2004, 2005 y 2006 para evaluar la producción de nuez por árbol, fecha de cosecha, porcentaje de almendra y peso de una nuez.

Estas selecciones o criollos de nogal se identificaron con los números: 0, 1, 5 y 6. Para conservar estos materiales, el 26 de agosto del 2004, en un lote localizado en el Campo Experimental La Laguna, se inicio la injertación de estas selecciones sobre patrones de varias variedades de árboles mayores de 20 años, se realizo el injerto de copa, con 4 a 6 injertos por árbol, utilizando el injerto de Púa. Posteriormente el 24 de mayo del 2005 se reinjertaron las selecciones que no habían brotado y se utilizo el injerto de parche.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 4 tratamientos o selecciones de nogal y 5 repeticiones. La unidad experimental fue un árbol. Se bloqueo por circunferencia de tronco. El total son 20 árboles injertados.

A partir del 2004, 2005, 2006, a la huerta donde están las selecciones injertadas, se le han aplicado 9 riegos durante el ciclo, uno cada mes; la fertilización al suelo ha sido con nitrógeno 100 kg/ha, con la dosis dividida en dos aplicaciones una en marzo y otra en junio; y 3-4 aplicaciones de zinc al follaje, durante abril y mayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las fechas de cosecha de las selecciones o criollos (un árbol de cada uno) del Campo Experimental , de los años de 2004 al 2006, se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Fechas de cosecha de nuez de selecciones o criollos de nogal pecanero del Campo Experimental La Laguna. 2006.

Selección de nogal	Fechas de cosecha de nuez		
	Año		
	2004	2005	2006
0	18 de agosto	22 de agosto	15 de agosto
1	18 de agosto	22 de agosto	15 de agosto
5	19 de agosto	22 de agosto	
6*	17 de septiembre		

* Cáscara delgada

Se observa que la cosecha de la nuez de las selecciones 0 , 1 y 5, ha sido del 15 al 22 de agosto en los tres años de evaluación, lo que indica de 37 a 45 días antes que la cosecha de las variedades Western y Wichita, la cual ocurre la ultima semana de septiembre. Esto representa un ahorro de uno o dos riegos durante el llenado de la nuez, sobre todo en la región de San Pedro de Las Colonias, Coahuila, aunque también se pueden plantar en otras áreas de la Comarca Lagunera con el mismo ahorro de riegos y control fitosanitario, así como mejores precios por la salida al mercado mas temprano que las otras variedades regionales.

Sin embargo se debe evaluar también la producción de nuez por árbol y su calidad, para tomar la decisión de que selección o criollo se puede utilizar para plantar en las huertas de la región. La producción de nuez por árbol y la calidad de la nuez de las selecciones o criollos de nogal pecanero del Campo Experimental se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Producción de nuez y calidad de selecciones o criollos de nogal pecanero del Campo Experimental La Laguna. 2006.

Selección de nogal	Producción nuez Kg/árbol			Almendra (%)			Nueces por Kg			Peso de una nuez (g)		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
0	13.8	41.2	44.5	51.64	49.55	48.80	168	187	163	5.96	5.34	6.13
1	4.3	6.6	11.6	54.34	52.22	47.50	223	258	211	4.49	3.88	4.75
5	0.9	3.6		51.99	46.13		241	289		4.15	3.46	
Western				55 – 58			160-190			5.0-6.5		

Se observa que la selección “0” ha tenido un año bajo de producción (2004) y dos de alta producción de nuez (2005 y 2006), esto explica el peso seco de la nuez alto de 5.96 gramos en el 2004 que produjo 13.8 kg/árbol de nuez, en 2005 y 2006 como tuvo mayor producción de nuez 41.2 y 44.5, respectivamente, el peso de la nuez bajo. El Número de nueces esta correlacionado con el peso de una nuez, a mayor peso menos nueces/kg y viceversa. El porcentaje de almendra también fue mas alto en 2004 (51.64%) que en 2005 (49.55%) y 2006 (48.80%), también por efecto de la carga de cosecha, a mayor producción menos porcentaje de almendra y viceversa (Medina et al., 2000). Sin embargo la selección “0” es la que más acerca a las características de la variedad Western en peso de nuez (5 a 6 g) y nueces/Kg (160-190). En porcentaje de almendra esta un poco baja en comparación con Western que tiene de 55-a 58%. Sin embargo hay que considerar que esta selección esta creciendo sin un manejo adecuado de riegos, fertilización, poda control fitosanitario etc., y los datos de la variedad Western son de una huerta con manejo. Esto sugiere que si esta selección se planta bajo un manejo adecuado, su potencial de producción y calidad seria mayor y con la ventaja de cosecha temprana que no tiene la variedad Western.

La selección " 1" tiene mas porcentaje de almendra que la selección "0", pero su nuez es mas chica. Sin embargo también tiene la ventaja sobre la Western de la cosecha temprana y tal vez con manejo se pueda mejorar el tamaño de la nuez.

Los resultados de la injertación de los criollos anteriores, sobre patrones de varias variedades de árboles adultos , se muestra en el cuadro 3. Son los injertos prendidos por árbol de cada selección o criollo de nogal.

Cuadro 3. Injertos prendidos de selecciones de nogal pecanero.
Campo Experimental La Laguna. 2006

Selección de nogal	Nº de injertos prendidos por árbol ----------Nº de árbol o repetición----------					Total de injertos
	1	2	3	4	5	
0	6	5	4	5	4	24
1	4	5	4	5	4	22
5	3	4	4	4	6	21
6	2	2	4	3	2	13

Se observa que la mayoría de los árboles tienen injertos prendidos de las selecciones de nogal, hay de 2 a 6 injertos prendidos por árbol y con esto se logra conservar el material en una huerta con el manejo adecuado de riegos y fertilización para que logren expresar todo su potencial de producción. Se van a continuar evaluando las características fenológicas de estas selecciones ya injertadas, para lograr su registro como variedades originarias de la Comarca lagunera. También se tiene planeado realizar un recorrido por las regiones de Nazas, Dgo. y Parras de la Fuente Coahuila, donde se tiene conocimiento de que existen muchos criollos regionales que se cosechan en agosto y que pudieran tener características similares a las variedades ya existentes Western y Wichita. Estos criollos deben evaluarse ya que representan una alternativa para las áreas con escasez de agua de la Comarca Lagunera.

CONCLUSIONES

Existen selecciones o criollos de nogal pecanero en la región, con características de cosecha temprana, de 37 a 45 días antes que la cosecha de las variedades tradicionales Western y Wichita, la cual ocurre la ultima semana de septiembre

La selección "0" es la que más se acerca a las características de la variedad Western en cuanto a tamaño de la nuez y cáscara delgada, es buena productora de nuez y con la ventaja de que se cosecha hasta 45 días antes que la Western. Esto sugiere un ahorro de 1 o 2 riegos y reducción del control fitosanitario.

Las selecciones de nogal pecanero se están evaluando en una huerta con manejo adecuado de riegos y fertilización, para en un futuro registrarlas como variedades originarias de la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFIA

Anónimo, 2006. El Siglo De Torreón. Resumen Económico. Comarca Lagunera 2005. p. 32. Torreón, Coahuila, México.

Gámez, P. P. 2006. Desarrollo de nogal y producción de nuez en San Pedro de las Colonias, Coahuila con 4 riegos al año. Memorias . XIV Simposium Internacional Nogalero. NOGATEC.

Godoy A., C. e I. Reyes J. 2004. Riego por goteo subsuperficial en nogal pecanero. En: Fertiriego en cultivos anuales y perennes. Libro científico Núm. 2 Campo Experimental La Laguna. CIRNOC. INIFAP. Matamoros, Coahuila. México. pp. 95-123

Lagarda M. A. 1978. Estudio del comportamiento fenológico de 14 cultivares de nogal pecanero en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación. Programa de Fruticultura. CIAN. INIA. SARH. Matamoros, Coahuila.

López M., I. y A. Lagarda M. 2001. Evaluación fenológica de nogales pecaneros de ciclo corto. 9º Simposium Internacional Nogalero. NOGATEC.

Medina M., M. D. C., J. A. Samaniego G., J. Santamaría C., R. Faz C., T. Herrera P., M. Ramírez D. y G. González C. 2000. Alternancia en la producción del nogal pecanero, en la Comarca Lagunera de México. Revista Información Técnica Económica Agraria (ITEA). Vol. 96V. Nº 2 (132-138). Zaragoza, España.

NECESIDADES DE CAPACITACIÓN Y DE DESARROLLO SOCIAL DE COMUNIDADES ALEDAÑAS AL PREDIO EL PORVENIR, MPIO DE SANTIAGO PAPASQUIARO, DGO.

José de Jesús Espinoza Arellano[1], Ignacio Orona Castillo[2] y Homero Salinas González[3]

1 Investigador del Campo Experimental "La Laguna" del INIFAP y Catedrático de la Facultad de Contaduría y Administración de la UAdeC. 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.

INTRODUCCIÓN

La empresa Met-Mex Peñoles y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y Peuarias(INIFAP) conducen el proyecto titulado "Desarrollo sustentable del bosque del predio **El Porvenir** ubicado en Santiago Papasquiaro, Durango y sus comunidades aledañas." En este predio, localizado en la Sierre Madre Occidental, se localiza la mina La Ciénega propiedad de la empresa Peñoles. Una de las actividades prioritarias de este proyecto es identificar las necesidades de capacitación y desarrollo social con la participación de los pobladores de las propias comunidades. En seguimiento de esta actividad se llevó cabo el **Taller de investigación participativa para la detección de necesidades de apoyo a las comunidades vecinas al predio "El Porvenir"** durante los días 6 y 7 de Junio de 2006 en la sala de capacitación del sindicato en la comunidad La Ciénega. El objetivo del taller fue identificar las necesidades sociales y de capacitación de los pobladores de las comunidades asistentes. Al taller asistieron 34 personas de las comunidades: la Ciénega, Salto de Camellones, Ojito de Camellones, La Tembladora, Vasco Gil, El Madroño, El Metate, p.p. Joya de Laureles, y la Colonia Obrera. En estas comunidades viven más de dos mil personas, destacando por su tamaño la comunidad La Ciénega en la cual viven aproximadamente 1,400 personas (INEGI, 2002). En la Ciénega es donde se asienta gran parte de la población que trabaja en la mina del mismo nombre.

MATERIALES Y MÉTODOS

El taller se desarrolló durante los días 6 y 7 de Junio de 2006 siguiendo la metodología de investigación participativa en la cual todos los asistentes participan y la determinación de las prioridades en relación a la problemática reportada se hace a través de votación individual evitando discusiones innecesarias. El primer día la actividad se centró en la identificación de los problemas/necesidades en el ámbito socioeconómico y el segundo en las necesidades en el ámbito de sus actividades productivas. Una vez que se identifican y se priorizan sus principales

problemas, el grupo se divide en subgrupos para analizar cada uno de los problemas identificados. Hacia adentro de cada grupo el problema en cuestión se analiza en conjunto tratando de identificar sus causas, posibles soluciones, recursos con que cuentan para la solución del problema y recursos que requieren para su solución.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se dividen en aquellos de tipo productivo y los de tipo socioeconómico.

Problemas de tipo productivo. En este tema se discutió con la gente la forma en que obtienen el sustento para sus familias, es decir, las actividades económicas de las cuáles dependen. Este análisis se hizo para cada una de las comunidades. De este análisis grupal se encontró que las actividades económicas más importantes en la región son: 1) aprovechamientos forestales, 2) agricultura, 3) ganadería, 4) acuicultura, 5) minería y 6) servicios. Se formaron grupos para cada actividad (excepto minería, ya que no había en el taller gente que se dedicara a esta actividad) de tal manera de identificar problemas, causas, posibles soluciones, recursos con que cuentan y recursos que requieren para la solución del problema. En este trabajo se presentan únicamente los resultados referentes a problemática y posibles soluciones.

Área Agrícola.-

En el aspecto agrícola se identificó un gran desconocimiento del manejo apropiado de los cultivos. Ellos manejan sus cultivos de manera empírica. Se detectó falta de información del manejo en los cultivos de maíz, frijol, avena y papa. Esto cultivos son establecidos bajo condiciones de temporal. Se recomienda implementar un programa de capacitación a técnicos y productores. Para ello se deberán primero identificar los componentes críticos del paquete tecnológico que mayormente limitan la producción. Uno de esos factores ya reportados es la presencia de plagas como el gusano cogollero y minador de la hoja.

En relación a los apoyos a esta actividad se reportaron necesidades de crédito para la producción, y la ausencia de apoyos gubernamentales como el PROCAMPO y el PROGAN. Las inversiones a sus cultivos las realizan con sus escasos recursos propios, limitando con ello las mejoras tecnológicas a sus cultivos.

Área Ganadera.-

Los principales problemas detectados en esta actividad fueron la baja calidad del ganado y la baja disponibilidad y calidad del forraje durante el invierno. Se deberán buscar alternativas de mejoramiento genético del ganado, así como la introducción de especies de

pastos naturales y/o forrajes cultivados para alimentar el ganado en la época invernal (noviembre-junio). También se requiere infraestructura como los cercos y abrevaderos. Por otro lado, el ganado es manejado sin técnica, por lo que los productores requieren un plan de manejo de los animales desde el nacimiento, incluyendo prácticas como el descornado, desparasitación interna y externa, vacunación y alimentación.

Área Forestal.-

En esta área se reportaron problemas de incendios forestales, tala ilegal, falta de caminos y mantenimiento de los existentes, desorganización de los productores y falta de educación ambiental. En relación a los incendios forestales se recomienda reforzar los programas de manejo del bosque y de prevención de incendios. En relación a la tala ilegal se deberá aplicar la ley contra la delincuencia organizada, así como resolver los conflictos agrarios existentes en la región. En relación a los caminos se deberán hacer inversiones tanto públicas como privadas para construir/renovarlos. Por otro lado, se deberá reforzar la organización de los productores para implementar programas de mejoramiento del bosque, aprovechar áreas de gran potencial como el ecoturismo rural y promover la educación ambiental.

Piscicultura.-

La principal especie que se cultiva en la región es la trucha arcoiris. Se reportaron escasez de agua y deficiencias en el manejo del agua ya utilizada. Se requieren apoyos como mangueras para traer agua de manantiales distantes y traer agua que ya fue utilizada en la crianza de la trucha y que al regresarse al arroyo se purifica en una distancia de 500 m.

Problemas de tipo socioeconómico. En este rubro los asistentes reportaron 10 problemas iniciales los cuales fueron jerarquizados y de ellos se seleccionaron los 5 de mayor votación los cuales fueron: 1) agua potable e infraestructura, 2) educación, 3) salud pública, 4) acondicionamiento de caminos y 5) apoyos a adultos mayores. Los problemas específicos y sus posibles soluciones quedaron como sigue.

Agua potable.-

Se reporta principalmente falta de agua en las comunidades como consecuencia de la disminución del caudal de los manantiales. Asimismo también se reportan deficiencias en la infraestructura de distribución del agua la cual se considera insuficiente y en mal estado. Se

requieren inversiones para unir más manantiales a las redes y poder abastecer de agua potable a las comunidades.

Educación.-

Al nivel de educación primaria se identifica una alta rotación de maestros que inician el ciclo escolar pero no lo terminan afectando la continuidad de los programas. Al nivel de secundaria y preparatoria se requieren maestros especializados ya que se maneja educación a distancia (tele secundaria) y un maestro imparte todas las materias con el consecuente bajo rendimiento de los alumnos. Se requiere la aplicación de incentivos para que los maestros se establezcan por más tiempo en las comunidades, establecer escuelas secundaria y preparatoria con maestros que impartan clases presenciales y conseguir terrenos para la construcción de las escuelas ya que se opera en instalaciones prestadas.

Salud pública.-

Se carece de servicios médicos básicos como una clínica, equipo médico y doctor. Lo anterior principalmente en la comunidad de la Ciénega. Hace falta gestión para lograr lo anterior con la integración de un comité de gente de la comunidad asesorado por personal de la secretaría de salud.

Acondicionamiento de caminos.-

Se reporta mal estado de los caminos vecinales por falta de mantenimiento. Esos caminos no cuentan con alcantarillas y las cunetas están en mal estado. Esto provoca problemas para el desplazamiento de personas y mercancías entre las comunidades e inclusive algunos accidentes. Se requiere un programa de mantenimiento gubernamental que mejore la infraestructura de caminos de las comunidades en estudio.

Apoyo a adultos mayores.-

Existe una cantidad de personas de la tercera edad que manifiestan sentirse todavía útiles a la sociedad, pero carecen de oportunidades de empleo e ingreso. Se requiere la implementación de un programa de empleo para personas en esa edad, complementado con servicios médicos.

CONCLUSIONES

1) En las actividades productivas agrícola y ganadera se trabaja con muchas deficiencias en el aspecto tecnológico. Se carece de conocimiento sobre el manejo de las especies agrícolas y pecuarias por lo que es necesario implementar programas de capacitación para mejorar los procesos productivos.

2) En la actividad forestal es necesaria una mayor concientización de la población para el cuidado de los recursos naturales y la aplicación de la ley en el caso de la tala clandestina de los bosques. Se requiere el desarrollo de proyectos de ecoturismo para generar empleo e ingreso en la región.

3) En lo relacionado a los problemas de tipo socioeconómico se aprecia en general una infraestructura deficiente en abastecimiento de agua, salud, educación y caminos. Gran parte de esta problemática se debe a la falta de organización de los habitantes de las comunidades incluidas en el estudio.

BIBLIOGRAFÍA

INEGI. 2002. Censo General de Población y Vivienda del Año 2000. http://www.inegi.gob.mx. Aguascalientes, Ags.

ANÁLISIS INTEGRAL DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LA ALFALFA EN EL NORTE DE MÉXICO

Rodolfo Jasso Ibarra[(1)], Gregorio Núñez Hernández[(2)], Noé Chávez Sánchez[(1)], Rodolfo Faz Contreras[(2)], Mario Berzoza Martínez[(1)], Gamaliel Orozco Hernández[(1)]

[(1)]Campo Experimental Delicias, INIFAP. Carretera Delicias-Rosales Km 2.0, Cd. Delicias, Chihuahua, México. jaiba59@hotmail.com; [(2)] Campo Experimental La Laguna, INIFAP, Matamoros, Coahuila, México.

INTRODUCCIÓN

Es ampliamente conocido el hecho de que las reservas de agua subterránea en el norte de México se encuentran amenazadas por el uso intenso para la agricultura, principalmente. De todos los cultivos que se producen bajo riego utilizando aguas subterráneas, la alfalfa es el que más llama la atención por su amplia superficie y su alta demanda anual de este recurso. Sin embargo, no debe soslayarse que este cultivo es de los que mayor derrama económica genera debido a que se enlaza a una cadena productiva de alto valor agregado, como es la industria lechera. Por otra parte, también se ha demostrado que la calidad nutritiva de este forraje no se puede sustituir totalmente con otros, de requerimientos menores de agua (Núñez, 2000).

Una estrategia para mitigar los efectos sobre las reservas hidrológicas es el cambio de tecnología de riego de este cultivo, en el que se reduzcan las pérdidas de agua por baja eficiencia de aplicación y conducción. Sin embargo, también se reconoce que la calidad del agua se ha ido deteriorando al grado que se encuentran valores de conductividad eléctrica entre 0.5 y 2.5 dS m^{-1} en regiones como La Laguna (Coahuila y Durango) y Delicias, Chihuahua.

Los componentes de pérdidas de agua por bajas eficiencias de aplicación y conducción, así como las láminas adicionales para lavado de sales dependen de la demanda del cultivo para satisfacer sus necesidades fisiológicas, o evapotranspiración. La evapotranspiración depende principalmente de la demanda evaporativa ambiental, generalmente medida como evaporación libre desde un tanque evaporímetro tipo “A”. Esta variable muestra un patrón de comportamiento a lo largo de un año, que varía de uno a otro y de región a región, ya que es la integración de la variabilidad de la radiación solar, la velocidad del viento y la humedad relativa. Como resultado, cada región productora tiene un patrón de evaporación típico, y en consecuencia los demás componentes de los requerimientos de riego que pueden ser modificados por la tecnología de manejo del agua a nivel parcelario, como una función de la demanda evaporativa de la atmósfera.

Por todo lo anterior, se hace necesario analizar desde un punto de vista integral los requerimientos de agua de riego en diferentes escenarios tecnológicos para la producción de este cultivo en las tres principales regiones productoras: La Laguna, Delicias y Aguascalientes, a fin de identificar los componentes tecnológicos que coadyuven a mitigar los impactos hidrológicos de la producción de este cultivo.

Demanda Evaporativa Y Precipitación

Se analizaron registros de evaporación y precipitación diaria de cuatro estaciones cercanas en La Laguna, de 1966 a 2001; cuatro en Delicias, de 1961 a 1985 y una estación en Aguascalientes, de 1965 a 2002. De esos registros se obtuvieron la media y desviación estándar de los totales de evaporación, identificando años con demanda evaporativa normal (DEN) aquellos registros cuyo total anual estuvo dentro del rango de la media mas una desviación estándar y la media menos la desviación estándar, en este rango ocurren casi el 70 por ciento de los valores anuales en las tres regiones; los años con demanda evaporativa alta (DEA) fueron aquellos cuyo total anual superó la media mas una desviación estándar y los años con demanda evaporativa baja (DEB) cuyos totales anuales fueron inferiores a la media menos la desviación estándar. Al segmentar cada grupo de registros se ajustó una ecuación polinomial de cuarto grado con la que se puede estimar la evaporación diaria, transformando la escala mensual (variable independiente de 1 a 12 para los meses enero a diciembre, respectivamente) a escala diaria, de 1 a 365. Los parámetros de regresión se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Parámetros de regresión para estimar la evaporación mensual por región y régimen de demanda anual.

Región	Régimen anual	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	r^2
	Alta	33.23	71.71	0.805	-1.265	0.0622	0.916
Laguna	Media	-2.32	99.68	-8.188	-0.331	0.0325	0.937
	Baja	12.44	75.45	-4.100	-0.550	0.0352	0.857
	Alta	-38.20	136.89	-10.942	-0.651	0.0571	0.948
Delicias	Media	-29.22	124.75	-11.947	-0.246	0.0373	0.955
	Baja	-40.66	115.75	-10.959	-0.256	0.0365	0.922
	Alta	17.59	121.31	-20.737	1.134	-0.0161	0.878
Aguascalientes	Media	2.34	124.69	-22.577	1.380	-0.0249	0.917
	Baja	21.23	96.78	-17.511	1.065	-0.0189	0.823

Al igual que la evaporación, la precipitación también muestra variación interanual y se correlaciona negativamente con la evaporación. Esto es, en años DEA la precipitación total anual es inferior a la media y viceversa, esta tendencia es muy clara e idéntica en La Laguna y

Delicias, pero de menor intensidad en Aguascalientes. En un análisis cualitativo se observó que los años DEA y baja precipitación se presentan con un retraso de 1.5 años con respecto a los años de fase positiva en la oscilación térmica del Océano Pacífico Intertropical, y lo opuesto se observa en los años DEB. Es decir puede existir una teleconexión entre el patrón de evaporación y precipitación en el norte de México, con el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (Philander, 1990). Los valores típicos de precipitación total por mes en cada región y régimen de demanda evaporativa se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Valores mensuales de la precipitación (mm) de acuerdo a la demanda evaporativa anual en tres regiones del norte de México.

Mes	Laguna			Delicias			Aguascalientes		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
Enero	3.6	17.0	20.8	38.8	7.6	16.5	7.8	11.5	52.5
Febrero	4.8	1.0	9.5	4.8	4.5	4.4	5.6	10.2	3.8
Marzo	1.2	0.3	0.0	0.0	2.9	6.9	0.7	4.4	13.5
Abril	2.3	13.9	5.5	3.0	7.0	26.7	1.0	6.7	9.9
Mayo	8.3	15.4	36.3	8.5	11.1	8.9	29.7	21.8	15.6
Junio	12.8	35.0	37.3	1.0	37.2	31.3	47.7	59.8	62.2
Julio	72.7	51.6	42.0	34.0	50.1	101.0	99.3	124.5	66.4
Agosto	44.5	35.2	22.8	32.5	67.1	73.9	72.3	94.9	107.2
Septiembre	41.3	35.5	77.8	10.0	72.2	61.0	35.9	81.8	86.3
Octubre	17.8	24.9	12.0	5.8	22.5	34.9	20.2	31.9	47.4
Noviembre	3.3	16.8	7.0	19.8	7.2	2.5	11.3	7.5	19.2
Diciembre	9.7	11.5	19.5	27.3	8.8	5.6	25.8	12.0	2.9
Total	222.1	258.1	290.3	185.3	298.0	374.0	357.2	467.1	486.9

Escenarios De Manejo Del Agua De Riego

La alfalfa se produce predominantemente con agua subterránea, cuya conductividad eléctrica varía entre 0.5 y 2.5 dS m^{-1} como se ha evidenciado en La Laguna y Delicias (Jasso *et al.,* 2005). Se asume un gasto promedio de los pozos de 60 litros por segundo, valor muy común en pozos profundos de las regiones productoras. Los escenarios de manejo del agua de riego bajo comparación se describen a continuación.

Riego por superficie y conducción por acequia sin revestir, RS (1). Es el escenario más común, cuya eficiencia de aplicación varía de 50 a 70 por ciento, en el primer caso se trata de melgas mal niveladas y de más de 200 metros de longitud, mientras que en el segundo se trata de melgas niveladas al menos cada dos años y longitud de 200 metros o menos. La eficiencia de conducción puede variar de 60 a 80 por ciento dependiendo de la distancia de la fuente de

agua, con un mínimo de 300 metros y un máximo de 2000 metros. En este trabajo se asumió un valor estándar de 500 metros.

Riego por superficie y conducción por tubería de PVC, RS (2). Es similar al escenario anterior, sólo que las acequias se sustituyen por tuberías multi compuertas.

Riego por aspersión y conducción por tubería, RA. Este sistema de producción , que incluye pivote central, lateral continuo, portátil, etc., cobró un auge importante en las dos décadas pasadas sin que llegara a predominar en superficie; las eficiencias de aplicación varían entre un 70 y 80 por ciento, con pérdidas directas a la atmósfera importantes y pérdidas por conducción mínimas, la conducción es por tuberías de aluminio, PVC u otros materiales semejantes en eficiencia.

Riego por goteo sub superficial (RGS), que representa la frontera tecnológica de manejo del agua de riego en este cultivo pero aún de muy baja difusión debido a los elevados costos del sistema; la eficiencia de aplicación fluctúa entre 80 y 90 por ciento, con pérdidas directas y por conducción mínimas.

Los cuatro escenarios de manejo del agua de riego se sometieron a un proceso de simulación (30 en cada caso) de los requerimientos hídricos, que es la diferencia entre la suma de los valores de evapotranspiración, requerimientos de lavado y pérdidas por conducción y aplicación, y las aportaciones por precipitación esperadas en un determinado año, relacionada negativamente con la evaporación total anual. Para el valor de evapotranspiración se tomó en cuenta la variabilidad durante el año del coeficiente de evaporación (Ki), producto del coeficiente de cultivo (Kc) y coeficiente de tanque (0.8 para el norte de México). El valor de Ki que sugiere Guitjens (1990) es de 0.5 de noviembre a marzo, 0.8 en abril, 0.9 en mayo y julio, 1.0 en junio y 0.7 de agosto a octubre.

En los casos de riego presurizado se crean condiciones de alto contenido de humedad del suelo que estimulan un mayor flujo de agua tanto por transpiración como por evaporación directa, aunque esto último no ocurre en sistemas de aplicación donde los emisores están bajo la superficie (RGS). Por lo tanto, las estimaciones de evapotranspiración podrían ser 20 a 30 por ciento mayores en sistemas de riego por aspersión (RA) y goteo superficial (RG), pero 20 a 30 por ciento menores en sistemas de riego por goteo sub-superficial (RGS). Estos valores son congruentes con los reportados por Montemayor *et al.* (2004) en maíz, y Montemayor *et al.* (2005); Marcos *et al.* (2003) y Godoy (2003) en alfalfa. Para este estudio se consideró un 30 por ciento superior en riego por aspersión y un 25 por ciento inferior en RGS, con respecto a los valores que sugiere Guitjens (1990). El valor de evaporación diaria se estimó con las

ecuaciones del Cuadro 1 para cada región, una vez generado en forma aleatoria el patrón de demanda evaporativa.

La lámina de lavado depende de la lámina de riego, método de riego y conductividad eléctrica del agua de riego; el procedimiento se detalla en Rhoades y Loveday (2000). Para este cálculo también se generaron valores aleatorios de conductividad eléctrica entre 0.5 y 2.5 dS m^{-1} en el caso de sistemas de producción que utilizan aguas subterráneas de acuerdo a lo reportado por Jasso *et al.* (2005).

Se calcularon los porcentajes de pérdidas de agua por conducción para acequias sin revestir y tubería de PVC de acuerdo a Moreno *et al.* (2000), mientras que por aplicación se generaron valores aleatorios dentro de los rangos aceptables para cada método de riego como se mencionó anteriormente. El producto de los valores adimensionales de eficiencia de aplicación y conducción, y de la suma de evapotranspiración y lavado integra el valor de pérdidas de agua de riego. Los valores de precipitación normales están correlacionados en forma negativa con la evaporación libre (tanque tipo "A") , por lo que se asignan una vez simulando el patrón de demanda evaporativa (Jasso *et al.,* 2006).

Requerimientos Hídricos Del Cultivo

El Cuadro 3 muestra los valores de los requerimientos totales de riego (RTR) y la fracción de ello que representa la evapotranspiración del cultivo (ETc). Se observan diferencias significativas entre regiones a un nivel de probabilidad de 0.01, en las que La Laguna y Delicias son homogéneas con un valor de RTR de 2.8 a 2.9 m por año, mientras que en Aguascalientes el cultivo tiene un requerimiento medio de 2.1 m. Respecto a la comparación entre tecnologías, también se observan diferencias significativas al mismo nivel de probabilidad y todas son diferentes entre sí, y los requerimientos se reducen conforme se introducen mejoras en la conducción y aplicación, así como en el control de la evaporación directa. Si se toma como base la tecnología tradicional , al introducir tubería de conducción de PVC se alcanza un ahorro medio de 12.3 por ciento, con menor impacto en La Laguna; con riego por aspersión el ahorro es de 17.1 por ciento, con mayor impacto en Aguascalientes y con riego por goteo subterráneo el ahorro es de 62.4 por ciento, también, con mayor impacto en Aguascalientes.

Cuadro 3. Requerimiento de agua para el cultivo de alfalfa en función de la tecnología de riego en tres regiones productoras.

	RS (1)		RS (2)		RA		RGS		
Región	RTR	ETc	RTR	ETc	RTR	ETc	RTR	ETc	RTR medio
La Laguna	3649	0.475	3350	0.517	3160	0.708	1451	0.887	2903 a
Delicias	3622	0.481	3155	0.552	3098	0.730	1453	0.931	2832 a
Aguascaltes	2910	0.481	2419	0.579	2179	0.816	928	1.119	2109 b
Media	3394a		2975b		2812c		1277d		

Valores de las medias con la misma letra son iguales a un valor de P=0.05
RS(1) es Riego por superficie y acequias sin revestir; RS(2) es riego por superficie y tubería de conducción de PVC; RTR es requerimiento total de riego por año, mm y ETc es el cociente entre la evapotranspiración del cultivo y RTR.

En la tecnología tradicional la evapotranspiración representa alrededor del 48 por ciento, muy homogéneo entre regiones; al utilizar tubería de conducción este porcentaje es variable, entre 51 y 58 por ciento, con La Laguna y Aguascalientes en los extremos. En riego por aspersión el porcentaje ya supera el 70 por ciento hasta un máximo de 81.6 con comportamiento similar entre regiones. Finalmente, en RGS el porcentaje es semejante entre La Laguna y Delicias, alrededor de 90 por ciento, mientras que en Aguascalientes alcanza un 112 por ciento. Esto significa que los requerimientos de riego son inferiores a la evapotranspiración en un 12 por ciento debido a la precipitación más abundante en algunos meses del año.

CONCLUSIONES

Los requerimientos de agua de riego para la producción de alfalfa varían entre regiones y tecnología de riego. Sobresalen La Laguna y Delicias en forma homogénea debido a un patrón de evaporación y precipitación similares, mientras que en Aguascalientes esta demanda es inferior por un ambiente menos seco a lo largo del año.

A medida que se adicionan componentes tecnológicos para mejorar la eficiencia de conducción y aplicación, y reducir la evaporación directa, los requerimientos se reducen significativamente, especialmente en el caso del riego por goteo sub superficial, que logra ahorros superiores al 60 por ciento con un mayor impacto en Aguascalientes. En el orden en que se reducen los requerimientos de agua de riego se incrementa la fracción de evapotranspiración del cultivo. Los avances más impactantes se alcanzan con RGS en Aguascalientes, donde se optimizan todos los componentes que intervienen en el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

Godoy A., C. 2003. Uso de agua y producción de forraje en alfalfa con riego por goteo subsuperficial. XV Semana Internacional de Agronomía. Facultad de Agricultura y Zootecnia, U. J. E. D. pp. 237-240.

Guitjens, J. C. 1990. Irrigation of selected crops. In: Stewart y Nielsen (Editores), Irrigation of Agricultural Crops. Monograph No, 30, Agronomy Series. Madison, Wisconsin, U. S. A. pp. 537-568.

Jasso I., R., R. Faz C., M. Berzoza M., N. Chávez S., G. Núñez H. y G. Orozco H. 2006. Requerimientos hídricos y manejo del agua de riego en cultivos forrajeros. Foleto Científico (En prensa) Campo Experimental Delicias, INIFAP. Delicias, Chihuahua.

Jasso I., R., N. Chávez S., M. Berzoza M., S. H. Tarango R., M. Rivera M., A. Salas F. y J. Hernández C. 2005. Respuesta del nogal pecanero al suministro y calidad del agua de riego. Pp. 14-21 In: E. Sánchez Ch., J. M. Soto P., R. M. Yánez M., M. M. Mancera L. y A. Núñez B. (Editores). Memoria de Artículos en resúmenes y en extenso, XI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Chihuahua, Chih., México.

Marcos S., A. H., G. Medina B., M. López R., A. García E., y J. C. Herrera P. 2003. La reconversión productiva de la alfalfa mediante cinta de riego en el Valle de Santo Domingo, B. C. S. Memorias del XII Congreso Nacional de Irrigación. Zacatecas, Zac. México pp. 107-114.

Montemayor T., J. A., H. W. Aguirre A., A. Huerta R., J. Olague R., y J. Castruita L. 2005. Consumo de agua en la alfalfa durante el establecimiento con riego subsuperficial. XVII Semana Internacional de Agronomía. Facultad de Agricultura y Zootecnia, U. J. E. D. pp. 417-420.

Montemayor T., J. A., A. O. Gómez M., y J. Olague R. 2004. Adopción del riego por goteo subsuperficial para maíz forrajero en la Comarca Lagunera. XVI Semana Internacional de Agronomía. Facultad de Agricultura y Zootecnia, U. J. E. D. pp. 534-538.

Moreno D., L., D. García A., y R. Faz C. 2000. Manejo del riego en la alfalfa. En: INIFAP-CIRNOC-CELALA, Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Matamoros, Coahuila. Pp. 109-132.

Núñez H., G. 2000. Resultados de la investigación en forrajes de alta calidad nutritiva en condiciones limitadas de agua de riego. 3ª. Reunión de Investigación SIVILLA-DURANGO. Durango, Dgo. pp. 104-117.

Philander, S. G. 1990. El Niño, La Niña and the Southern Oscillation. Academia Press, Inc. 289 p.

Rhoades, J. D. y J. Loveday, 1990 Salinity in irrigated agriculture. *In*: Stewart y Nielsen (Editores), Irrigation of Agricultural Crops. Monograph No, 30, Agronomy Series. Madison, Wisconsin, U. S. A. pp. 1089-1142.

IMPACTO ECONÓMICO E HIDROLÓGICO DE LA TECNOLOGÍA DE RIEGO PARA CHILE JALAPEÑO EN DELICIAS, CHIHUAHUA.

Rodolfo Jasso Ibarra, Manuel Luján Favela, Noé Chávez Sánchez, Mario Berzoza Martínez, Gerardo F. Acosta Rodríguez

Campo Experimental Delicias, INIFAP. Carretera Delicias-Rosales Km 2.0, Cd. Delicias, Chihuahua, México. jaiba59@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En la actualidad y con las proyecciones a futuro, la tecnología agrícola trata de responder a dos grandes interrogantes, una sobre la derrama económica que produce y otra sobre el impacto en las reservas hidrológicas que sustentan los sistemas de producción. En ambos casos se aplican diversos indicadores, unos muy orientados a lo económico, otros a lo hidrológico y algunos otros con ambos enfoques. De entre los diversos indicadores, en este trabajo se analizan las tendencias de la rentabilidad del sistema (enfoque económico), el ahorro global de agua de riego a nivel parcelario (hidrológico) y el valor agregado de ésta (enfoque combinado) en seis escenarios de tecnología de manejo este recurso para la producción de chile jalapeño en la región de Delicias, Chihuahua.

Los escenarios en consideración representan una estratificación de los sistemas de producción, desde el tradicional más común, hasta los más tecnificados pero menos difundidos por su alta inversión inicial, tipificados como tecnologías de manejo del agua de riego. En todos los casos se trata de establecimiento del cultivo por trasplante en la última semana de marzo y primera de abril, con manejo aceptable de nutrientes, plagas y enfermedades, de acuerdo a las recomendaciones vigentes para la región (Luján *et al.,* 2006). Se asume un valor de la producción de 2,000 pesos por tonelada, mismo que representa la media para el ciclo de 2006 en la región.

En las dos primeras tecnologías se trata de agua superficial de buena calidad, generalmente en el orden de 0.2 dS m^{-1} de conductividad eléctrica (C. E.) , mientras que en los restantes, la C. E. varía de 0.5 a 2.5 dS m^{-1}. Los costos de producción y rendimientos varían al combinarse una amplia serie de factores, por lo que en cada caso sus valores se combinan de manera aleatoria dentro de los rangos probables para generar los indicadores que se han mencionado líneas arriba. Las tecnologías se describen brevemente a continuación.

Tecnología I. Se trata de cultivo a hileras sencillas separadas a 90 centímetros, con una población de 30 mil plantas por hectárea, con riego por surcos donde se conduce el agua desde la fuente hasta la parcela mediante acequias sin revestir y con presencia moderada de maleza. Las eficiencias de aplicación y de conducción varían de 50 a 70 por ciento. El agua de riego

proviene de las presas, con un costo de 120 pesos por millar de metros cúbicos. El costo de producción varía entre 20 mil y 30 mil pesos por hectárea, con un rendimiento de 30 a 40 toneladas por hectárea.

Tecnología II. Como en el caso anterior, pero a doble hilera con una separación de 1.60 metros entre cada par de hileras, ya sea con separación uniforme o alterna y una población superior a 30 mil plantas por hectárea. En este caso el costo de producción varía entre 25 mil y 35 mil pesos por hectárea para rendimientos de 35 a 45 toneladas por hectárea.

Tecnología III. En este estrato se modifica el sistema de conducción del agua de riego, de acequias sin revestir a tubería de PVC, manteniendo una población de más de 30 mil plantas por hectárea. El costo de producción se incrementan a 30-35 mil pesos por hectárea, la eficiencia de conducción es superior al 98 por ciento y la de aplicación se mantiene como en las dos tecnologías previas. Esta tecnología normalmente utiliza agua subterránea con un costo de 600 pesos por millar de metros cúbicos.

Tecnología IV. La creciente necesidad de ahorrar agua de riego propicia el uso de sistemas de riego por goteo subterráneo, con una eficiencia de aplicación entre 80 y 90 por ciento, conduciendo el agua por tuberías de PVC. Generalmente esta tecnología está acompañada por el uso de acolchado plástico manejando el cultivo a hilera sencilla, con una población de 30 mil plantas por hectárea. El costo de producción varía de 35 mil a 45 mil pesos por hectárea con rendimientos de 50 a 60 toneladas por hectárea. En esta tecnología se utiliza agua subterránea.

Tecnología V. Representa la frontera tecnológica en manejo del agua de riego y es similar al anterior, pero con una población superior a las 35 mil plantas por hectárea, costos de producción entre 40 mil y 50 mil pesos por hectárea y rendimientos entre 60 y 75 toneladas por hectárea. Se utiliza agua de pozo profundo.

Tecnología VI. Muy similar al anterior, utilizando agua superficial a cuya red de distribución se conectan sistemas de riego presurizados portátiles, los costos de producción se reducen a un rango de 35 mil a 45 mil pesos por hectárea.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se calcularon los indicadores siguientes:

Rentabilidad Aparente = Valor de la producción/Costos de producción

Requerimiento total de agua de riego = Evapotranspiración+Lavado+Pérdidas-Precipitación

Valor agregado del agua de riego = (Valor del producto) (Rendimiento/vol. de agua)-Costo unitario del agua.

El valor de la producción es el producto entre el precio del chile cosechado y el rendimiento por hectárea. El precio tiene grandes variaciones entre años y dentro de un ciclo agrícola, para este caso se tomó como base un valor medio de $2,000.00 por tonelada, típico en un año de alta producción (por la superficie cosechada), como es el caso de 2006, mientras que el rendimiento por hectárea tiene también grandes variaciones que obedecen a la variabilidad de los suelos, el origen de la plántula, fecha de siembra, método de riego y efectividad en el control de plagas y enfermedades. De todos ellos, se generaron valores aleatorios de rendimiento y costos de producción dentro de rangos aceptables para los diversos métodos de riego.

Se obtuvieron los componentes de los requerimientos de riego a partir de ecuaciones de amplia validez. Para el valor de evapotranspiración se tomó en cuenta la variabilidad durante el ciclo del coeficiente de evaporación (Ki), producto del coeficiente de cultivo y coeficiente de tanque. Los valores máximos y mínimos de Ki varían con el método de riego y éste a su vez afecta el desarrollo del cultivo. El otro factor es el valor de evaporación diaria, misma que muestra variabilidad inter e intra anual. Para ello se generaron tres patrones de evaporación mediante números aleatorios con distribución normal, tipificando dichos patrones como de demanda evaporativa alta, normal y baja. Para realizar el cálculo en base diaria se generaron valores de fecha de trasplante entre 80 y 110 en el calendario juliano. Los detalles precisos del cálculo de evapotranspiración se presentaron en otra publicación reciente (Jasso *et al.,* 2006) que corresponden a métodos que utiliza la FAO en este tipo de análisis (Shuttleworth, 1993), tomando en cuenta resultados de investigación de Delicias (Luján *et al*., 2006) y la Comarca Lagunera (Godoy, 2004; Potisek *et al*., 1999 y Mendoza *et al*., 2003) para estas tecnologías.

La lámina de lavado depende de la lámina de riego, método de riego y conductividad eléctrica del agua de riego; el procedimiento se detalla en Rhoades y Loveday (2000). Para este cálculo también se generaron valores sintéticos de conductividad eléctrica entre 0.5 y 2.5 dS m^{-1} en el caso de sistemas de producción que utilizan aguas subterráneas de acuerdo a lo reportado por Jasso *et al.,* (2005), mientras que para agua superficial se asignó un valor uniforme de 0.2 dS m^{-1}.

Se calcularon los porcentajes de pérdidas de agua por conducción para acequias sin revestir y tubería de PVC de acuerdo a Moreno *et al.,* (2000), mientras que por aplicación se generaron valores aleatorios dentro de los rangos aceptables para cada método de riego como se mencionó en los primeros párrafos. El producto de los valores adimensionales de eficiencia de aplicación y conducción, y de la suma de evapotranspiración y lavado integra el valor de pérdidas de agua de riego. Los valores de precipitación normales están correlacionados en

forma negativa con el patrón de demanda evaporativa, por lo que se asignan una vez simulando el patrón de demanda evaporativa (Jasso *et al.,* 2006).

El tercer indicador que combina el valor de la cosecha con el uso del agua se obtiene a partir de las estimaciones del requerimiento total de agua de riego, el costo del agua, el rendimiento por unidad de volumen (productividad o eficiencia en el uso del agua en algunas referencias) y el valor del producto comercial. El costo del agua se asignó como $120.00 por millar de metro cúbico en el caso de agua superficial, que se aproxima a la cuota por servicio de riego en el Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua para 2006, mientras que para agua subterránea, un valor de $600.00 por millar de metro cúbico, mismo que está sujeto a variaciones debidas a la profundidad de bombeo, eficiencia electromecánica de los pozos y horario de funcionamiento. Para este análisis se consideró un valor uniforme.

Utilizando los valores aleatorios de seis parámetros se realizaron series de veinte estimaciones para cada tecnología de riego. Los resultados se analizaron estadísticamente en un modelo completamente al azar con comparación de medias basada en el criterio de diferencia mínima significativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra los parámetros estadísticos de cada tecnolgía y el coeficiente de variación resultante del análisis de varianza. En términos generales las tecnologías basadas en riego por goteo-cintilla y acolchado (4 a 6) muestran los más altos índices de desempeño debido a que propician mejores condiciones de crecimiento del cultivo y ahorros de agua. Especialmente sobresale la tecnología 6, en la que se utiliza agua superficial, que con menor costo se traduce en la mayor rentabilidad y valor agregado del agua de riego, particularmente por los altos valores de productividad (kilogramos de producto comercial por metro cúbico de agua). En el extremo opuesto se encuentra la tecnología 3, que consiste en manejo del agua de riego por surcos y conduciéndola mediante tubería de PVC. El bajo desempeño económico se debe a los reducidos valores de rendimiento y a los elevados costos de agua de riego, ya que se trata de agua de pozo profundo cuya concentración salina hace necesaria la aplicación de volúmenes adicionales para controlar este problema.

La rentabilidad que se obtiene en este ejercicio de modelación muestra que aún en condiciones de precio bajo del producto se obtiene de 2.46 a 3.47 pesos por cada peso invertido, lo que coloca a este cultivo en una categoría de rentabilidad muy aceptable. Otro aspecto importante a resaltar es la reducida variación en el parámetro de rentabilidad, comparado con los dos restantes parámetros, aunque debe reconocerse que los precios del

producto normalmente son mayores en las tecnologías de riego por goteo-cintilla y acolchado, ya que se logra adelantar el primer corte hasta dos semanas, esto mejora las expectativas de precio del producto en el mercado nacional.

Cuadro 1. Media y Desviación estándar de tres indicadores de desempeño económico e hidrológico en seis tecnologías de manejo del agua de riego en chile jalapeño.

	Rentabilidad			Requerimiento de riego (mm)			Valor agregado del agua ($/m3)		
Tecnología	Media		D. S.	Media		D. S.	Media		D. S.
1	2.648	d	0.343	1506.7	b	198.12	4.65	c	0.835
2	2.692	cd	0.268	1890.7	c	378.74	4.32	c	0.920
3	2.464	e	0.184	2303.1	d	514.70	3.08	c	0.982
4	2.851	bc	0.240	619.1	a	217.77	19.81	ab	8.531
5	2.962	b	0.307	689.1	a	258.27	17.19	b	5.809
6	3.472	a	0.204	590.7	a	184.45	22.71	a	4.756
C. V.	9.12			24.72			38.71		

Valores de las medias con la misma letra son iguales a un valor de P=0.05

El amplio gradiente de inversión que representan las diferentes tecnologías se refleja en valores que tienden a ser uniformes en la rentabilidad. Dado que este es el principal criterio que los productores toman para la adopción de tecnología, esa reducida variación hace poco atractivo el implementar tecnologías de manejo de agua costosas. Además de lo anterior, el precio del producto de chile jalapeño está sujeto a variaciones que dependen de la oferta a nivel nacional lo que se traduce en alto riesgo, como ocurrió en el presente ciclo agrícola.

En lo relativo al desempeño hidrológico, queda claro que las tecnologías de riego por goteo-cintilla, conducción por tubería y uso de acolchado plástico requieren láminas totales de agua de riego que oscilan entre 60 y 70 cm por ciclo, lo que las convierte en las mejores estrategias de producción tomando como base cualquier criterio de sustentabilidad en el uso del recurso. Un criterio combinado de alto desempeño económico e hidrológico se traduce necesariamente en valores muy altos de valor agregado del agua, donde sobresalen las tecnologías de riego a presión. No obstante lo anterior, y dado que la rentabilidad económica es el principal factor de adopción tecnológica en manejo del agua de riego, la tecnología de alto desempeño hidrológico pero con escaso margen de rentabilidad comparado con la tecnología tradicional no es atractiva en el actual esquema de producción regional.

CONCLUSIONES

No obstante que se realizaron las simulaciones tomando como base un valor de la producción bajo, comparado con lo observado en otros ciclos agrícolas, la rentabilidad del cultivo de chile en la región de Delicias, Chihuahua con las seis tecnologías de riego es atractiva, con ligeras variaciones entre ellas. Esto se debe a que la tecnología de vanguardia que garantiza mayores rendimientos y ahorro de agua también es mucho más costosa que la tradicional. Por otra parte, la tecnología de mayores costos representa mayores riesgos, ya que ante un eventual desplome del valor del producto comercial, las pérdidas serán mayores.

Aunque queda de manifiesto que la tecnología moderna de riego involucra otros atributos además de la rentabilidad, como el valor agregado y el uso del recurso, en los actuales esquemas de producción el principal criterio de adopción de ésta es la rentabilidad del sistema de producción, por lo que ante esas estrategias eficientes pero de alto riesgo, los productores prefieren mantener sus sistemas de producción en niveles de rentabilidad moderada pero con bajo riesgo de pérdidas, a pesar del gran impacto en las reservas de agua.

Debe reconocerse que el impacto hidrológico de los sistemas de producción tiene gran importancia desde el punto de vista social, ya que no es la agricultura el único sector de usuarios, sino también la población y la industria, por lo que deben buscarse nuevas estrategias de adopción de tecnología para que se asegure la disponibilidad del recurso a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

Godoy A., C. 2004. Riego por goteo subsuperficial en tomate y chile. *In*: Godoy *et al*., Fertirriego en cultivos anuales y perennes. Libro Científico No. 2. INIFAP-CIRNOC-CELALA . Matamoros, Coahuila, México. pp. 141-161.

Jasso I., R., M. Luján F., G. F. Acosta R., R. Galván L., N. Chávez S. y M. Berzoza M. 2006. Requerimientos hídricos y manejo del agua de riego para producir chile jalapeño y chilaca de trasplante. Memoria Científica de la Tercera Convención Mundial del Chile, p. 277-282.

Jasso I., R., N. Chávez S., M. Berzoza M., S. H. Tarango R., M. Rivera M., A. Salas F. y J. Hernández C. 2005. Respuesta del nogal pecanero al suministro y calidad del agua de riego. Pp. 14-21 In: E. Sánchez Ch., J. M. Soto P., R. M. Yánez M., M. M. Mancera L. y A. Núñez B. (Editores). Memoria de Artículos en resúmenes y en extenso, XI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Chihuahua, Chih., México.

Luján F., M., F. J. Quiñones P., N. Chávez S., C. Guigón L., G. Avila Q., B. C. Macías L., M. Berzoza M. y G. F. Acosta R. 2006. Manejo Integral del chile jalapeño enfocado a incrementar su rentabilidad y sostenibilidad. Publicación Especial No. 12 INIFAP-CIRNOC-CEDEL 51 p. Delicias, Chihuahua, México.

Mendoza M., F. S., M. A. Inzunza I., M. M. Villa C., E. A. Catalán V., A. Román L., J. Martínez S., H. Macías R. y M. C. Potisek T. 2003. Respuesta del chile jalapeño al acolchado plástico y niveles de humedad con riego por goteo (cintilla). XV Semana Internacional de Agronomía, Facultad de Agricultura y Zootecnia, U. J. E. D. Gómez Palacio, Dgo, México. p. 489-494.

Moreno D., L., D. García A., y R. Faz C. 2000. Manejo del riego en la alfalfa. En: INIFAP-CIRNOC-CELALA, Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Matamoros, Coahuila. Pp. 109-132.

Potisek T., M. C., S. F. Mendoza M. y J. L. González B. 1999. Producción de chile jalapeño bajo riego por cintilla subsuperficial en dos regímenes de humedad y acolchado plástico. IX Congreso Nacional de Irrigación. Artículo ANEI-S19918. Culiacán, Sinaloa, México.

Roades, J. D. y J. Loveday, 1990 Salinity in irrigated agriculture. *In*: Stewart y Nielsen (Editores), Irrigation of Agricultural Crops. Monograph No, 30, Agronomy Series. Madison, Wisconsin, U. S. A. pp. 1089-1142.

Shuttleworth, W. J. 1993. Evaporation. In: D. R. Maidment, (Ed) Handbook of Hydrology. Mc. Graw Hill, Inc. pp. 4.1-4.53

PROMOTORES DEL ENRAIZAMIENTO, SUSTRATOS Y ECOTIPOS EN ESTACAS DE CANDELILLA

Magdalena Villa Castorena[1], Ernesto A. Catalán Valencia[1], Josefina Martínez Saldaña[1], Marco Antonio Inzunza Ibarra, Segundo F. Mendoza Moreno, Abel Román López

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID RASPA Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo, México.35140. (villa.magdalena@inifap.gob.mx)

INTRODUCCIÓN

La candelilla (*Euphorbia antisyphillitica* Zucc.) es un recurso vegetal nativo de las zonas áridas y semiáridas del norte de México donde la temperatura media anual es arriba de los 20°C y la precipitación anual fluctúa entre los 50 a 350 mm. Su distribución abarca los Estados de Durango, Zacatecas, Chihuahua, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Coahuila, siendo este último el más importante en superficie y producción, ya que participa con el 80% de la producción nacional (CONAFOR, 2005). Como respuesta adaptativa a las condiciones ambientales extremas de las zonas áridas y semiáridas, la candelilla produce la cera, la cual tiene numerosos usos industriales entre los que destacan: en la manufactura de cosméticos, en el recubrimiento de dulces y frutos, como diluyente en la cera de abejas, ceras para calzado, velas, aislantes eléctricos, crayones, lustradores para pisos, ungüentos, jabones, moldes, modelos dentales, materiales eléctricos y aislantes, cableado de computadoras, y fabricación de papel térmico (NAS, 1975; Dávila, 1981; Martínez, 1989; CONAFOR 2005).

También se considera que la candelilla tiene un gran futuro mundial, puesto que es de los llamados “petrocultivos” o cultivos de donde se puede obtener compuestos de hidrocarbono susceptibles de ser convertidos a combustibles (Mehrotra y Ansari, 1992) y de esta manera sería un recurso natural renovable, especialmente en las tierras desérticas donde la producción de otros cultivos es improbable. Diversos estudios señalan que la candelilla es tolerante a la salinidad a la sequía (Villa, 1992) y tiene buena adaptación a suelos calcáreos y pobres en cuanto a fertilidad (Flores *et al*., 1994).

Las primeras pruebas de propagación de la candelilla fueron realizadas por Flores (1941)(citado por Marroquín et al.,1964) y Nieto, 1987), quien utilizó plantas desahijadas de raíz, plantas completas que expuso al sol de 10 a 15 días, plantas arrancadas con raíz, cuyos tallos se cortaron a dos centímetros del nudo vital. Estos materiales se plantaron en un suelo removido y con buena humedad durante el verano e invierno. El reportó una mortalidad del 9 al 10% y que la propagación y multiplicación de la candelilla durante el invierno no requiere de una preparación esmerada del suelo, sin embargo en el verano si es necesaria.

Actualmente la candelilla se explota básicamente como un recurso silvestre y su método de recolección consiste en arrancar las plantas con la mano, lo que destruye el cuello de la planta y una parte de las raíces ocasionando la destrucción de los plantíos o la baja regeneración de ellos. De esta forma se tiene una sobreexplotación de la candelilla, implicando el desplazamiento cada vez mayor de los recolectores de esta planta y el aumento de las áreas degradadas de las comunidades vegetales donde crece (De la Garza y Berlanga, 1993) .

La producción de plántulas de candelilla mediante partes vegetativas en condiciones de vivero es una opción para la obtención de plantas vigorosas y sanas que sirvan para la reforestación de zonas degradadas y el establecimiento de esta especie vegetal en áreas de cultivo para estudiar su comportamiento. Sin embargo en la actualidad no existe o no está reportada la investigación sobre las técnicas de producción de plántula de candelilla en vivero.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de cuatro ecotipos, cuatro sustratos como medio de cultivo y cuatro sustancias químicas en el enraizamiento de estacas de candelilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en Gómez Palacio, Dgo. en un invernadero semicircular cubierto con plástico y ventilado en forma natural. Se evaluaron cuatro ecotipos: Viesca y Cuatrociénegas, Coah., Cuencamé y Tlahualilo, Dgo., cuatro sustratos como medio de cultivo: un suelo arenoso, mezcla arena+fibra de coco (1/2+1/2), arena+peat moss (1/2+1/2) y peat moss+perlita+vermiculita (1/3+1/3+1/3), y cuatro sustancias químicas para promover el enraizamiento: proroot, magic root, ácido fenoxiacético (AFA) a la concentración de 1500 ppm y un testigo sin tratar. La composición química del proroot y magic root se basa principalmente en nitrógeno, fósforo, auxinas y ácido fúlvico (Cuadro 1). Estas dos sustancias se manejaron a una concentración de 1750 ppm, para lo cual se mezclaron con maizena para disminuir su concentración inicial.

Cuadro 1. Composición química del pro root y magic root

Producto	Constituyentes	Concentración
Pro root	N total	11.0 %
	Fósforo aprovechable (P_2O_5)	55.0 %
	Ac. Naftalenacético (ANA)	2 800 ppm
	Ac. Indolbutírico	200 ppm
	Ac. Fúlvico	2.0 %
Magic root	N elemental (N)	12.0 %
	N amoniacal	12.0 %
	Fósforo aprovechable (P_2O_5)	60 %
	Auxinas	2 900 ppm
	Ac. Fúlvico	2.0 %

Se usó un diseño experimental de bloques al azar con diez repeticiones y un arreglo de tratamientos en parcelas subdivididas. La parcela grande comprendió a los ecotipos, la mediana a los sustratos y la chica a las sustancias promotoras del enraizamiento. De esta forma se tuvieron 64 tratamientos y 640 macetas en total.

Se colectaron plantas completas con raíz, sanas y vigorosas de cada uno de los lugares geográficos establecidos, se dejaron de cinco a siete días en un lugar sombreado, se llevaron al invernadero ahí se seleccionaron estacas de tallos de 20 cm con tres nudos. Estas se sellaron en la parte superior con vaselina y se trataron en su parte basal con una solución de captán 50 (un gramo por litro de agua) con el fin de prevenir pudriciones radiculares. Después se les trató con la sustancia química correspondiente a cada tratamiento. Para ello, se pusieron las sustancias en unos recipientes de plástico, previamente etiquetados, se cogieron grupos de 15 a 20 estacas y las partes basales de ellas se impregnaron con las sustancias, esto se hizo por un tiempo de cinco segundos. En seguida, las estacas se insertaron en bolsas de plástico negro calibre 600 con capacidad de 3.7 L, llenas con los diferentes sustratos estudiados y previamente regadas con agua; en cada bolsa se pusieron cuatro estacas.

Las estacas se regaron de dos a tres veces por semana, según las condiciones climatológicas. A los 60 días después de haber iniciado el estudio se registró el número de estacas enraizadas en cada tratamiento y se determinó el porcentaje de enraizamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los efectos principales de los ecotipos y promotores del enraizamiento, así como las interacciones ecotipos por promotor del enraizamiento y sustrato por promotor del enraizamiento fueron altamente significativos en el número de estacas enraizadas. En tanto que, los sustratos ni la interacción ecotipos por sustrato y ecotipos por sustratos por promotores del enraizamiento afectaron significativamente (α= 0.05) al enraizamiento de estacas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados del Análisis de Varianza de el Número de Estacas Enraizadas

Fuente	Grados de libertad	Significancia
Ecotipos	3	**
Sustratos	3	NS
Promotores del enraizamiento	3	**
EcotipoXSustrato	9	NS
EcotipoXP. del enraizamiento	9	**
SustratoXP. del enraizamiento	9	**
EcotipoXSustratoXP. del enraizamiento	27	NS

NS no significativo a un α = 0.05,
**** altamente significativo a un α = 0.01**

Los resultados de la interacción ecotipos por promotores del enraizamiento indican que el testigo (sin tratamiento químico) produjo el mayor porcentaje de estacas enraizadas en cada uno de los ecotipos (Cuadro 2). Cuatrociénegas, Coah., mostró el porcentaje más alto de estacas enraizadas en el testigo, proroot y magic root; mientras que Viesca fuel el de menor porcentaje, con tan sólo 1/3 y menos que las registradas en Cuatrociénegas. Todos los ecotipos tuvieron un porcentaje de estacas enraizadas significativamente bajo con el ácido fenoxiácetico, fluctuando entre 7.5% para Cuencamé y un 10% para los otros tres ecotipos.

Magic root produjo más estacas enraizadas que pro root y el ácido fenoxiacético en Tlahualilo y Cuencamé pero significativamente menor que con el testigo (sin tratar). Las tres sustancias químicas produjeron pocas estacas enraizadas en Viesca. El mayor porcentaje de estacas enraizadas se obtuvo con el ecotipo Cuatrociénegas y sin tratamiento químico (65%, Cuadro 2).

Los resultados anteriores muestran que las sustancias químicas estudiados tuvieron un efecto negativo en el enraizamiento de las estacas ya que estas produjeron menos estacas enraizadas que el testigo (sin tratamiento químico). Estudios anteriores señalan que la planta de candelilla enraíza muy fácilmente sin necesidad de tratamientos químicos (De la Garza *et al*, 1992), aunque esos resultados se reportan en plantas o tallos.

Cuadro 2. Comparación de medias del porcentaje de estacas enraizadas en la interacción ecotipos X promotores del enraizamiento

Ecotipo	Promotor del Enraizamiento	Media (%)
Cuatrociénegas	Sin tratar	65.0 a
Cuatrociénegas	Pro root	45.0 b
Cuatrociénegas	Magic root	45.0 b
Cuatrociénegas	Ac. Fenoxiacético	10.0 d
Tlahualilo	Sin tratar	42.5 b
Tlahualilo	Pro root	12.5 d
Tlahualilo	Magic root	20.0 c
Tlahualilo	Ac. Fenoxiacético	10.0 d
Cuencamé	Sin tratar	52.5 b
Cuencamé	Pro root	17.5 d
Cuencamé	Magic root	32.5 c
Cuencamé	Ac. Fenoxiacético	7.5 d
Viesca	Sin tratar	25.0 c
Viesca	Pro root	7.5 d
Viesca	Magic root	10.0 d
Viesca	Ac. Fenoxiacético	10.0 d

Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan, α = 0.05)

Al analizar la interacción sustrato X promotores del enraizamiento, se tienen que el testigo produjo los mayores porcentajes de estacas enraizadas en cada uno de los sustratos estudiados, en tanto que, el ácido fenoxiacético ocasionó el menor (Cuadro 3). El pro root y el magic root tuvieron un efecto similar en el enraizamiento de estacas en los sustratos estudiados, excepto en el suelo arenoso donde resultó ser significativamente superior. El sustrato peat moss+perlita+vermiculita con estacas sin tratar mostró el mayor porcentaje de enraizamiento aunque no fue estadísticamente diferente a la arena+fibra de coco y estacas sin tratamiento químico.

De forma similar que en la interacción ecotipos X promotores del enraizamiento, las estacas sin tratamiento químico en los cuatro sustratos evaluados mostraron el mayor enraizamiento, confirmando una vez más que las estacas de candelilla no responden a los promotores del enraizamiento.

Cuadro 3. Comparación de medias del porcentaje de estacas enraizadas en la interacción sustrato X promotores del enraizamiento

Sustrato	Promotor del Enraizamiento	Media (%)
Peat moss+Perlita+Vermiculita	Sin tratar	56.3 a
Peat moss+Perlita+Vermiculita	Pro root	21.3 d
Peat moss+Perlita+Vermiculita	Magic root	28.3 cd
Peat moss+Perlita+Vermiculita	Ac. Fenoxiacético	8.3 e
Arena+Peat moss	Sin tratar	37.5 b
Arena+Peat moss	Pro root	20.8 d
Arena+Peat moss	Magic root	23.8 d
Arena+Peat moss	Ac. Fenoxiacético	4.5 e
Arena+Fibra coco	Sin tratar	49.5 a
Arena+Fibra coco	Pro root	22.0 d
Arena+Fibra coco	Magic root	20.0 d
Arena+Fibra coco	Ac. Fenoxiacético	8.3 e
Suelo arenoso	Sin tratar	41.3 b
Suelo arenoso	Pro root	18.8 d
Suelo arenoso	Magic root	32.5 bc
Suelo arenoso	Ac. Fenoxiacético	15.0 de

Medias con la misma letra no son diferentes (Duncan, $\alpha = 0.05$)

CONCLUSIONES

Los ecotipos, promotores del enraizamiento, interacción entre estos dos factores entre el sustrato y promotor del enraizamiento afectaron de manera significativa al porcentaje de estacas enraizadas.

Los tratamientos químicos no produjeron un efecto positivo en el enraizamiento de estacas dentro de ningún ecotipo y sustrato evaluado.

El ecotipo Cuatrociénegas combinado con el testigo (sin tratamiento químico) manifestó el porcentaje de estacas enraizadas más alto.

El sustrato peat moss+perlita+vermiculita con estacas sin tratar mostró el mayor porcentaje de enraizamiento.

BIBLIOGRAFIA

Dávila, A. H. 1981. Métodos de reproducción de candelilla (*Euphorbia antisyphillitica*). Primera Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles del Desierto, México, D.F. Publicación Especial No. 31, INIF.pp 346-350.

De la Garza de la P. F. E. y C. A. Berlanga R. y F. J. Tovar V. 1992. Guía para el establecimiento y manejo de plantaciones de candelilla. Folleto Divulgativo No. 2. SARH. INIFAP. Campo Experimental La Sauceda. Saltillo, Coah. Méx.

De la Garza de la P. F. E. y C. A. Berlanga R. 1993. Metodolgía para la evaluación y manejo de candelilla en condiciones naturales. Folleto Técnico N. 5. INIFAP Campo experimental "La Sauceda". Saltillo, Coah, Méx. 46 p.

Flores M. J.C., S. A. Ortega R y E. Villavicencio R. 1994. El cultivo de la candelilla en la Comarca Lagunera. Folleto para Productores No. 2. INIFAP. Campo experimental de la Laguna. Matamoros, Coah. México.

CONAFOR. 2005. La Candelilla. http://www .conafor.gob.mx/revista_forestal /vol207). Consultado el 23 de septiembre del 2005.

Martínez, E. M. 1989. Importancia socioeconómica de la producción y perspectiva del mercado de la cera de candelilla. Tesis de Maestría. UAAAN, Saltillo, Coah. Méx.

Marroquín, J.S., G. Borja L., R. Velásquez C. y J.A. De la Cruz C. 1964. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México. Publicación Especial No. 2. S.A.R.H. INIF, México, D.F. 166 p.

Mehrotra, N. K. and Ansari, S. R. 1992. Response of micronutrients application to biomass, candelilla wax and biocrude of *Euphorbia antisyphillitica* Zucc. grown on gomti uplan allubium. Annals of Arid Zone. 31:49-52.

National Academy of Sci. (NAS). 1975. Underexploited tropical plants with promising economic value. National Academy of Sciences. Washington, D.C., U.S.A. 188 p.

Nieto, R. R. 1987. La candelilla (*Euphorbia antisyphillitica* Zucc.) implicaciones sobre su domesticación y mejopramiento genético. Monografía. UAAAN. Saltillo, Coah., Méx. 106 p.

Villa, N. M. A. 1992. Comportamiento de la candelilla (*Euphorbia antisyphillitica* Zucc.) bajo diferentes grados de salinidad a un año de transplante. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah., México.

RESPUESTA DEL CULTIVO DE KENAF A LA DENSIDAD DE POBLACION Y AL REGIMEN DE RIEGO

Magdalena Villa Castorena[1], Ernesto A. Catalán Valencia[1], Marco A. Inzunza Ibarra[1], S. Felipe Mendoza Moreno[1] y Salvador Berúmen Padilla[2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CENID RASPA Km 6.5 margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo, México.35140. [2] Universidad Juárez del estado de Durango, FAZ. (villa.magdalena@inifap.gob.mx)

INTRODUCCIÓN

El kenaf (*Hibiscus cannabin*us L.) es un cultivo anual herbáceo de rápido crecimiento que produce un rendimiento alto de fibra por hectárea, así como una gran cantidad de hojas. La fibra del tallo es apropiada para diversos usos en la industria entre las que destaca la obtención de pasta para la elaboración de papel (Nielsen, 1998; Phillips *et al*., 1996). Como esta fibra es menos dura que la de madera de pino, se requieren menos químicos y consume menos energía que la mayoría de los procesos de obtención de pulpa de maderas y es así menos contaminante (Taylor, 1993; Webber, 1993). De esta forma el cultivo de kenaf es un recurso que se renueva cada año y el uso de este disminuye la destrucción de los bosques que son importantes en el equilibrio ecológico.

El kenaf es también una fuente importante para la alimentación de ganado, puesto que el contenido de proteína cruda de las hojas varía desde un 21 hasta un 34%, mientras que el del tallo de un 10 a un 12%, y el de la planta entera de un 16 a un 23 % (Dicks *et al*., 1992). Sin embargo, esos contenidos de proteína cambian con la edad de la planta y el manejo del cultivo (Webber, 1993; Muir, 2001; Muir, 2002).Otros usos de los productos del kenaf son la fabricación de materiales de construcción, elaboración de mezclas para sustrato de cultivos hidropónicos, adsorbentes, elaboración de fibras y cuerdas (Webber y Bledsoe, 2002).

El cultivo de kenaf es una especie tolerante a alta salinidad y alcalinidad, características comunes en las regiones áridas, y produce rendimientos aceptables bajo condiciones de baja disponibilidad de agua (Dicks *et al*., 1992; Nielsen, 1998; Villar *et al*, 2001; Unger, 2001). Algunas industrias nacionales empiezan a interesarse en desarrollar o adquirir nuevas tecnologías para la elaboración de productos de kenaf por lo que es necesario impulsar la investigación orientada a desarrollar los sistemas de producción de este cultivo en las áreas de producción actual y en nuevas áreas de expansión futura como son las zonas áridas del norte del país. Por lo que se plantea el presente estudio con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo de kenaf a la densidad de población y al régimen de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el CENID RASPA, ubicado en Gómez Palacio, Dgo., durante el ciclo agrícola verano del 2004. Se probaron tres densidades de población: 250 (D1), 200 (D2) y 150 (D3) mil plantas por ha, y tres calendarios de riego: Presiembra (P)-35-25-20-20 (R1), P-35-45 (R2) y P-35-25 (R3) días entre riegos. Se utilizo un diseño experimental bloques al azar con un arreglo de tratamientos factorial 3X3 y cuatro repeticiones.

La preparación del terreno consistió de barbecho, rastreo, nivelación y formación de melgas de 10 m de ancho por 20 m de largo. Se aplicó un riego de presiembra, se rastreó y se sembró en forma mecánica utilizando la variedad Everglades 41. La separación entre hileras fue de 80 cm y la distancia entre plantas varió de acuerdo a la densidad de población. La dosis de fertilización fue de 140-60-00, la cual se aplicó en dos eventos: al momento de la siembra (1/3 de N y todo el P) y en el primer riego de auxilio (3/4 de N). Los riegos se aplicaron a cada parcela con tubería de compuerta para la conducción y aplicación del gasto requerido: La cantidad de agua proporcionada fue la necesaria para reponer a capacidad de campo, para lo cual se hicieron muestreos gravimétricos un día antes del riego.

Las labores culturales consistieron de un paso de rodillo a los 15 días después de la emergencia, dos escardas después de los dos primeros riegos de auxilio y control de plagas, principalmente de mosquita blanca. Parta esto se aplicó con el tractor el insecticida Plenum 50 GS a razón de un litro por ha.

Las variables de respuesta fueron materia seca del tallo, altura de la planta, número de nudos e índice de área foliar, estas fueron evaluadas al momento del 50% de la floración y en tres plantas por repetición. El análisis de datos se hizo mediante el proc glm del SAS versión 6.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto principal del riego en las variables evaluadas fue significativo, en tanto que la densidad de población sólo afectó de manera significativa a la materia seca del tallo, e índice de área foliar. La interacción del riego y la densidad de población fue altamente significativa para la materia seca del tallo, altura de planta e índice de área foliar (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados del ANOVA para las variables materia seca del tallo (MST), altura de planta, índice de área foliar (IAF) y número de nudos por planta

Fuente de variación	MST (kg ha^{-1})	Altura de planta (cm)	IAF	No. de nudos

Bloques	NS	NS	NS	NS
Riegos	**	**	**	*
Densidad	**	NS	**	NS
RiegoXDensidad	**	**	**	NS

NS no significativo a un α = 0.05,

* significativo a un α = 0.05

** altamente significativo a un α = 0.01

La interacción riego por densidad de población para la producción de materia seca del tallo se muestra gráficamente en la Figura 1. La materia seca del tallo incrementó significativamente (42%) al reducir la población de 250 a 200 mil plantas por ha dentro del tratamiento de riego R1, sin embargo, se redujo en un 20% al disminuir a 150 mil plantas por ha (Figura 1). Con el riego R2, la materia seca del tallo fue similar con 250 y 200 mil plantas pero se redujo significativamente (29%) con 150 mil plantas por ha.

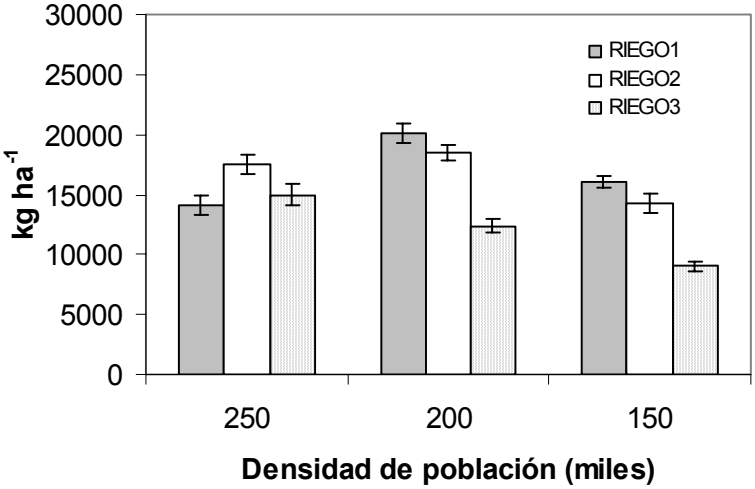


Figura 1. Efecto de la densidad de población y el riego en la producción de materia seca del tallo. Las líneas verticales indican ± el error estándar.

De manera diferente a los dos tratamientos de riego anteriores, dentro del riego R3, la materia seca del tallo se redujo significativamente a medida que se reducía el número de plantas por ha (Fig. 1). El tratamiento de riego más húmedo y la densidad de población intermedia (200 mil plantas por ha) mostró la mayor producción de materia seca del tallo con respecto al resto de los tratamientos. En cambio, la combinación de riego R3 (P-35-25) y la población baja (150 mil plantas) manifestó la menor producción.

La altura de planta fue similar en las tres densidades de población dentro del tratamiento con mayor número de riegos (R1) y esta fue superior al resto de los tratamientos (Fig. 2),

indicando de esta forma el efecto decisivo de la cantidad y oportunidad del riego en esta variable. Dentro del riego R2 (P-35-45) la altura de planta se disminuyó al reducir de 250 a 200 y 150 mil plantas por ha, pero se incrementó con el R3 (P-35-25).

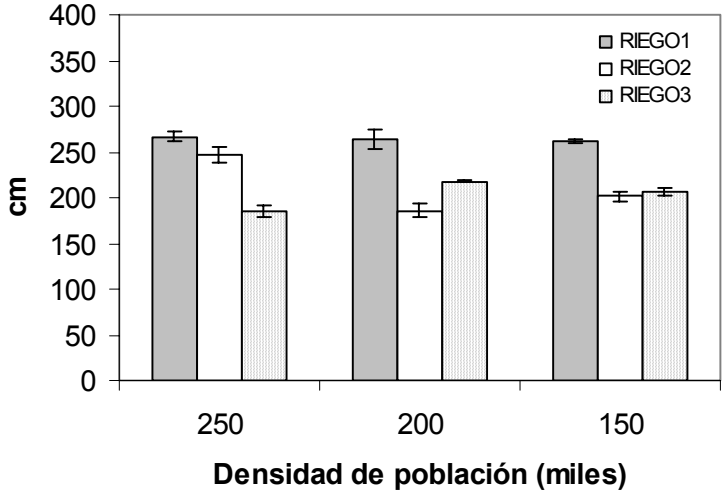


Figura 2. Efecto de la densidad de población y el riego en la altura de planta. Las líneas verticales indican ± el error estándar.

El IAF disminuyó en forma significativa con la reducción del número de plantas por ha dentro del riego R1. También se redujo al cambiar de 250 a 200 mil plantas por ha dentro del riego R2 (Cuadro 2), pero se mantuvo al reducir a 150 mil plantas por ha. Por el contrario, el IAF incrementó significativamente al disminuir la población de 250 a 200 mil plantas por ha en el riego R3, para luego reducirse nuevamente con 150 mil plantas por ha. Estos resultados muestran que el IAF fue mayor con la alta población dentro de los riegos R1 y R2, pero con el riego R3 se produjo con la población de plantas intermedia.

Dentro de la alta población, el IAF se disminuyó significativamente con el tratamiento de riego, alcanzando reducciones del 58% en el R3 con respecto al IAF del R1 (Cuadro 2). Con la población intermedia, el mayor IAF se obtuvo con el R1 y la menor con el R2, mientras que con la menor población de plantas, también el mayor IAF se registró con el riego R1 y los otros dos tratamientos de riego produjeron menor pero similar IAF. El máximo IAF se observó en el tratamiento de riego más húmedo y con la población de plantas más alta.

Cuadro 2. Medias de índice de área Foliar (IAF) y número de nudos por planta

Riego	Densidad de población	IAF	No. de nudos
(R1) P-35-25-20-20	250 000	11.3 a	69
(R1) P-35-25-20-20	200 000	9.8 b	76
(R1) P-35-25-20-20	150 000	5.2 c	61

Media			69 a
(R2) P-35-45	250 000	9.6 b	68
(R2) P-35-45	200 000	3.0 d	52
(R2) P-35-45	150 000	3.8 d	54
Media			58 c
(R3) P-35-25	250 000	4.7 cd	65
(R3) P-35-25	200 000	6.3 c	70
(R3) P-35-25	150 000	3.9 d	61
Media			65 b

Medias con la misma letra no son diferentes (Duncan, α = 0.05)

Las plantas que se regaron con el máximo número de riegos mostraron la mayor cantidad de nudos, mientras que las que se regaron con un riego de presiembra y dos auxilios, espaciados a los 35 y 45 días (R2) tuvieron menos nudos por planta (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

La densidad de población y el régimen de riegos afectaron de manera combinada a la producción de materia seca del tallo, altura de planta e índice de área foliar.

El tratamiento de riego más húmedo (P-35-25-20-20) y la densidad de población intermedia (200 mil plantas por ha) produjo la mayor materia seca del tallo con respecto al resto de los tratamientos.

La mayor altura de planta se registró en las tres densidades de población regadas con el riego R1. El máximo IAF se observó en la población de plantas más alta y con el riego R1.

BIBLIOGRAFIA

Dicks, M. R. Jobes, B. Wells y J. Zhang. Kenaf: Potential alternative forage for the southern plains stocker cattle enterpraise. Current Farm Economics:25-39.

FAO, 1995. Conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos en América Central y México. Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos Fitogenéticos. Anexo 2 del informe de la reunión subregional sobre los recursos fitogenéticos para América Central, México y el Caribe. San José, Costa Rica.

Muir, J. P. 2002. Effect of dairy compost application and plant maturity on forage kenaf cultivar fiber concentration and in sacco disappearance. (Forage & Grazing Lands). Crop Science 42:248-254.

Muir, J. P. 2001. Dairy compost, variety and stand age effects on kenaf forage yield, nitrogen and phosphorus concentration and uptake. Agron. J. 93:1169-1173.

Nielsen, D.C. 1998. Forage characteristics of kenaf grown on an irrigation gradient. p. 103. In 1998 Agronomy abstracts. ASA, Madison, WI.

Phillips, W.A., S. Rao, D.L. von Tungeln, y G.Q. Fitch. 1996. Digestibility of freshly harvested, ensiled, and mature kenaf by sheep. The Prof. Anim. Sci. 12:99–104.

Taylor, C.S. 1993. Kenaf: An emerging new crop industry. p. 402-407. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York.

Unger, P. W. 2001. Alternative and opportunity dryland crops and related soil conditions in the southern great plains. Agron. J. 93:216-226.

Villar, J. C., P. Poveda, J. L. Tagle. 2001. Comparative study of Kenaf varieties and growing conditions and their effect on kraft pulp quality. Wood Science and Technology 34:543-552.

Webber, C.W., 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. y V. K. Bledsoe. 2002. Plant maturity and kenaf yield components. Industrial Crops and Products.16:81-88.

AGRICULTURA DE PRECISION: UNA ALTERNATIVA VIABLE EN LA COMARCA LAGUNERA.

Juan G. Martínez Rodríguez[1], Gregorio Nuñez Hernández [1]y Rodolfo Faz Contreras [1]

[1]Investigador INIFAP – CIRNOC – CELALA, Matamoros, Coah.
e-mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

La agricultura de precisión (AP) es una estrategia de manejo que utiliza información detallada y especifica de un sitio o rancho para manejar de manera precisa los insumos utilizados en los sistemas agrícolas. La idea general es conocer las características únicas del suelo y del cultivo de cada sección del terreno, y de esta manera optimizar la distribución de los insumos de producción en las diferentes partes del campo. La filosofía detrás de la agricultura de precisión es que los insumos de producción (semilla, fertilizante, agroquímicos, etc.) deben de aplicarse solo en las cantidades necesarias y en las áreas que así lo requieran para lograr producciones más redituables. En la agricultura actual, los productores tienden a manejar cada tabla como una unidad independiente. Y aunque reconocen la variabilidad que existe dentro de cada tabla, tienen pocas herramientas para manejar dicha variabilidad. Como resultado, los productores toman decisiones con base a condiciones promedio en el campo, esperando que la aplicación de los insumos agrícolas sea adecuada para la mayor parte del terreno. La agricultura de precisión utiliza las tecnologías de información para dividir un campo en unidades más pequeñas de tal manera que se determinen las características propias de cada una de estas unidades. De esta manera el productor puede depositar los insumos en el lugar preciso y en la cantidad necesaria para maximizar el rendimiento económico de sus cultivos. Para entender por completo como la agricultura de precisión trabaja, debemos familiarizarnos con las herramientas y técnicas que crean la infraestructura de esta relativamente nueva forma de manejo agrícola.

Este trabajo tiene como objetivo presentar los diferentes sistemas que de manera integral están incluidos en la así llamada agricultura de precisión, así como también, algunas consideraciones importantes en el uso de esta tecnología.

COMPONENTES EN AGRICULTURA DE PRECISION

Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Es un sistema de navegación, el cual sirve para proveer al usuario de información de alta precisión de navegación y ubicación exacta en tres dimensiones (Latitud, Longitud y Altitud).

Este sistema fue puesto en servicio en 1978 y es administrado por el Departamento de Defensa de los EUA, único responsable de su precisión y mantenimiento, quien puede degradar la señal de los satélites produciendo error en los posicionamientos puntuales, a esta degradación se le conoce como Disponibilidad Selectiva y tuvo que ser eliminada con la introducción de sistemas GPS operados por otros países, beneficiándose directamente todos los usuarios de aplicaciones civiles. El GPS se compone de tres segmentos los cuales son importantes para obtener la información requerida.

Segmento espacial. Constituido por la constelación de 27 Satélites, 24 satélites disponibles y tres de reserva. La transmisión continua de la señal en dos frecuencias. Los satélites están ubicados en seis planos órbitales con inclinación de 55° con respecto al Ecuador. Los ángulos de separación orbital de 60°. Los satélites orbitan a una altura aproximada de 20,200 km. sobre la superficie de la tierra. La vida útil es de 75 años y llevan un reloj atómico de Cesio-Rubidio con una precisión de nonasegundos (0. 000 000 001 seg.).

Segmento de control. Está integrado por 5 estaciones de rastreo y monitoreo para realizar la corrección de los relojes de los satélites y de las efemérides, se ubican en Colorado Springs (Centro de Control), Ascensión, Isla Diego García, Kwajailen, Hawai y cinco estaciones suplentes de rastreo ubicadas en Australia, Quito, Buenos Aires, Barhrein e Inglaterra. En estas se realizan las siguientes funciones: observan a los satélites constantemente; envían datos al Centro de Cálculo; el Centro de Control determina el tiempo del GPS, corrigen las órbitas de los satélites y envían mensaje a los satélites

Segmento usuario. Recibe la señal desde los satélites y la utiliza para calcular la ubicación de un punto fijo o un punto móvil. Este segmento esta constituido por una antena que recibe la señal de los satélites; el receptor, que registra los datos transmitidos y calcula la distancia receptor-satélite y el procesador que convierte los datos en una posición tridimensional y almacena la información obtenida. Dado que la precisión requerida en este tipo de agricultura es necesario contar con un GPS que permita la corrección diferencial (DGPS). Esto permitirá que la exactitud de los posicionamientos geográficos se localice en un rango de unos cuantos centímetros.

Sistemas de Información Geográfica (GIS).

Se utilizan para manipular, presentar y analizar los datos almacenados con valores referenciados geográficamente. Este tipo de software esta disponible en una amplia gama de capacidades y precios. Los hay de bajo costo y se utilizan primordialmente para la generación de mapas e imágenes y tienen poca capacidad de procesamiento y análisis. En el otro extremo,

se encuentran los de alto costo, los cuales presentan alta capacidad para procesamiento y análisis de la información. Este es el tipo de software que se requiere en la agricultura de precisión. Aspectos como: edición de datos, funciones de interpolación, trazo de contornos y análisis estadístico deben ser considerados por usuarios potenciales.

Diferentes tipos de datos pueden utilizarse para describir las características de un terreno. Algunos de ellos son: textura de suelo, contenido de materia orgánica, salinidad, estado nutrimental, rendimiento, etc. Cada una de estas características se almacena como una capa de información. Conceptualmente un terreno puede describirse como un apilamiento de capas de información. La Figura 1 presenta una capa de información que contiene la distribución espacial de la concentración de fósforo en el suelo determinada a través del muestro de suelo y utilizando técnicas de interpolación.

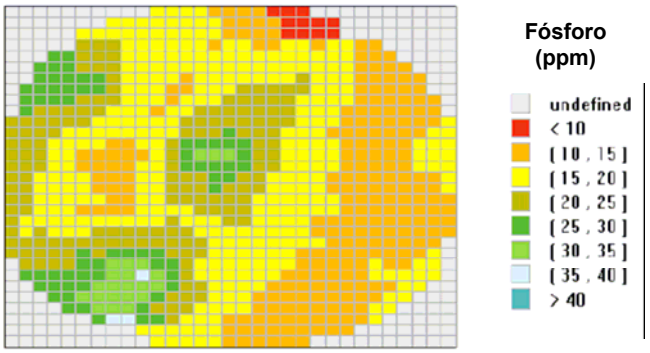


Figura 1. Concentración de fósforo en el suelo determinado por interpolación.

Tecnología de dosis variable (TDV).

Esta tecnología describe maquinas ó equipos que pueden cambiar automáticamente la dosis de aplicación en respuesta a su posición. Los sistemas TDV están disponibles para utilizarse en la aplicación de una gran variedad de productos como: sustancias granulares, así como en fertilizantes líquidos, agroquímicos, semillas y agua de riego. Los equipos TDV más ampliamente conocidos son los aplicadores de agroquímicos que controlan hasta once diferentes materiales al mismo tiempo. Los aplicadores TDV consisten de un controlador, que ajusta la tasa de aplicación del material, un sistema de posicionamiento, y un mapa con las dosis deseadas por aplicar en el campo (Figura 2).

En una maquina convencional, el operador controla la tasa de aplicación simplemente oprimiendo un botón que indica la tasa de aplicación deseada, el cual se encuentra en el panel de la consola en la cabina. Integrando las bases de datos de los equipos GIS con la información

de los GPS, la tasa de aplicación cambia automáticamente a medida que el tractor cubre el campo.

Figura 2. TDV con aplicador múltiple para uso en múltiples cultivos.

Monitor de rendimiento (MR).

El monitor del rendimiento es otra importante técnica en agricultura de precisión. Los mapas de rendimiento de los cultivos presentan la variabilidad de la producción en el lote o tabla. Un sistema de mapeo del rendimiento mide y registra la cantidad de grano cosechado en cualquier punto en el campo, junto con la posición de la cosechadora. Para la generación de mapas de rendimiento, la cosechadora debe estar equipada con un receptor GPS y un monitor de rendimiento. El MR puede ser un medidor de flujo o una báscula. En el primer caso, el sistema mide la tasa de flujo y la humedad del grano, marca los datos y el tiempo para que coincidan con la posición en que el grano fue cosechado y divide la tasa del flujo entre el área de cosecha de la máquina para obtener el rendimiento por unidad de área (ton ha $^{-1}$). Los resultados de rendimiento medido se envían a la computadora, en donde se hacen coincidir con la posición geográfica apropiada en el campo y se almacenan en la computadora. La información así guardada, puede utilizarse en los GIS para la obtención de mapas de rendimiento (Figura 3), los cuales son de mucha utilidad para el productor, ya que puede detectar áreas con altas o bajas producciones y así la aplicación e insumos puede ajustarse diferencialmente para maximizar la productividad del campo.

IMPORTANCIA DE LA VARIABILIDAD

Respecto a las diferentes situaciones que se suelen dar a campo, pueden mencionarse diferencias a la hora de obtener información de ensayos según el grado de variabilidad que exprese un lote. Por ejemplo, hay campos que no poseen variabilidad de suelos, relieve, ni de diferentes tipos de manejos anteriores. En estos campos, el objetivo no debería ser manejarlos

a futuro con insumos variables, dado que las inversiones realizadas en esa maquinaria para hacer las variaciones difícilmente se recuperen económicamente. En estos casos, se podrían estar buscando resultados sobre factores de manejo e información sobre distintos tipos de ensayos en diferentes cultivos como trigo, soya, maíz, sobre distintas dosis de fertilización, diferentes velocidades de siembra, diferentes cultivares, etc. Estos ensayos mejorarían el criterio técnico para ser más eficientes en el manejo promedio tradicional, obteniendo allí, un beneficio económico concreto sin tener que llegar a la dosificación de insumos variables.

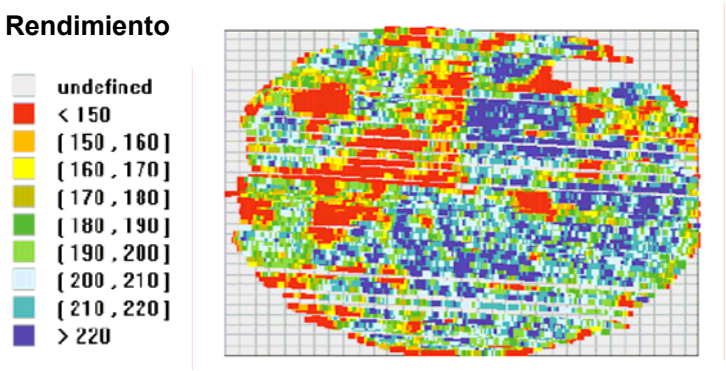


Figura 3. Monitoreo espacial del rendimiento.

En caso de que el lote no presente variabilidad espacial para ser manejado en diferentes sitios, la utilidad de la tecnología de Agricultura de Precisión se restringe muchas veces a la recolección de datos de factores de rendimiento, y al mejoramiento de los insumos en forma tradicional; para esto, la metodología de ensayos de máquina dividida es una excelente alternativa.

Cuando se presentan lotes con alta variabilidad de rendimiento, ya sea por relieve, tipo de suelos o manejo anterior, podemos estar recopilando información de gran valor como en el caso del mapa anterior, aunque con mayor utilidad, dado que estos resultados se ajustarán a los diferentes sitios que presente el lote; o sea, los sitios serían las zonas a manejar como unidades diferentes (Figura 4). Sitios de alta potencialidad y de baja potencialidad de rendimiento, serían los extremos, y dentro de ellos habría varios sitios intermedios -siempre que sea factible su manejo diferencial.

En lotes como el de la Figura 4, podemos observar que la variabilidad está presente de manera muy importante, y que podrían determinarse 2 sitios claramente definidos a los que pueden caracterizarse por medio de muestreos dirigidos de suelo, y así, poder realizar un manejo diferencial de insumos, variedades, híbridos, dosis de fertilización, distanciamiento entre hileras, etc.; de esta manera, el círculo de la Agricultura de Precisión se cumple.

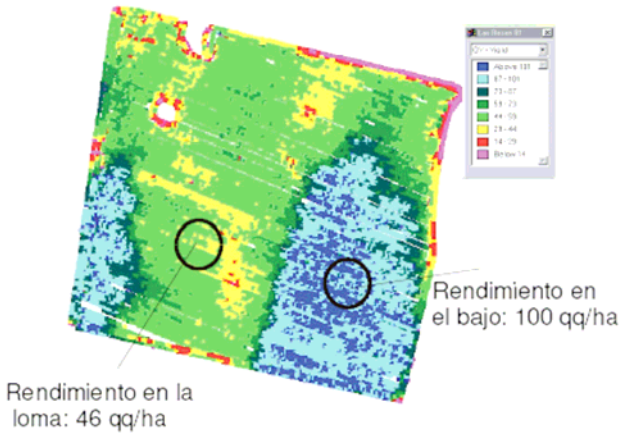


Figura 4. Mapa de rendimiento con alta variabilidad.

CONCLUSIONES

La agricultura de Precisión (AP) es un término cada vez más usado. Este concepto está ligado a diferentes significados, algunos lo asocian con tecnología de información, sensores y mapas, otros lo ven como el futuro de la agricultura y para los investigadores es una oportunidad. Este futuro es visualizado como la posibilidad de manejar cada insumo (semilla, fertilizante, riego, herbicidas, fungicida y otros) de una manera específica por sitio, es decir, de acuerdo con las necesidades particulares 1de cada zona o lote. Este manejo específico por sitio de la agricultura permitiría incrementar los rendimientos, disminuir los costos y reducir el impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

Cook, S. E., R. J. Corner, G. Mussel, G. Reithmuller, and M. D. Maitland. 1996. Precision agriculture and risk analysis: An Australian example. Pp. 1123-1132 in Precision Agriculture: Proceedings of the Third International Conference on Precision Agriculture, P. C. Robert, R. H. Rust, and W. E. Larson, eds. Madison, Wis.: American Society of America, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America.

National Academy of Sciences. 1997. Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and Information Technologies in Crop Management. Committee on Assessing Crop Yield: Site-Specific Farming, Information Systems, and Research Opportunities, National Research Council. 168 p.

Starr, G. C. 2005. Assessing temporal stability and spatial variability of soil water patterns with implications for precision water management. Elsevier. Agr. Water Manage. 72:223-243.

Whitney, J. D., Q. Ling, W. M. Miller and T. A. Wheaton. 2001. A DGPS yield monitoring system for Florida citrus. Applied Engineering in Agriculture 17(2):115–119.

Zhang, N., M. Wang y N. Wang. 2002. Precision Agriculture – a world overview. Computers and Electronics in Agriculture. 36: 113-132.

INDICADORES AMBIENTALES DE SUSTENTABILIDAD EN LA AGRICULTURA: I. SUELOS Y AGUA

Juan G. Martínez Rodríguez.[1], Gregorio Nuñez Hernández. [1], y Andres Quiñónes Chavez.[2]

[1]Investigador INIFAP – CIRNOC – CELALA, Matamoros, Coah.
2 Investigador INIFAP – CIRNOC – CEVAG, Durango, Dgo.
e -mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

En los últimos años se ha llegado a un consenso mundial acerca de la necesidad de un desarrollo sostenible. Además de un cambio de perspectiva acerca del desarrollo, el concepto del desarrollo sostenible implica nuevas demandas. Una de éstas es la producción de la información, la cual jugar un papel crítico, puesto que ella puede proveer de bases firmes al proceso de toma de decisiones y al seguimiento del desarrollo. Dentro de esta información, los indicadores ambientales son una herramienta importante para el uso sostenible y el manejo de los recursos ambientales ya que pueden orientar la formulación de políticas al proporcionar una valiosa información acerca del estado actual de los recursos. De forma tal que pueden desempeñar una función activa para el mejoramiento de los procesos de formulación de políticas. El desarrollo de herramientas fáciles de usar y el empleo de un marco conceptual común para el desarrollo de indicadores, facilitan no sólo la transformación de datos en información útil, sino también la elaboración de estrategias para la elaboración de políticas y la planificación. De esta manera, la Conferencia sobre Desarrollo Humano en Estocolmo, Suecia y más aún en la Cumbre de Río en 1992 derivaron la recomendación del uso de criterios e indicadores para medir el avance de la compatibilidad social, económica y ambiental en los países participantes, a través de la Agenda 21.

Algunas organizaciones internacionales y gobiernos han propuesto el establecimiento de criterios e indicadores que les permita distinguir el desempeño ambiental basados en el desarrollo sostenible. Sin embargo, los métodos y herramientas han sido escasos y solo es posible mencionar algunos ejemplos exitosos como el de la OCDE con su Modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER), que propone un marco de políticas internacionales y nacionales en base a la estadística ambiental; mientras que por otra parte, el caso de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN) que promueve el método MARPS (Mapeo Analítico, Reflexivo y Participativo de la Sostenibilidad) el cual se aplica a un nivel comunitario. Estas dos resultan ser las mejores experiencias en la detección y aplicación de criterios e indicadores ambientales y de sostenibilidad.

En el contexto nacional, la estadística nacional esta cada vez más comprometida en informar al mundo sobre la situación que guarda el medio ambiente del país, a través de las Estadísticas y Cuentas Ambientales, Indicadores de Desarrollo Sostenible, entre otros documentos.

Los países integrantes de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico reconocen a la agricultura como el principal factor (si bien no el único) de contaminación del suelo y las aguas superficiales y subterráneas (OECD, 2001). La importancia en la prevención, y rehabilitación de suelos y aguas contaminadas queda de manifiesto en los diferentes tratados que han sido establecidos por los países miembros. Entre ellos se cuentan: Convención para la protección de corrientes de agua y lagos transnacionales en Helsinki 1992; Convenciones de Oslo y Paris, Protección de la contaminación marina; International Joint Commission Agreement on Great Lakes Water Quality in North America y la European Union Water Framework Directive.

Este documento tiene como objetivo presentar los indicadores ambientales que definen la calidad del suelo y el agua, en actividades agrícolas, definidos por la OCDE y que rutinariamente son medidos y reportados por los países miembros de este organismo.

INDICADORES DE CALIDAD DEL SUELO

El estudio de la calidad del suelo está íntimamente ligado con el estado de fertilidad del mismo y los aspectos de degradación del suelo los cuales se clasifican en: a) aspectos físicos (i.e. erosión y compactación), b) aspectos químicos (i.e. salinización y sodificación) y c) aspectos biológicos (i.e. decline en materia orgánica). A continuación se presentan algunos indicadores de calidad del suelo. Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (OECD, 2001) enlista los indicadores de calidad del suelo que a continuación se describen:

Indicador de Riesgo de Erosión Hídrica (RE_h). Es la superficie sujeta a erosión hídrica por encima de un cierto nivel de referencia. Se define como:

$$RE_h = \frac{R * K * LS * C * P}{T}$$

donde:

R = factor de erosividad de la lluvia; K = factor de erodibilidad del suelo; LS = factor de pendiente; C = factor de manejo del cultivo; P = factor de manejo de conservación;

T = Pérdida tolerable de suelo (1-5 ton/ha/año).

La manera en que este indicador está formulado destaca la necesidad de determinar los factores de manejo del cultivo, así como del manejo conservacionista de las tierras de la región de estudio. El monitoreo de este indicador, si bien requiere de determinar valores de C y P por medio de investigación preliminar, es de suma importancia en áreas donde se ha practicado el sobre pastoreo con consecuencias negativas significativas que se aprecian en la Figura 1.

Figura 1. Arroyo en la zona de La Perla, Mpio. de Nazas, Dgo.

Indicador de Riesgo de Erosión Eólica (RE_e). Es la superficie sujeta a erosión eólica por encima de un cierto nivel de referencia. Está dado por:

$$RE_e = K * C * [V^2 - (\rho w)^2]^{1.5} * (1 - R)$$

dónde:

K = factor de rugosidad superficial; C = factor de resistencia del suelo;

V = velocidad del aire en la superficie; □ = contenido de humedad al inicio del evento erosivo;

w = contenido de humedad en la superficie; R = factor de reducción de la erosión

Al igual que el indicador anterior, éste contiene un término (R) que se refiere a las prácticas de manejo para aminorar los efectos erosivos del viento, cuyos valores deben definirse con investigación preliminar.

Indicador de Compactación del perfíl del suelo (CPS). Es la superficie afectada por compactación del perfíl *"activo"* del suelo por encima de un cierto nivel de referencia (2.0 MPa de resistencia a la penetración, estandar ASAE S313.1). Está dado por:

$$CPS = \int_0^{50} IC \; dz$$

dónde:

IC = Indice de Cono, i.e. resistencia a la penetración de un penetrómetro estandard (ASAE, 1993); z = profundidad en el perfíl del suelo (0 a 50 cm).

Este indicador está muy relacionado con la condición estructural del suelo producto del manejo de residuos orgánicos. Por otro lado, a nivel del perfíl completo, este indicador puede revelar la presencia de capas endurecidas que tienen un efecto directo sobre la capacidad de infiltración del suelo. La presencia de estas capas endurecidas, también conocidas como piso de arado es el uso del arado con el tractor directamente en contacto con el subsuelo.

Indicador de Ensalitramiento del suelo (ES). Es la superficie afectada por una concentración de sales por encima de un cierto nivel de referencia (aproximadamente > 4 dS/m de conductividad eléctrica y > 15% de sodio intercambiable; Heinz Center, 2003).

Tradicionalmente se determina usando métodos de laboratorio para medir la conductividad eléctrica, la Capacidad de Intercambio de Cationes y el Sodio intercambiable del extracto de la pasta de saturación.

Indicador de Contenido de Materia Orgánica (CMO). Es la Superficie con concentraciones de materia orgánica por debajo de un cierto nivel de referencia (aun por determinar). Dados los objetivos descriptivos de este indicador, se favorece utilizar un método rápido, aunque de baja precisión. Un ejemplo es el método gravimétrico que se basa en la combustión de todo el Carbono presente en el suelo (ASTM, 2003).

Indicador de Condición Biológica del Suelo (CBS). Este indicador se basa en el Índice de Madurez de Nemátodos, el cual mide la frecuencia de diferentes tipos de nemátodos presentes en el suelo.

El Índice de madurez de Nematodos (Heinz Center, 2003) se basa en contabilizar la proporción de nemátodos, de vida libre y patógenos, de acuerdo a clases con diferentes niveles de tolerancia al grado de disturbio del suelo.

INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA

A continuación se presentan los indicadores de calidad de agua que fácilmente pudieran implementarse a nivel local en la Comarca Lagunera.

Indicador de Riesgo de la Calidad del Agua. Se define como la concentración potencial de nitrato (o fósforo) en el agua superficial ó subsuperficial proveniente de un área agrícola. Este indicador, para el caso del nitrato se calcula con la ecuación siguiente:

$$PNC(mg/l) = PNP(mg/ha)/EW(l/ha)$$

Donde:

PNC = Concentración Potencial de Nitrato (mg/l).
PNP = Potencial de Nitrato Presente (mg/ha)
EW = Exceso de agua (l/ha) (precipitación menos evapotranspiración por tipo de cultivo).

Con el fin de identificar áreas en riesgo, la concentración potencial de nitrato se puede estimar a nivel regional utilizando tipos de suelo y condiciones climáticas uniformes. A nivel nacional, el cálculo de este indicador puede hacerse a través de la estimación del balance de nitrógeno superficial del suelo en áreas agrícolas.

El agua en exceso puede estimarse considerando los promedios de precipitación y evapotranspiración en un período largo (30 años) de observaciones. Este tipo de análisis son de utilidad para observar tendencias en los riesgos de contaminación debidas a cambios en los sistemas de producción agrícola.

Un método de determinar la susceptibilidad de acuíferos a contaminación por actividades agropecuaria, lo representa el modelo determinístico DRASTIC (Aller et al., 1985), desarrollado por el Departamento de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US – EPA). A través de él se pueden delimitar aquellas zonas que por sus características físicas (suelos, geología) y clima tienen potencialmente mayor probabilidad de contaminar por nitratos un acuífero somero, como lo es el que subyace esta región (Figura 2).

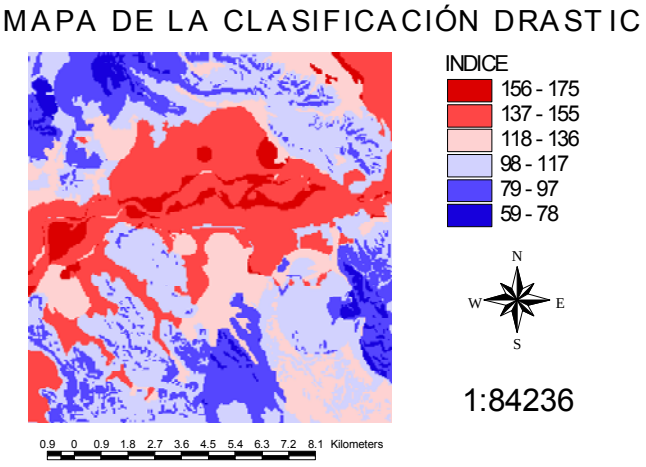


Figura 2. Uso del modelo DRATIC en la Comarca Lagunera (Martínez *et al.*, 2005)

Indicador del estado de la calidad del agua. Se define como la concentración de nitrato (ó fósforo) en el agua de áreas agrícolas vulnerables: es el porcentaje de aguas superficiales y subterráneas por arriba de un valor de referencia establecido a nivel nacional como máximo permisible (mg/l NO_3).

En el caso del nitrato, este indicador se obtiene a través del muestreo de las concentraciones de nitrato (mg/l) en el agua subterránea; en el caso de agua de corrientes superficiales el valor a considerar es la concentración media anual del contaminante en áreas declaradas como vulnerables a ser contaminadas por la agricultura.

Las áreas declaradas como vulnerables a ser contaminadas, han sido definidas por la Unión Europea como aquellas áreas agrícolas que drenan aguas en las que: a) la concentración de nitrato excede ó se espera que exceda el estándar de la Unión Europea con respecto a nitrato que es de 50 mg/l ó b) en donde existe evidencia de eutroficación limitada a nitrato.

La magnitud de la contaminación de agua subterránea por nutrientes provenientes de actividades agrícolas esta menos documentada debido básicamente a los costos asociados con el muestreo de aguas sub superficiales. Aunado a lo anterior, es muy difícil correlacionar los niveles de contaminación por nutrientes en aguas subterráneas con los cambios en las prácticas de manejo de los sistemas de producción agrícolas, debido a que el tiempo requerido para que el contaminante alcance el acuífero podría ser prolongado.

Algunos países como los Estados Unidos, regularmente reportan el estado de la calidad del agua de la nación. Los últimos reportes indican que casi dos tercios de los cuerpos de agua cumplen con los estándares de calidad. El resto de los cuerpos de agua muestreados caen debajo de estos valores y las actividades agrícolas son la principal causa del deterioro del agua en ríos y lagos.

CONCLUSIONES

- Se reconoce a la agricultura como el principal causante de la contaminación de suelos y aguas superficiales y subterráneas por nutrimentos. Los indicadores de riesgo y estado, propuestos por la OECD, son accesibles y fáciles de implementar a nivel regional. Se tienen estudios a nivel regional, que si bien no son acorde a lo establecido por la OECD, nos permiten definir áreas con mayor probabilidad de contaminar acuíferos someros.

BIBLIOGRAFÍA

Aller, L., T. Bennet, J.H. Lehr, and R.J. Petty, 1985." DRASTIC: A standarized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogelogic settings". U.S. EPA, Robert S. Kerr Environment Research Lab., Ada, OK. EPA/600/2-85/0108, 163 pp.

American Society for Testing and Materials. 2003. D2974-00 Standard Test Methods for Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils. ASTM International, West Conshohocken, PA.

American Society of Agricultural Engineers. 1993. Standard S313.1 Soil cone penetrometer. ASAE Standards, 40th. Edition. St. Joseph, MI.

FAO /UNESCO, 1990. Water and sustainable agricultural development: A strategy for the implementation of the Mar del Plate Action Pan for the 1990´s. FAO, Rome, Italy, 42 pp.

Heinz, H. J. III Center for Science, Economics and the Environment. 2003. The State of the Nation's ecosystems. Cambridge University Press. New York, NY.

Martínez Rodríguez, J. G., G. Barrera Camacho, y G. Salazar Gutiérrez. 2004a. Potencial de contaminación no puntual de aguas superficiales por escurrimientos provenientes de actividades agropecuarias. En: Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía. UJED – FAZ. Gómez Palacio, Dgo. 6 – 10 de Septiembre.

OECD, 2001. Environmental Indicators for Agriculture. Methods and Results. Volume 3. Organization for Economic Cccperation and Development. Paris, France.

EFECTO DE LA TEXTURA DEL SUELO EN EL PATRÓN DE CRECIMIENTO DEL ZACATE FLEXIBLE (*Sporobolus flexuosus*)

Miguel A. Flores Ortiz [1], Rex D. Pieper[2] Leigh W. Murray[2]

[1]Campo Experimental Zacatecas-INIFAP flores.miguel@inifap.gob.mx
[2]New Mexico State University, Las Cruces New Mexico

INTRODUCCIÓN

Los pastizales áridos y semiáridos del norte de México son utilizados para la producción de bovinos de carne. Sin embargo, por lo general, la carga animal que se utiliza es mayor a la que el pastizal pueden soportar, y como resultado las especies deseables, están desapareciendo y su lugar siendo ocupado por especies indeseables poco apetecidas por el ganado lo que reduce la capacidad productiva del pastizal. En ocasiones el deterioro es de tal magnitud que se requiere la revegetación con las especies originalmente presentes en el sitio, pero como las condiciones climáticas son adversas la resiembra no se puede llevar a cabo en forma generalizada sino selectivamente en aquellos sitos en los que la semilla tiene las condiciones apropiadas para germinar y las plántulas para establecerse y que de ahí se inicie un proceso de producción de semilla y revegetación natural. Uno principales factores que afecta el establecimiento y crecimiento de las plantas es la textura del suelo porque influye directamente en la disponibilidad de agua y nutrientes para la germinación, emergencia y crecimiento de la planta (Gerasimov y Glasouskaya 1965; Brady, 1990; White, 1990; Walters, 1992; Hassink, 1994; Petersen *et al.* 1996) por lo que es necesario conocer la repuesta de las especies a este factor para dirigir los esfuerzos de revegetación a aquellos sitios con textura favorable para la especie de interés.

El zacate flexible (*Sporobolus flexuosus*) es un pasto de la vegetación original de los pastizales áridos y semiáridos del desierto Chihuahuense con un buen valor forrajero (Rosiere *et al.* 1975) del cual sus poblaciones esta siendo reducidas por el sobrepasotreo y el desplazamiento por especies introducidas no deseables. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la textura del suelo en el patrón de crecimiento de esta especie y si es constante a través del tiempo como parte de la información básica para trabajos de resiembra de este zacate.

METODOLOGÍA

Se condujo un experimento en condiciones de invernadero en las instalaciones de New Mexico State University ubicada en las Cruces, New Mexico, U.S.A. Los tratamientos evaluados

fueron: Factor A: Textura del suelo (arenosa y Textura arcillosa-limosa) y Factor B Fecha de corte (semanal durante 12 semanas) Los suelos utilizados como sustrato se obtuvieron de áreas de pastizal semiárido de la Estación Experimental de Pastizales Desérticos de New Mexico State University ubicados a 30 km al nordeste de las Cruces, N.M.

Las variables medidas para evaluar el efecto de los tratamientos fueron: Altura de la planta, número total de hojas, número total de hojas muertas, área foliar, biomasa total, biomasa de raíz, biomasa d hoja y tallos, biomasa de hijuelos y se calculó la relación raíz:parte aérea.

El experimento se condujo bajo un diseño de Bloques Completos al Azar en un arreglo factorial con cuatro repeticiones. El análisis de los datos se efectuó mediante el análisis de varianza y cuando se detectaron diferencias entre tratamientos se utilizó la prueba de Scheffe para separar las medias, los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que aquí se presentan son los obtenidos a los 84 días de emergidas las plántulas, que corresponden a la última fecha de corte, y que muestran el efecto acumulado de la textura del suelo sobre el crecimiento de la planta. La textura del suelo afectó fuertemente el desarrollo y arquitectura de la planta y la producción de biomasa del *Sporobolus flexuosus*. Todas las características evaluadas fueron afectadas por la textura (Cuadro 1). Las plantas que crecieron en el suelo arenoso tuvieron un desarrollo significativamente mayor que las de suelo arcilloso, el crecimiento obtenido en el suelo arenoso fue 2.4 veces mayor que el del suelo arcilloso, presentaron más hojas y de mayor tamaño ya que el área foliar de las plántulas en suelo arenoso fue 3.6 veces mayor.

Cuadro 1. Caracteristicas de la arquitectura de las plántulas de *Sporobolus flexuosus* en respuesta a la textura de suelo.

	Textura de suelo	
Variable	**Arenosa**	**Arcillo-limosa**
Altura (cm)	25.96 a	11.40 b
Número de hojas	7.17 a	5.70 b
Número de hojas muertas	2.64 a	1.85 b
Área foliar (cm^2)	7.61 a	2.09 b

Las medias con la misma literal no son diferentes (Prueba de Scheffe P<0.05)

Al igual que el desarrollo de la planta, la textura del suelo tuvo un impacto en la producción de biomasa. La respuesta general es que el crecimiento de las plántulas fue significativamente menor en el suelo arcilloso. La biomasa total de las plantas sembradas en suelo arenosos fue de 62.1 g planta^{-1} en comparación con 21.6 g planta^{-1} que produjeron las plántulas en suelo arcilloso, diferencia que representa 287% más biomasa a favor de las plántulas producida en suelo arenoso sobre las del suelo arcilloso. Esta misma respuesta de dio en todas las partes de la planta, el peso de las hojas, tallos, raíz e hijuelos fueron significativamente mayor en las plantas que crecieron en el suelo arenoso. El peso de los hijuelos en el suelo arcilloso fue muy bajo, 0.11 g planta^{-1} comparado con 5.41 g planta^{-1} lo que indica que las plántulas del suelo arcilloso casi no produjeron hijuelos. Respecto a la relación biomasa subterránea (raíz)/biomasa aérea se observa que las plántulas en suelo arenoso invirtieron menos recursos en el desarrollo de las raíces ya que la biomasa de ellas fue inferior a la biomasa aérea O.72, por el contrario en las plantas del suelo arcilloso su prioridad fue producir raíces para obtener agua y nutrientes ya que la biomasa subterránea fue casi el doble de la biomasa aérea, 1.82 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción de biomasa aérea y subterránea de plántulas de *Sporobolus felxuosus* en respuesta a la textura de suelo.

	Textura de suelo	
Variable	**Arenosa**	**Arcillo-limosa**
Biomasa total (g)	62.16 a	21.59 b
Peso de hojas (g)	20.20 a	5.09 b
Peso de tallos (g)	10.34 a	2.43 b
Peso de hijuelos (G)	5.41 a	0.11 b
Peso de Raíz (g)	26.19 a	13.95 b
Relación: Biomasa subterránea /biomasa aérea	0.72 a	1.82 b

Las medias con la misma literal no son diferentes (Prueba de Scheffe P<0.05)

Los resultados obtenidos indican que la morfología y producción de biomasa de las plántulas de *Sporobolus flexuosus* fueron afectados negativamente por la presencia de arcilla en el suelo, las plantas que crecieron en el suelo arcilloso fueron más bajas, tuvieron menos hojas y área foliar, pesaron menos y tuvieron una mayor relación biomasa subterránea/biomasa aérea. La reducción en el tamaño de la planta y producción de biomasa de pastos debida al contenido de arcilla has sido documentada (Fehrenbacher y Rust, 1956; White y Robson, 1989;

Coffin y Lauenroth, 1992; Dwyer *et al.* 1996) y la posible causa de esta respuesta es que el agua disponible para la planta fue menor en el suelo arcillo que en el arenoso. Se ha demostrado que cuando el contenido de arcilla aumenta a niveles mayores de los que tiene un suelo de textura media, el agua disponible para la planta disminuye (Fehrenbacher y Rust, 1956, Jamison y Kroth, 1958). Las razones de ello son que: 1) en los suelos arcillosos el tamaño del poro es pequeño lo que induce a que las moléculas de agua se unan formando películas de agua que están adheridas a altas tensiones a la superficie de las partículas de arcilla y 2) a medida que la partícula de suelo disminuye aumenta la el área de la superficie específica, así tememos que un volumen dado de arcilla tiene 10,000 veces más área que el mismo volumen de suelo de textura de arena media (Brady, 1990). Esta mayor superficie de suelo tiene como consecuencia que el agua se adhiera más fuertemente a las partículas del suelo provocando que menos agua sea disponible para la planta. (Fehrenbacher y Rust, 1956; Jamison y Kroth, 1956; Brady 1990; Petersen *et al.* 1968). La mayor cantidad de recursos de la planta a producir raíces en el suelo arcillos es una estrategia de la planta para poder explotar un mayor volumen de suelo lo que le permite adquirir la cantidad de agua y nutrientes que requiere, la planta envía mas metabolitos a la raíz creando ajustes osmóticos que permiten el flujo del agua hacia el interior de la ella por lo que continua creciendo a pesar de que la producción de biomasa aérea sea mínima o este detenida (Klepper, *et al.* 1991; Kothari *et al.* 1974; Ehlinger, 1984; Caldwell, 1987; Sharp *et al.* 1988; Sharp and Davies, 1989; Jesko, 1992; Collinson *et al.* 1996).

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que:

1) La textura del suelo afecta fuertemente el crecimiento de las plantas y su producción de biomasa. Cuando el suelo tiene un alto contenido de arcilla el crecimiento y producción de biomasa se ven significativamente suprimidos reduciendo el vigor de las plántulas.

2) La reducción en vigor y tamaño de las plántulas creciendo bajo suelos arcillosos se puede traducir en una mayor posibilidad de fracaso para el establecimiento de las plántulas y éxito de revegetación con *Sporobolus felxuosus.* Por lo que para esta especie se requerira ser sembrada en suelos de textura media a ligera para tener mayores posibilidades de establecimiento de las plantulas

BIBLIOGRAFÍA

Brady, N.C. 1990. The nature and property of soils. 10th edition, Prentice Hall. Englewood Cliffs, N.J.

Caldwell, M.M. 1987. Competition between root systems in natural communities. In: Gregory, P.I., J.V. Lake, and D.D. Rose (Eds.) Root development and function. Society for Experimental Biology. Seminar Series 30 Cambridge University Press.

Coffin, D.P. and W.K. Lauenroth 1992. Spatial variability in seed production of the perennial bunchgrass *Bouteloua gracilis* (graminae) Am. J. Bot. 79:347-353.

Collinson, S.T., S.N. Azam-Ali, K.M. Chavala, and D.A. Hodson 1996. Growth developmentand yield in bambra groundnut (V*ignea subterranean)* in response to soil moisture. J. Agri. Sci. 126: 307-318.

Dwayer, L.M., B.L. Ma, D.W. Stewart, H.N. Hayhoe, D. Blanchin, J.L.B. Culley, and M. McGovern 1996. Root mass distribution under conventional and conservation tillage. Can. J. Soil Sci. 76:23-28.

Ehleringer, J.R. 1984. Intraspecific competition effects on water relations, growth, and reproduction in *Encelia farinose* Oecologia 63: 153-158.

Fehrenbacher, J.B. and R.H. Rust 1956. Corn root penetration in soils derived from various textures in Wisconsin-age glacila till. Soil Sci. 82:369-379.

Gerasimov, I.P. and M.A. Glazouskaya 1965. Fundamentals in soil science and soil geography. USDS-National Science Foundation Washintong, D.C.

Hassink, J. 1994. Effects of soil texture and grassland management in soil organic C and N and rates of C and N mineralization. Soil Biol. Biochem. 26: 1221-1231.

Jamison, V.C. and K.C. Kroth 1958. Available moisture storage capacity in relation to textural composition and organic matter of several Missouri soils. Soil Sci. Soc. Am Proc. 22: 189.192.

Ješko, T. 1992. The root as an integral part of the plant. In: Kolek, J. and V. Kozinka (Eds.) Physiology of the plant root suystem. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.

Keppler, B. 1991. Root system relationships. In: Waisel, Y. (Ed). The plant roots, the hidden half. Marcel Dekker Inc. New York, N.Y.

Kothari, a:, H.N. Padney, and K.C. Misra 1974. Intraspecific competitionin grassland species. I. *Dichantium annulatum* (Forsk) Stapf. Agro-Ecosystems 1: 237-247.

Petersen G.W., R.L. Cunningham, and R.P. Matelski 1968. Mositure characteristics of Pennsylvania solis . I. Moisture realtionas as related to texture. Soil Sci. Soc. Am Proc. 32: 271-275.

Petersen, L.W. P. Moldrup, O.H. Jacobson, D.E. Rolston 1996. Relations between specific surface area and soil chemical properties. Soli Sci. 161: 9-21.

Rosiere, R.E., R.F. Beck, and J.D. Wallace. 1975. Cattle diets on semidesert grassland: Botanical composition. J. Range Manag, 28: 89-93.

Sharp, R.E., W.K. Silk, and T.C. Hsiao 1988. Growth of the maiz primary root on lower water potentials. Plant. Physiol. 87:50-57.

Sharp, R.E. and W.J. Davies 1989. Regulation of growth and development of plants growing with restricted supply of water. In: T.J. Fowlers and M.B. Jones (Eds.) Plants under stress, biochemistry, physiology and ecology and their applications in plant improvement. Society of Experimental Biology Seminar series 39. Cambridge University Press New York, N.Y.

Walters, D.T., M.S. Aulakh, and J.W. Doran 1992. Effects os soil aeration.legume residue and soil texture on transformation of macr and micronutrients in the soil. Soil Sci. 153: 100-107.

White, P.F. 1990. Soil and plant factors relating to poor growth of *Lupinus* species on fine textured alkaline soils- a reviw. Aust. J. Agri. Res. 41:871-890.

White, P.F. and A.D. Robson 1989. Effect of soil pH and texture on the growth and nodulation of *Lupinus*. Aust. J. Agri. Res. 40:63-79.

RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN ARBOSUFRUTESCENTE PASTOREADA POR CABRAS EN ZACATECAS

Ramón Gutiérrez Luna[1], Mario D. Amador Ramírez1, Homero Salinas González[2], Manuel de J. Flores Najera1, y Edmundo Castellanos Pérez[3].

1 Campo Experimental Zacatecas-INIFAP., Carr. Zacatecas-Fresnillo km 24.5 A.P. 18. Tel. (478) 98 50198. ramong@inifapzac.sagarpa.gob.mx. [2]Director INIFAP-Región Norte Centro. [3]Profesor investigador FAZ-UJED.

INTRODUCCIÓN

La ganadería en México, se ha desarrollado durante décadas a través de un modelo extensivo, con un fuerte impacto ecológico en las áreas de pastizal, debido en parte a carga animal superior a la capacidad de los recursos naturales y por la forma de uso de la vegetación, la cual es utilización continua a través del tiempo, aspecto que limita a las plantas en su recuperación después de la defoliación. Lo anterior, aunado a periodos largos de sequía o bien de escasa precipitación ha traído como consecuencia un intenso deterioro de los recursos naturales.

Los productores pecuarios aunque son concientes de que la sobrecarga animal en los pastizales, y que el mal uso a que someten los pastizales repercute negativamente en la condición de sus recursos naturales, mantienen cargas animal altas y con utilización continua del pastizal. Resultado de ello es la erosión de los agostaderos, la cual ha sido severa, debido a la disminución de cobertura vegetal sobre el suelo. Los datos proporcionados por la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Índices de Agostadero (COTECOCA, 1986) lo explican desde el punto de vista de que el uso del suelo rebasa la capacidad de resilencia del sitio.

En México la explotación ganadera de caprinos independiente del objetivo de la explotación, se realiza sin esquemas tecnificados; y aunque los productores entienden que deben realizar cambios en su forma de producción, continúan su forma tradicional de producción. Por otra parte al ser comparada esta cadena productiva con otras de mayor empuje como es el caso de la ovinocultura, es más lento el avance tecnológico, no obstante los productores de ovinos tienden a ser más receptivos desde la actualización tecnológica o incluso de organización de productores, repercutiendo con ello favorablemente en sus ingresos.

Los sistemas de producción registrados en México para la producción de caprinos con respecto al uso del suelo se centran en tres: a) extensivos, b) semi-intensivos, y c) intensiva.

Sistema extensivo

La alimentación se basa en exponer el rebaño a pastoreo diurno de 6 hasta 12 horas en áreas de pastizal de variada capacidad productora de forraje, el pastoreo también se realiza en áreas de cultivo donde existen residuos de cosecha. Variando el sitio de pastoreo a través del año.

La explotación extensiva se caracteriza porque el productor posee hatos pequeños que oscilan alrededor de entre 20 a 50 vientres. Estos productores no aplican ningún nivel tecnológico (Nuncio *et al*., 2002). Siendo en este grupo donde los índices productivos son los más bajos, en este caso los animales rara vez reciben complemento alimentario, y cuando llega a ocurrir son de baja calidad. Por su parte, Hernández, (2000), Flores *et al*., (2005), Vargas *et al.,* (2005) y Gamboa *et al.,* (S/A) en estudios sobre practicas realizadas en la producción caprina; mencionan que en Puebla, Oaxaca, Sinaloa y otros estados de la republica Mexicana, el pastoreo es practicado de forma extensiva entre el 80 hasta el 90%, alimentando con el pastizal en terrenos pobre, orillas de caminos y en áreas agrícolas colectando los residuos de cosechas.

Los sistemas de producción de caprinos en México con respecto a su sistema producto se canalizan principalmente a la obtención de carne en sus diferentes modalidades (cabrito, birria, etc.).

En el sistema extensivo de producción de pequeños rumiantes, el uso del pastizal, adolece de control respecto al uso de la vegetación nativa, ya que el ganado se encuentra todo el tiempo utilizando las plantas. Por otra parte, no existe división de potreros, con lo cual se permite al animal alta selectividad de especies vegetales en su dieta.

El sistema semi-intensivo

Este esquema de producción animal, se caracteriza porque el ganado es alimentado alrededor de 6 horas diarias en áreas de pastizal, áreas de cultivo, o incluso a orillas de carretera. Este sistema de explotación ofrece gran potencial, en relación a producción caprina se caracteriza por combinar el pastoreo en matorral y utilización de fuentes alimenticias de regular calidad nutritiva (trigo, algodón, etc.) así también existiendo la posibilidad de suplementar con granos y forraje (Fuentes *et al*., 1989, citado por Hernández, 2000).

El sistema intensivo (estabulado)

Con respecto a explotaciones caprinas se desarrolla el sistema intensivo en explotaciones lecheras de alta producción, con alto rendimiento biológico y donde los animales

están confinados permanentemente, suministrándoles el alimento (forrajes de corte, granos y esquilmos) en el corral (Hernández, 2000).

Utilización de la vegetación nativa a través de sistemas de apacentamiento.

Dado que la producción animal en áreas de pastizal es la opción más económica, es importante encontrar formas de uso sostenible y rentable, ya que la tendencia actual es el uso extensivo, el cual carece de orden en la explotación de los recursos naturales. Algunas opciones que aportan al uso sostenibles de los recursos naturales son los sistemas de apacentamiento.

Los sistemas de apacentamiento especializados, han sido ampliamente considerados en la rehabilitación de tierras del pastizal. Holecheck *et al*., (1998) mencionan que la investigación en sistemas especializados de apacentamiento, ha demostrado incrementos en la condición del pastizal, permitiendo desde un modesto 10%, hasta 30% de incremento en la capacidad de carga animal. Estos mismos autores, reportan que el apacentamiento continuo (tradicional o extensivo), permite que los animales realicen concentraciones frecuentes en algunas partes de los ranchos, lo que ocasiona la formación de áreas de sacrificio o de mayor presión.

La rotación del ganado, auxilia en que se utilicen las plantas sin causarles daño; además, de brindarles un periodo amplió para su recuperación en vigor, reflejándose incluso en la producción de semilla, la cual podrá renovar su población. Por otra parte, se fortalece la actividad microbiana, se aumenta la cobertura basal, se protege el suelo y se reduce la pérdida de agua (Beukes y Cowling, 2003).

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta de la vegetación arbosufrutescente a dos esquemas de utilización por cabras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Panúco Zacatecas, el área de trabajo se encuentra situada a 22º 54’ latitud Norte y 102º 33’ de longitud Oeste, a una altitud de 2,285 m.s.n.m., el clima es subtrópico árido templado, con una precipitación media anual de 400 mm.

El tipo de vegetación es matorral mediano abierto, con cobertura de nopal, matorral bajo y pastos anuales de cobertura baja. El tipo de vegetación es matorral mediano espinoso, donde la vegetación predominante es “pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera”, con predominio en algunas áreas por pastizal en el que predominan las gramíneas, por ejemplo: (*Bouteloua*

curtipendula tenius Gould et*, Bouteloua gracilis (HBK)* Lag*, Aristida spp,* y *Lycurus phleoides* HBK), el estrato arbustivo es representado entre otras especie por Nopal (*Opuntia* spp) representada principalmente por (*Opuntia Leucotricha* D.C., *Opuntia streptocantha* Lem*, Opuntia Rastrera* Weber*,* etc), Huizache (*Acacia farnesiana* L Willd), Mezquite (*Prosopis juliflora (*Willd) M.C. Johnston), Gatuño (*Mimosa biuncifera* Benth) y Engorda cabra (*Dalea bicolor*), entre otras.

La fisiografía varía de ondulada a escarpada y presenta cárcavas muy desarrolladas. Los suelos son en general arenosos (63-87%), con pH de 7.8 en promedio, y bajo contenido de nutrientes, materia orgánica (0.1-2.7%) y sales (Serna y Echavarría, 2002).

Los dos esquemas de utilización del pastizal fueron pastoreo rotacional diferido (Figura 1), distribuido en cuatro potreros de 12.5 ha respectivamente y el pastoreo continuo, como punto de referencia de máximo potencial se tuvieron pequeñas áreas excluidas al pastoreo donde se dio simultaneo seguimiento a la respuesta de la vegetación. El primer esquema de uso de la vegetación determino el uso por tres meses de cada potrero y cambio al siguiente potrero al inicio del tercer trimestre, cuando completaron el primer ciclo de pastoreo se inicio el segundo ciclo en el potrero dos hasta terminar este ciclo en el primer potrero. La carga animal para pastoreo rotacional diferido fue el de 40 cabras adultas de 40 kg de peso vivo en 25 ha, lo cual equivale a una carga animal de 6.0 ha UA^{-1} $año^{-1}$. Mientras que en el pastoreo continuo, no hubo control respecto a tiempo de uso de la vegetación; por otra parte, la carga animal del ejido Casa de Cerros corresponde 4.54 ha UA^{-1} $año^{-1}$.

Determinación de atributos de vegetación

Cobertura basal

Se determinó en cuatro épocas del año (primavera, verano, otoño e invierno), a través del marco de 1.0m de 20 puntos (línea de Canfield modificada), el cual consiste en agujas que hacen contacto con el suelo, o bien, el material que se encuentre sobre el mismo. La cobertura se expresa en porcentaje. Procedimiento similar se realiza a fin de determinar la cobertura por piedras, rocas, materia orgánica o incluso el suelo desnudo (Bonham, 1989).

Composición botánica

Se realizaron recorridos por todas las áreas; se identificó toda la diversidad posible, medición que corresponde a un censo de la flora presente en cada tratamiento (pastoreo rotacional diferido y pastoreo continuo).

Producción de forraje (base seca)

Ésta fue determinada en las diferentes estaciones del año en cada tratamiento, a fin de identificar la materia seca disponible para el ganado y en función a ello, realizar ajustes de carga animal; de acuerdo a Bonham (1989), se utilizó el método de corte. Para realizar esta estimación, se procedió a colocar en el suelo un cuadrante de área conocida (50 x 50 cm) y se cosechó a nivel del suelo el forraje que estuvo dentro de éste; el criterio de cosecha fue cortar el forraje que estuvo dentro del cuadrante, evitando cortar plantas que tenían sus raíces fuera del mismo; además, se incluyó el forraje que estaba fuera del cuadrante y que sus raíces se encontraban dentro de éste.

La producción de materia seca se llevo a peso constante, en una estufa de aire forzado a 60 ºC, a fin de eliminar la humedad y así establecer la producción de materia seca por unidad de áreas.

Cercos interiores para pastoreo

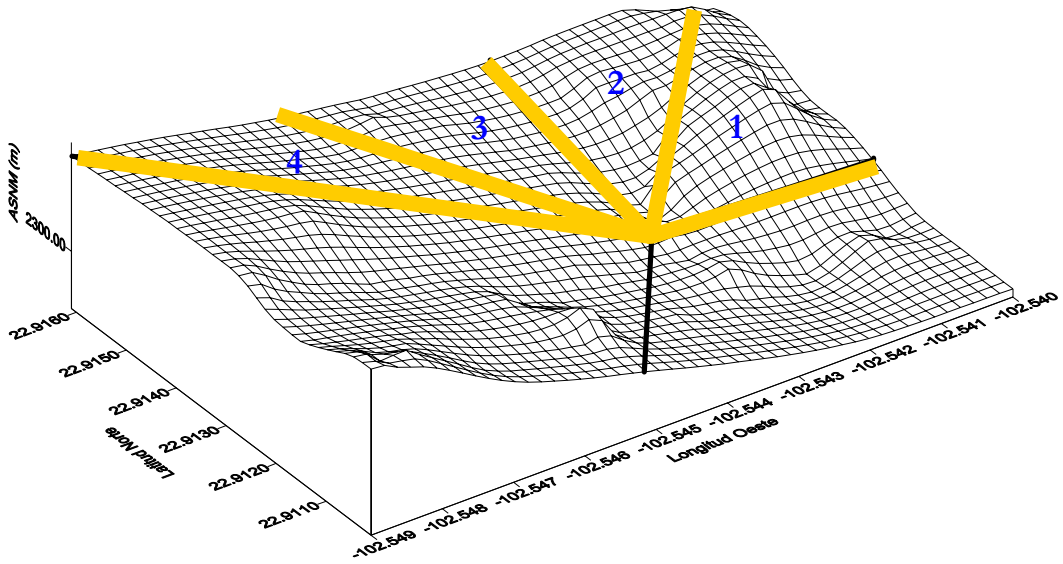


Figura 1. Área de estudio de dos esquemas de utilización del pastoreo (Cuatro potreros y Continuo). Panuco, Zacatecas, Méx. (Tomado de Ledezma, 2003)

RESULTADOS Y DISCUSION

Cobertura vegetal

Con respecto al apacentamiento rotacional diferido y extensivo con cabras en el Norte-Centro de México, para verano se observo diferencia a favor en la cobertura vegetal sobre el

suelo en pastoreo rotacional con 57.43% contra 46.47 % en pastoreo continuo. Respuesta similar fue presentada por Mellado *et al*., (2003) donde se evaluaron dos niveles de carga animal (1.5 ha/cabra=pesado y ligero=15 ha/cabra) y encontraron que la cobertura vegetal fue de 30.4% y 38.6% respectivamente.

Al comparar entre uso del pastizal (pastoreo rotacional diferido-exclusión y pastoreo continuo), se observa que la proporción de suelo desnudo (SD) a excepción de la primavera, siempre fue mayor para el pastoreo continuo. Por otra parte, a excepción de la primavera, el resto del año prácticamente no se registró la presencia de materia orgánica sobre el suelo en pastoreo continuo.

La grava (GVA), si bien es variable a través del tiempo, ésta aumenta su presencia posterior a la estación de crecimiento en gran medida, debido al consumo del crecimiento aéreo de las plantas; al observar la Figura 2, se detecta que donde se da uso rotacional al pastizal, aumenta su exposición fuera de la estación de verano.

En el análisis integral de la Figura 2, se determina que tanto el pastoreo continuo como rotacional diferido, presentaron valores similares sobre los atributos de cobertura sobre el suelo, lo cual eventualmente se opone a los resultados reportados por diversos autores, sobre que los sistemas de apacentamiento deterioran más los recursos naturales que en pastoreo continuo.

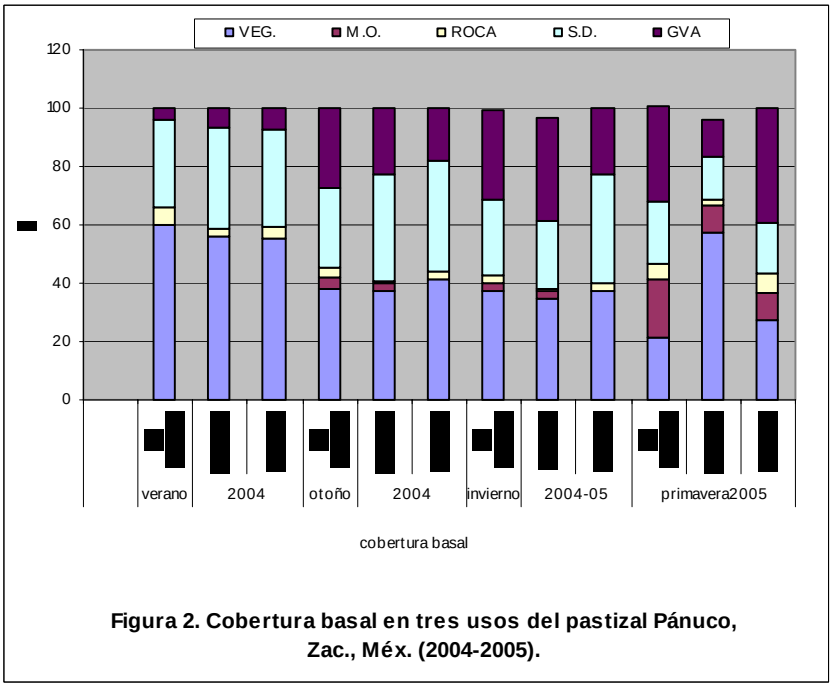


Figura 2. Cobertura basal en tres usos del pastizal Pánuco, Zac., Méx. (2004-2005).

Producción de materia seca

Gutiérrez *et al., (*2006), al evaluar la producción de materia seca forrajera, esta fue altamente significativa, la diferencia entre sistemas de producción, fue que en pastoreo rotacional diferido se registro una producción de 996.5 kg contra 280.8 kg de materia seca por hectárea en pastoreo extensivo (continuo).

Por épocas del año la diferencia fue igual de importante ya que en pastoreo rotacional en verano, otoño, invierno y primavera se obtuvo un rendimiento de 1799, 987, 723 y 450 kg ha^{-1} respectivamente; mientras que en pastoreo extensivo (continuo) en las misma épocas del año se determino 403, 234, 239 y 274 kg ha^{-1}, respectivamente.

Cuadro 1. COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PROMEDIO DE FORRAJE EN BASE SECA (KG/HA) EN CUATRO ÉPOCAS DEL AÑO.

Época	Media	Significancia estadística
Verano	1142.64	a
Otoño	697.76	b
Invierno	548.80	c
Primavera	417.77	c

Letras iguales = No existe diferencia estadística al nivel de $P \geq 0.01$

Composición botánica

En relación a la composición botánica de la comunidad vegetal bajo apacentamiento rotacional diferido y continuo Gutiérrez *et* al., (2006) registraron 59 especies contra 27, donde la principal familia fue la Gramineae con 17 especies contra 6, en cactaceas se registraron 9 contra 4, y en leguminosas fueron 7 en pastoreo rotacional diferido contra 6 en pastoreo continuo, respectivamente.

Carga animal

Los datos registrados para sitios de pastoreo continuo, indicaron que utilizando solo el 60% de la producción en pie corresponde a 173 kg MS/ha^{-1}, aspecto que dista mucho de lo realizado por el productor ya que el permite la remoción del 100% de la producción en pie, además de que no permite el descanso del pastizal.

El ejido Casa de Cerros de Panuco, Zac., lugar donde se desarrollo la investigación cuenta con 2300ha de pastizal usado extensivamente (continuo), su inventario animal es de 3000 cabezas entre cabras y ovinos, además de bovinos así como equinos no cuantificados. Con la población animal tal cual se mantiene, indica que existe un déficit de 1747 ton de materia seca, esto permitiendo que el ganado consuma el 100% de la producción en pie. Sin embargo al utilizar el sistema de pastoreo rotacional diferido se logra mejorar la capacidad de carga animal hasta 248 UA $año^{-1}$, disminuyendo el déficit de forraje a solo 383 ton de materia seca.

CONCLUSIONES

El uso de sistemas de apacentamiento permite ordenar la forma en que deben ser utilizadas las plantas del agostadero, teniendo como resultado la conservación del suelo, de la diversidad de plantas presentes en el pastizal, así como incrementar la producción de forraje disponible al animal; el cual con menor esfuerzo logra satisfacer sus demandas alimenticias, lo que se refleja en mayor ganancia de peso. Simultáneamente, es posible incrementar la carga animal, según lo permita la recuperación de la condición del pastizal.

Para proteger las plantas y el suelo; cuando los animales han utilizado 50 % de forraje, se recomienda que sean cambiados de potrero; debe ponerse especial atención, en que las plantas preferidas por el ganado no sean sobre-pastoreadas; solo en caso de que exista déficit de forraje en el potrero asignado, se deben cambiar los animales antes del tiempo programado (tres meses).

BIBLIOGRAFÍA

Beukes P.C. and R. M. Cowling. 2003. Non-selective grazing impacts on soil-properties of the Nama Karoo. J. of Range Manage. 56:547-552.

Bonham, Ch.D. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. Wiley Interscience Edit.

COTECOCA-SARH. 1986. 1972-1986. Monografías Estatales de Coeficientes de Agostadero. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México, D.F.

Flores Á. G. J., Y. A. Villegas, F. G. Ramos y J. L. L. Cristóbal. 2005. Evaluación del agroecosistema de agostadero en la explotación extensiva de caprinos. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23. En: Memorias in-extenso del 2º Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Ed. Domingo M.A., Gutiérrez L.R., y Flores O. M.A. Zacatecas, Zac., México.

Fuentes H., J. de la. A. Garmendia G., M. González H., M.L. Jiménez E. y E. Mascorro V. 1989. Bonanza y crisis de la ganadería nacional: Una visión integral de la actividad agropecuaria en México. Subdirección de investigación. Departamento de Diagnóstico Externo. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 349 p.

Gamboa, V.J.J., L.J. Portillo, L.M. Valdez, B.E. Estrada y G.J. Bohórquez. S/A. Caracterización de la caprinocultura en Sinaloa. http://www.uasnet.mx/centro/profesional/emvz/11-20.htm#PP17

Gutiérrez L.R., F. G. Ch. Echavarría, H. G. Salinas, M. D. R. Amador, M. J. N. Flores y M. Á. O. Flores. 2006. Producción caprina bajo pastoreo rotacional diferido y continuo. Folleto Científico Núm. 9. INIFAP-Centro de Investigación Regional Norte Centro-Campo Experimental Zacatecas. Zacatecas, México. 38 pág.

Hernandez, Z.J.S. 2000. The goat farming in the Puebla (México) livestock production: Goat contribution and production systems. Arch. Zootec. 49:341-352

Holecheck, J.L., R.D. Pieper and C.H. Herbel. 1998. Range Management: Principles and Practices. 3er. Edition. Edith. Prentice Hall Inc., USA.

Juárez R.A.S., O.M. Murillo, M. Ma. Del S. Vázquez. 1997. Consumo de energía metabolizable y proteína por caprinos en una zona de alto grado de deterioro de la vegetación. En: Memorias de la XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. 49-52 p.

Ledezma R.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 Maestría. Universidad Autónoma de Zacatecas.

Mellado M., R. Valdez, L.M. Lara, and R. López. 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. J. of Range Manage. 56:167-173.

Nuncio O. M. G., T. J. Nahed, H.B.M. Díaz, I.B. Salvatierra, A. M. Hernández, y A. F. Escobedo. 2002. Sistemas de producción ovina en Tabasco. Acontecer Ovino-Caprino. Vol. IV: 50-52. México.

Serna P., A. y F.G.Ch. Echavarría. 2002. Caracterización hidrológica de un agostadero Comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. I Pérdidas de suelo. Vol 401: 37-53. Revista técnica pecuaria en México.

Vargas L.S., I.M. Vázquez, A.G. Hernández, R.L. Guadarrama. 2005. Análisis del sistema agrosilvopastoril de caprinos para carne en Mixteca Poblana. En. 2º Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Edit. Ramírez M.D.A, R.L. Gutiérrez, M.A. O. Flores y A.P. Serna. Zacatecas, México.

PESO, ALTURA E INTENSIDAD DE LUZ EN EL MAÍZ FORRAJERO HIDROPÓNICO EN INVERNADERO RUSTICO CON ESTANTERÍA DE REJAS CON DOS ESTIBAMIENTOS

Sánchez Olvera Teodoro[1], Pedro Gutiérrez Vargas[2], Jesús José Quiñones Vera[1], Ricardo Miranda Wong[1] y José Renteria Aguilar[1]

1 maestros- investigadores de FAZ-UJED en el Ejido Venecia
2 Alumno de 9º semestre de especialidad de Zootecnia

INTRODUCCIÓN

En la comarca lagunera el principal problema que se presenta en la producción ganadera es la escasez de agua y por ende la falta de forraje para alimentar al ganado, condiciones que han afectado a grandes y pequeños productores pecuarios, ya que en esta región existen en el 2005 un inventario de 457,475 cabezas de ganado caprino de las cuales se encontraban en producción 219,172 cabras que producen 77'123,900 de litros de leche; y, 411,742 cabezas de bovinos de leche en total, con 224,004 en producción, de las cuales alrededor de 30,000 son de traspatio (SAGARPA, 2006). En el sistema tradicional de producción de forraje las perdidas de agua por evapotranspiracion, escurrimiento superficial e infiltración son altas llegando a necesitar láminas de agua muy altas principalmente en la alfalfa y maíz forrajero necesitando hasta 1000 litros de agua para producir un litro de leche en el sistema intensivo de producción de bovino lechero. Lo anterior conlleva a buscar alternativas diferentes para optimizar el recurso del agua, siendo una de ellas la producción de forraje verde hidropónico ya sea a nivel rustico o sofisticado. En el primer nivel es bajo condiciones sin uso de invernadero sofisticado o sin el mismo invernadero siendo bajo condiciones ambientales no controladas. En lo que respecta al segundo nivel seria con el control de todos los factores ambientales sin embargo este último es difícil de usar por los productores de bajos recursos.

En el sistema no sofisticado se han estado utilizando como contenedores, charolas y rejas sin embargo el primero necesita un sistema de estantería que hace mas caro este sistema y en el segundo desaparece, solo existe un estibamiento de las rejas siendo las mas utilizadas el estibamiento apilado y el escalonado diferenciándose uno de otro por la cantidad e intensidad de luz que recibe cada una de ellas. (Carballo, 2005)

OBJETIVO:

Comparar dos tipos de estibamiento de rejas plásticas usadas como contenedores en la producción de maíz forrajero hidropónico en un invernadero rustico en condiciones de la comarca lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto se realizo en el invernadero de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, ubicada en el Ejido Venecia, Dgo. Localizada en Km 28 de la carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, Dgo. El trabajo de investigación fue de 19 días, iniciando el 2 de julio y finalizando el 20 del mismo mes.

El invernadero donde se realizo la investigación tiene una estructura metálica, cubierta con plástico transparente en la parte del techo, tiene una maya sombra sobre el hule transparente y en la parte lateral inferior. Sus dimensiones son de 7m de largo, 11 de ancho y 4.5 de altura.

La técnica que se utilizo para producir forraje verde hidropónico es la siguiente. Se lavo la semilla y se le retiro toda la basura y granos que flotaban hasta quedar la semilla en agua totalmente limpia, inmediatamente se enjuago en una solución de hipoclorito de sodio al 1% durante 2 minutos, enseguida nuevamente se enjuago en agua, para después sumergirla en agua para dejarse en remojo por un periodo de 24 horas continuas. Después del tiempo de remojo la semilla había cumplido su completa imbibición quedando lista para depositarse en las rejas. Se lavaron todas y cada una de las rejas con agua y jabón con un cepillo de uso domestico e inmediatamente después se enjuagaron en agua, después se les dio un último enjuague con agua en solución de hipoclorito de sodio al 1% quedando listas para su uso. A cada reja se le deposito 1.400 kg de semilla uniformemente sobre una hoja de periódico previamente perforada. Después se le coloco una hoja de periódico húmeda arriba de la semilla, enseguida se cubrieron con un plástico negro. Una vez detectada la brotación completa de la semilla se retiro el plástico negro, pasando a la fase de acomodo en el cual 15 rejas fueron para el estibamiento apilado y 15 para el estibamiento escalonado, iniciando los riegos, estos fueron cada 2 horas con una duración de 2 minutos cada riego, sincronizados por el timer. Se utilizaron 30 rejas limoneras, estas de plástico con orificios en sus lados con medidas de 58cm x 30cm x 25cm.

Las variables a medir fueron altura y peso cada tercer día, la intensidad de luz diario tres veces por día. Se usaron Las 30 rejas con 15 para cada tipo de estibamiento. Los datos se analizaron estadisticamente con un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio bifactorial, tomándose como factor A los estibamientos y como factor B los periodos de desarrollo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso de forraje verde .-El Cuadro 1 Presenta la variable por periodos y acomodamiento de rejas. En el periodo Nº 1 de 0-6 días en promedio para peso en acomodo apilado fue de 2,044 gramos y para el acomodo escalonado de 2,144 gramos mostrando una diferencia significativa ($P<0.05$) entre tratamientos. En el periodo Nº 2 de 6-9 días en promedio para peso en acomodo apilado fue de 2,669 gramos y para el acomodo escalonado fue de 3,075 gramos mostrando una diferencia significativa ($P<0.05$) entre tratamientos. En el periodo Nº 3 de 9-12 días en promedio para peso en acomodo apilado fue 3,000 gramos y para el acomodo escalonado fue de 3,825 gramos mostrando una diferencia altamente significativa ($P<0.01$) entre tratamientos. En el periodo Nº 4 de 12-15 días en promedio para peso en acomodo apilado fue de 3,463 gramos y para el acomodo escalonado fue de 4,200 gramos mostrando una diferencia altamente significativa ($P<0.01$) entre tratamientos. En el periodo Nº 5 de 15-18 días en promedio para peso en acomodo apilado fue de 3,700 gramos y para el acomodo escalonado fue de 4,625 gramos mostrando una diferencia altamente significativa ($P<0.01$) entre tratamientos. Al compararse las medias totales de los periodos se encontró una diferencia altamente significativa ($P<0.01$) al comparar ambos tipos de estibamiento siendo favorable al escalonado.

UADRO 1. PROMEDIO DE PESO VERDE POR PERIODO PRODUCIDAS EN DOS TIPOS DE ARREGLO DE REJAS EN HIDROPONIA EN INVERNADERO RUSTICO EN LA COMARCA LAGUNERA.

Tratamientos / Periodo (días)	T1 Estibamiento Apilado (gr)	T2 Estibamiento Escalonado (gr)
0 – 6 *	2,044 a	2,144 a

6 – 9 *	2,669 a	3,075 b
9 – 12 **	3,000 a	3,825 b
12 – 15 **	3,463 a	4,200 b
15 – 18 **	3,700 a	4,625 b
Media **	2,975 a	3,574 b

* * Diferencia altamente significativa (P<0.01)

* Diferencia significativa (P<0.05)

Literales iguales, no diferencia entre media en las filas.

Literales diferentes diferencia entre medias en la misma fila.

Altura de follaje. El Cuadro 2 Presenta esta variable por periodos y acomodamiento en rejas. En el periodo Nº 1 de 0-6 días en promedio para altura en acomodo apilado fue de 1.166 cm y para el acomodo escalonado fue de 2.000 cm, mostrando que no hubo diferencia significativa (Ns) entre estibamientos. En el periodo Nº 2 de 6-9 días en promedio para altura en acomodo apilado fue de 4.403 cm y para el acomodo escalonado fue de 6.028 cm, mostrando que no hubo diferencia significativa (Ns) entre tratamientos. En el periodo Nº 3 de 9-12 días en promedio para altura en acomodo apilado fue de 12.078 cm y para el acomodo escalonado fue de 18.949 cm, mostrando que no hubo diferencia significativa (Ns) entre tratamientos. En el periodo Nº 4 de 12-15 días en promedio para altura en acomodo apilado fue de 18.303 cm y para el acomodo escalonado fue de 23.820 cm, mostrando que no hubo diferencia significativa (Ns) entre tratamientos. En el periodo Nº 5 de 15-18 días en promedio para altura en acomodo apilado fue de 23.256 cm y para el acomodo escalonado fue de 28.830 cm, mostrando que no hubo diferencia significativa (Ns) entre estibamientos.

En las medias totales de los periodos hubo una diferencia altamente significativa (P<0.01) al compararse ambos estibamientos.

CUADRO 3. PROMEDIO DE ALTURA POR PERIODO PRODUCIDAS EN DOS TIPOS DE ARREGLO DE REJAS EN HIDROPONIA EN INVERNADERO RUSTICO EN LA COMARCA LAGUNERA.

Tratamientos / Periodo (días)	T1 Estibamiento Apilado (cm)	T2 Estibamiento Escalonado (cm)	Media de Tratamientos
0 – 6 Ns	1.166 a	2.000 a	1.583
6 – 9 Ns	4.403 a	6.028 a	5.216
9 – 12 Ns	12.078 a	18.949 a	15.514
12 – 15 Ns	18.303 a	23.820 a	21.062
15 – 18 Ns	23.256 a	28.830 a	26.043
Media **	11.841 a	15.925 b	

* Diferencia altamente significativa (P<0.01)

Literales iguales no diferencia entre media en las filas.

Literales diferentes diferencia entre medias en la misma fila.

Ns: No diferencia significativa.

Intensidad de luz solar. En el cuadro 6 Presenta esta variable por periodos y acomodamiento en rejas. En el periodo Nº 1 de 0-6 días en promedio de intensidad de luz solar en acomodo apilado fue de 5.212 µmol y para el acomodo escalonado fue de 22.977 µmol, mostrando una diferencia altamente significativa (P<0.01) entre tratamientos. En el periodo Nº 2 de 6-9 días en promedio de intensidad de luz solar en acomodo apilado fue de 4.295 µmol y para el acomodo escalonado fue de 26.724 µmol, mostrando una diferencia altamente significativa (P<0.01) entre tratamientos. En el periodo Nº 3 de 9-12 días en promedio de intensidad de luz solar en acomodo apilado fue de 9.811 µmol y para el acomodo escalonado fue de 47.389 µmol, mostrando una diferencia altamente significativa (P<0.01) entre tratamientos. En el periodo Nº 4 de 12-15 días en promedio de intensidad de luz solar en acomodo apilado fue de 18.798 µmol y para el acomodo escalonado fue de 64.108 µmol, mostrando una diferencia altamente significativa (P<0.01) entre tratamientos. En el periodo Nº 5 de 15-18 días en promedio de intensidad de luz solar en acomodo apilado fue de 25.766 µmol y para el acomodo escalonado fue de 71.529 µmol, mostrando una diferencia altamente significativa (P<0.01) entre tratamientos. Se observa en las medias totales de los periodos por estibamiento una diferencia altamente significativa (P<0.01) favorable al escalonado con 46.545 y 12.77 al apilada.

CUADRO 6. Promedio de intensidad de luz solar por periodo producidas en dos tipos de arreglo de rejas en hidroponia en invernadero rustico en la comarca lagunera.

Tratamientos / Periodo (días)	T1 Estibamiento Apilado µmol	T2 Estibamiento Escalonado µmol	Media de Tratamientos (1)
0 – 6 **	5.212 a	22.977 b	14.095 a
6 – 9 **	4.295 a	26.724 b	15.510 a
9 – 12 **	9.811 a	47.389 b	28.600 b

12 – 15 **	18.798 a	64.108 b	41.453 c
15 – 18 **	25.766 a	71.529 b	48.648 c
Media (2) **	12.776 a	46.545 b	

* * Diferencia altamente significativa (P<0.01)

Literales iguales no diferencia entre media en las filas.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos y bajo las condiciones en que se llevo a cabo la investigación se puede concluir que:

El acomodo escalonado fue superior al acomodo apilado tanto en el peso verde, altura del follaje y en la intensidad de luz que llega a la planta,

BIBLIOGRAFIA

Arano, C. 1998. Forraje verde hidropónico y otras técnicas de cultivo sin tierra. Buenos Aires, Argentina.

Bidwell R. G. S. 1987 Condiciones para la Germinación. Fisiología Vegetal 1º Edición. México, D. F. Pp 71 y 455

Carballo M.C. 2005. Manual de procedimientos para la producción de forraje verde hidropónico. Pág. 4

FAO. 2001. Forraje verde hidropónico. Manual técnico. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Oficina regional de la FAO para América latina y el caribe. Santiago chile pp. 68

Lomeli Z. H. 2000. Forraje verde hidropónico. Revista de agricultura bimestral. No 63. México, DF.

Puente M. J. L. 2004. Forraje verde hidropónico. Unión ganadera. Revista bimestral de la Unión Ganadera Regional de la Laguna. Año 8. Volumen 51. Septiembre-Octubre 2004. Torreón Coah. Pp 10-12.

Rivera G. G 2004 “Niveles de fertilización y agua en la producción de forraje de trigo verde hidropónico en invernaderos rústicos en la comarca lagunera”. Tesis de licenciatura FAZ-UJED. Venecia, Dgo. P 3

SAGARPA 2006. Resumen económico 2005 en la Comarca Lagunera suplemento especial. El siglo de Torreón. Torreón Coah.

CONCENTRACIONES DE SUSTITUTO DE LECHE PARA BECERROS EN LA ALIMENTACION DE CABRITOS PARA PLATO

Sánchez Olvera Teodoro *, Arnoldo García Favela., Jesús José Quiñones Vera, José Renteria Aguilar. y Ricardo Miranda W ong

Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez
del estado de Durango
Tsanchezolvera @ yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La caprinocultura es una actividad tradicional de la Región Lagunera, cuenta con un inventario de 459,589 animales (SAGARPA 2006), realizada generalmente por Campesinos y ejidatarios, donde la producción de leche y de cabritos para plato representa un ingreso para el productor, que en su conjunto representa un sustento familiar, motivo por el cual no esta en disposición para experimentar con algunas alternativas para una mejor producción. En lo que respecta a la producción de cabrito, esta es demasiado rustica o con un manejo deficiente, y por lo general no hay asistencia técnica, reflejándose en problemas de sanidad y producción.

En lo que se refiere a la producción, la alimentación representa el principal rubro en su costo productivo porque en esta etapa, su dieta es liquida a base de la leche natural. Sin embargo la venta de la leche natural representa para el productor un ingreso familiar fundamental para su sustento. Ahora, en muchas partes del mundo en el sistema intensivo se usa los sustitutos de leche para alimentar a los cabritos existiendo sustitutos con diferentes fuentes de proteína, sin embargo en la comarca lagunera es difícil conseguir los sustitutos de leche para cabritos, por lo cual se esta usando el que se suministra a los becerros. Al utilizar este método se encontraron algunos ventajas tales como: La utilización de leche para el consumo humano, reducir la alta mortalidad pre-destete, incrementar la sobre vivencia de los cabritos provenientes de camadas numerosas o de cabritos abandonados por sus madre, así como el de crías huérfanas y por ultimo evitar enfermedades como la mastitis.

Uno de los problemas en este sistema es que alcancen el peso optimo para el mercado, este se presenta debido a las restricciones del volumen de su estomago y por ende la fuente de nutrientes para su desarrollo. Por consecuencia el temor de algunos productores al ver en riesgo sus ingresos. Considerando una alternativa el de concentrar mas el sustituto por litro de agua.

De acuerdo a lo anterior se realizo el presente proyecto con el objetivo de determinar el comportamiento del consumo y cambio de peso con cuatro concentraciones de sustituto de leche bovino en cabrito para plato.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente proyecto se realizó en el Ejido Jauja. Municipio de Tlahualilo, Dgo., Ubicado a 4 Km., al PTE del ejido Horizonte, Dgo., que a su vez se localiza en el 49 Km. de la carretera Gómez Palacio – Tlahualilo ambos del estado de Durango. El periodo del proyecto fue de 25 días iniciando el 01 de Diciembre del 2004 terminando el 26 de Diciembre del mismo año.

Para llevar acabo se instalaron rejas como corrales, se consiguieron previamente 20 cabritos machos de la raza Alpina de tres días de nacidos y calostreados, se utilizaron cinco cabritos por tratamientos identificados por corral y número. Se utilizó un sustituto de leche comercial para bovino (Lala Milk), 8 biberones de consumo humado de ocho onzas (Medición de consumo), una tina y una parrilla de gas.

Se plantearon cuatro niveles con diferentes concentraciones de sustituto, para el T1 se aplicarán 130 gr/lt, (T2) 140 gr/lt, (T3)150 gr/lt y el (T4) 160 gr/lt con dos tomas por cabrito, la primera en punto de las 07:30 AM, la segunda a las 06:00 PM , calentándose el agua previamente en la parrilla a una temperatura de 38ºC para diluirla y suministrarla a una temperatura corporal. Se midieron las siguientes variables: Consumo de sustituto de leche por día , peso semanal, calculándose el incremento de peso diario.

Los datos se analizarán estadísticamente con un diseño completamente al azar y un análisis de covarianza con peso inicial.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Consumo. En el cuadro 1 se observa esta variable donde se aprecia que en el nivel menor que es de 130 gramos por litro el consumo fue de 1269 ml por día y conforme aumenta la concentración disminuye el consumo donde el de 160 gramos por día el consumo fue de 997 ml por día. Estadísticamente existió una diferencia significativa al 0.05 y al realizar una comparación de medias con un DMS, las dos primeras concentraciones de 130 y 140 gramos por litro no existió diferencias. Así también entre las dos ultimas de 150 y 160 gramos por litro no existió diferencia , pero entre estos dos grupos si existió diferencia entre las medias. Lo anterior coincide con los resultados de Rodríguez(1988) donde también llega a las mismas conclusiones.

Aumento de peso por dia. En el cuadro 1 también se observa que esta variable al tener menos concentración existió menos aumento por día , y así se aprecia que los niveles de 130, 140, 150 y 160 gramos por día , obtuvieron aumentos diarios de 90, 116, 127 y 148 respectivamente , existiendo una diferencia entre la mas baja y la alta de 58 gramos . Sin embargo no existió diferencia estadística (ns).

Peso. Esta variable también se encuentra en el mismo cuadro 1, donde se observa que el de mayor concentración (160 gramos por litro de agua) obtuvo mayor peso promedio con 5525 gramos y el de menos concentración (130 gramos por litro de agua) obtuvo un promedio de 3678 gramos sin embargó estadísticamente no existió diferencia.

CUADRO 1. Consumo, peso y aumento de peso con cuatro niveles de sustituto de leche en cabritos para plato(Faz- UJED 2006).

Niveles de sustituto (gr/litro/agua)	consumo promedio (ml/día)*	Aumento de peso /día (gramos)ns	peso Promedio (Gramos)ns
130	1269 a	90	3678
140	1106 a	116	4512
150	931 b	127	5117
160	997 b	148	5525

* diferencia significativa ($p<0.05$)

ns diferencia no significativa

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente experimento se puede concluir que a mayor concentración del sustituto de leche existió menor consumo, existiendo diferencia estadística , en el caso de peso promedio y aumento por día también existió una tendencia de ser superior el nivel de mayor concentración 160 gramos sin embargo no se encontró diferencia estadística.

BIBLIOGRAFIA

Córdova García I. 2002. Dos sustitutos de leche en dosificaciones bajas en el último mes de destete en terneros holstein en la comarca lagunera. Tesis. Licenciatura FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo. p-4.

Hernández Rodríguez O. 1988.comparación de dos niveles de sustituto de leche en la alimentación artificial de cabritos para abasto con dos sistemas de crianza: el natural y el artificial. p 19-22.

Land O" L. 1991. guía para el uso de los sustitutos de leche para terneros. folleto. editorial land O"lakers. Minnesota. USA. p 2-3.

SAGARPA. 2006. resumen de actividades económicas en la Comarca Lagunera del 2005. el Siglo de Torreón, diario regional. p 30.

Sánchez Olvera T., J.J. Quiñones Vera Y J. Barajas Gallardo., 2004, producción de cabritos para plato con diferentes dosis al día de sustituto de leche de bovino. memorias de la semana de agronomía. septiembre 6. Gómez Palacio, Dgo. p-16.

Sánchez Olvera T., J.J. Quiñones Vera., M.J. Chacon Ochoa. 2003. cría de cabritos al destete con sustituto de leche bovino y leche natural.. memorias de semana de Agronomía. 12 de septiembre, 2003., Gómez Palacio, Dgo. P – 803.

DOS SISTEMAS DE ESTANTERÍA Y REMOJO EN LA PRODUCCION DE FORRAJE DE TRIGO HIDROPÓNICO EN INVERNADERO RÙSTICO EN LA COMARCA LAGUNERA

Sanchez Olvera Teodoro, M. de L. González H., J. J. Quiñones V., R. Miranda W. y J. Renteria A.

Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez
del estado de Durango
Tsanchezolvera @ yahoo.com.mx

INTRODUCCION

La Comarca Lagunera, es una región importante en la explotación de los rumiantes (animales de cuatro compartimiento) principalmente el ganado bovino en forma intensiva y el ganado caprino de traspatio e intensivo en la producción en leche, donde su alimentación se basa en forrajes ya sea del pastoreo y una suplementacion con forrajes de corte en la noche. La producción de los forrajes en la región, no es suficiente para alimentación estos animales, siendo una parte producida internacionalmente y otro es exportada. Sin embargo, la producción regional se ha visto afectada por el factor agua, esto a consecuencia de la sobre explotación de los mantos acuíferos por los sectores industriales y agropecuarios. La explotación lechera ha extraído grandes cantidades de agua del acuífero para la producción de forrajes, principalmente la alfalfa que sé tenia establecida hasta el año 2004, 39 000 ha. (SAGARPA 2005), teniendo como gasto 1000 lts de agua para la producción de 1 lt. de leche.

Por otro lado los productores pecuarios de bajos recursos que no tienen áreas agrícolas y que depende de las compras de forrajes para eficientar su producción de leche tanto en caprinos como en bovinos, y que dependen de los recursos forrajeros de los agostaderos, residuos de cosechas o malezas de los campos agrícolas, extendiéndose épocas de déficit en casi el total del forraje, volviéndose critica la explotación de los animales por el aspecto alimenticio. Donde usar alimentos balanceados, como alfalfa y silo es costoso.

Lo anterior implica buscar otros alternativas para producir forraje con un bajo requerimiento de agua altos requerimientos todo el año. Destacando en la actualidad la posibilidad de hacerlo por medio de invernaderos rustico donde es mínima la inversión y con un proceso de producción sencillo y con equipo barato para los productores de bajos recursos, así también en algunas zonas del país se esta usando invernaderos rústicos para producir forrajes

verdes hidropónicos, sin estantería, para el soporte de charolas, supliéndolas por rejas tomateras bajando el costo de infraestructura de un invernadero rustico. Por otro lado existen técnicas que mencionan que debe de remojarse la semilla durante 12 hrs. Y sacarla 1 hr. A oxigenar mas 12 hrs. De remojo (FAO 2001) y otro de 24 hrs. continúas (Carballo 2000 , 2005). De cuerdo a lo anterior se planteo el presente proyecto con el siguiente objetivo: Comparar dos tipos de estantería y remojo, con el tradicional de charolas y estantería en el desarrollo y la producción de forraje de trigo verde hidropónico en invernadero rustico en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizo en el invernadero de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, ubicada en el Ejido Venecia, Dgo. Esta localizada el Km. 28 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, Dgo. se realizo el trabajo experimental en 21 días, iniciando el día 23 de enero y terminando el 12 de febrero del 2006.

El invernadero donde se realizo la investigación tiene una estructura metálica, cubierta con plástico transparente en la parte del techo. Además, tiene colocada una malla sombra sobre el hule transparente, y en la parte lateral inferior. Sus dimensiones son 7m de largo, 11m de ancho y 4.5m de altura.

La técnica de producción de forraje de trigo hidropónico se realizo de la siguiente forma: se utilizo semilla de trigo con más de 85% de germinación, se depositara 0.500 Kg. De semilla en cada charola, esta de plástico con orificios en la parte inferior y sus medidas son de 40cm X 40cm X 5 cm. y con rejas tomateras 0.500 Kg. con 30cm de ancho 50cm de largo y 27cm de altura. El mismo procedimiento siguiente en los dos tipos de estantería: se lavaron dejando en una solución de hipoclorito de sodio al 1% durante un minuto. Finalizando el lavado se procedió a un enjuague riguroso de la semilla con agua limpia. Posteriormente se coloco 4.00 Kg las semillas dentro de un recipiente con agua limpia por un periodo de 24 horas para lograr una completa imbibición.. Otros 4.00 Kg 25 horas tiempo se dividirá en dos periodos de doce horas cada uno. A las doce horas de estar sumergidas, estas se sacaron y se puso a orear durante una hora y posteriormente se sumergieron de nuevo otra 12 horas. Después se coloco la semilla en las charolas y en las rejas tomateras y encima de cada una de ellas se coloco una capa de papel periódico el cual también se humedeció. Para finalizar se tapo con un plástico negro para simular la oscuridad en la semilla. Una vez detectada la brotación completa de la

semilla, se retiro el plástico negro y el papel y se realizo los riegos con intervalo de 1 horas con duración de 1 minuto. Se utilizo 16 charolas y 16 rejas tomateras, se coloco la charolas en la estantería y las rejas una de otra sobrepuestas. En ocho charolas y ocho rejas se midió la altura con una regla de plástico de 30cm. en parte más homogénea y determino el porcentaje de altura mayor y la de altura menor; para el peso se peso toda la charola y toda la reja en una bascula de plancha, con capacidad de 125 kilos. Esto se realizo los días 6, 9,12, 15 ,18 y 21. Las otra ocho charolas y ocho rejas se determino cada tercer día una sexta parte del forraje determinar el porcentaje de materia seca. Los datos se analizaron estadísticamente con un completamente al azar con arreglo bifactorial.

RESULTADOS Y DISCUSION

Altura de follaje. El Cuadro 1. Presenta esta variable por periodos, estanterías y tiempos de remojo. En el periodo Nº 1 de 0-6 días en promedio para altura para charolas es de 1.00 cm. y para rejas de 0.31 cm. en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre rejas y charolas con 0.25 cm. y 1.00 cm. respectivamente y en lo que respecta a las de 24 hrs. fue superior el de las charolas con 1.00 a.m. sobre 0.37 cm. de las rejas; se realizo una comparación de medias al ($P<0.01$) donde para tiempos de remojo en charolas no hubo diferencias significativas ; en lo que respecta para el tipo de estantería si hubo diferencias significativas. En el periodo Nº 2 de 6-9 días en promedio las charola es de 2.13 cm. y para rejas de 2.38 en los que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 2.07 cm. y 1.47 cm. respectivamente y en los que respecta a las 24 hrs. fue superior el de las charolas con 2.20 cm. sobre 1.30 cm. de las rejas, se realizo una comparación de medias al ($P<0.05$) existiendo diferencias significativa en ambos casos. En el periodo Nº 3 de 9-12 días en promedio para altura para charolas es de 4.66 cm. y para rejas de 4.02 cm. en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 4.17 cm. y 3.87 cm. respectivamente y en lo que respecta a las de 24 hrs., fue superior las charolas con 5.15 cm. sobre 4.17 de las rejas, se realizo una comparación de medias al ($P<0.05$) existiendo diferencia significativas en ambos casos. En el periodo Nº 4 de 12-15 días en promedio para altura para charolas es de 6.64cm y para rejas de 7.76 cm. en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. fue superior la de rejas con 7.20 cm. sobre 5.02 cm. de las charolas, se realizo una comparación de medias al ($P<0.05$) existiendo diferencias significativas para ambos casos. En el periodo Nº 5 de 15-18 días en promedio para altura para charolas es de 8.35 cm. y para rejas de 9.78 en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 7.05 cm. y 9.62 cm. respectivamente y en lo que respecta a las de 24 hrs.

fue superior la de rejas con 9.95 sobre 9.65 cm. de la charolas; se realizo una comparación de medias al (P<0.01) donde hubo diferencias significativas excepto para tiempos de remojo en rejas donde no hubo diferencias altamente significativas. En el periodo Nº 6 de 18-21 días en promedio para alturas para charolas de 9.32 cm. y para rejas de 11.56 cm. en los que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 8.02 y 11.62 cm. respectivamente y en los que respecta a las de 24 hrs. fue superior la de rejas con 11.50 cm. sobre 10.62 cm. de las charolas, se realizo una comparación de medias al (P<0.01) existiendo diferencia en charolas pero no en rejas en lo que respecta a tiempos de remojo en charolas si existió diferencias en la mayoría de las etapas, sin embargo en la de rejas solo existió en la de 0-6 días y la de 12-15 días.

CUADRO 1. PROMEDIO DE ALTURA (cm) DE TRIGO FORRAJERO PRODUCIDO POR HIDROPONÍA EN INVERNADERO RUSTICO CON DOS TIPOS DE ESTANTERÍA Y TIEMPOS DE REMOJO

TRAT / PERIODO (DIAS)	CHAROLAS			REJAS		
	12 hrs	24 hrs	MEDIA	12 hrs	24 hrs	MEDIA
0-6 **	1.00 A	1.00 A	1.00	0.25 B	0.37 C	0.31
6-9 *	2.07 B	2.2 A	2.13	1.47 AB	1.30 A	1.38
9-12 *	4.17 B	5.15 A	4.66	3.87 B	4.17 B	4.02
12-15 *	5.02 C	8.27 A	6.64	7.20 B	8.32 A	7.76
15-18 **	7.05 B	9.65 A	8.35	9.62 A	9.95 A	9.78
18-21 **	8.02 B	10.62 A	9.32	11.62 A	11.50 A	11.56

LITERALES DIFERENTES EN EL MISMO REGLON SON ESTADÍSTICAMENTE DIFERENTES
* DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS P<0.05
** DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS P<0.01

Peso total. En el Cuadro 2 .Presenta esta variable por periodos, estantería y tiempo de remojo en el periodo Nº 1 de 0-6 días en promedio para peso para charolas es de 0.71 Kg. y para rejas de 0.55 Kg. en los que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 0.71 Kg. y 0.53 Kg. respectivamente y en los que se refiere a las 24 hrs. fue superior el de las charolas con 0.72 Kg. sobre 0.57 Kg. de las rejas existiendo diferencias altamente significativas (P<0.01) para ambos casos. En el periodo Nº 2 de 6-9 días en promedio para peso para charolas es de 1.59 Kg. y para rejas de 1.03 Kg. en lo que se refiere Al tiempo de

remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 1.51 Kg. y 1.06 Kg. respectivamente y en los que se refiere a las 24 hrs. fue superior el de charolas con 1.67 Kg. sobre 1.00 Kg. de las rejas se realizo un comparación de medias (P< 0.01) existiendo diferencias altamente significativas para ambos casos. En el periodo Nº 3 de 9-12 días en promedio para peso para charolas es de 1.99 Kg. y para rejas de 1.65 Kg. en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 1.85 Kg. y 1.46 Kg. respectivamente y en lo que respecta a las 24 hrs. fue superior el de charolas con 2.13 Kg. sobre 1.85 Kg. de las rejas donde se realizo una comparación de medias al (P< 0.05) no existiendo diferencias significativas para ambos casos. En el periodo Nº 4 de 12-15 en promedio para peso en charolas es de 2.40 Kg. y para rejas 2.74 Kg. en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 2.03 Kg. y 2.61 kg respectivamente y en lo que respecta a las 24 hrs. fue superior el de charolas con 2.78 Kg. sobre 2.87 Kg. de las rejas donde se realizo una comparación de medias al (P<0.01) existiendo diferencias altamente significativas para ambos casos. En el periodo Nº 5 de 15-18 en promedio para peso en charolas es de 2.75 Kg. y para rejas 3.00 Kg. en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 2.50 Kg. y 2.95 Kg. respectivamente y en lo que respecta a las 24 hrs. fue superior el de charolas con 3.00 Kg. sobre 3.05 Kg. de las rejas donde se realizo una comparación de medias al (P<0.05) no existiendo diferencias significativas en ambos casos. En el periodo Nº 6 de 18-21 en promedio para peso en charolas es de 3.02 Kg. y para rejas 3.24 Kg. en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 2.85 Kg. y 3.28 Kg. respectivamente y en lo que respecta a las 24 hrs. en las charolas con 3.20 Kg. sobre 3.20 Kg. de las rejas donde se realizo una comparación de medias al (P<0.01) existiendo diferencias altamente significativas en las medias para ambos casos.

CUADRO 2. PROMEDIO DE PESO (Kg.) DE TRIGO FORRAJERO PRODUCIDO POR HIDROPONÍA EN INVERNADERO RUSTICO CON DOS TIPOS DE ESTANTERÍA Y TIEMPOS DE REMOJO

TRAT / PERIODO (DIAS)	CHAROLAS			REJAS		
	12 hrs	24 hrs	MEDIA	12 hrs	24 hrs	MEDIA
0-6 **	0.71 A	0.72 A	0.71	0.53 B	0.57 B	0.55
6-9 **	1.51 A	1.67 A	1.59	1.06 B	1.00 B	1.03
9-12 *	1.85 B	2.13 A	1.99	1.46 AB	1.85 B	1.65

12-15 **	2.03 B	2.78 A	2.40	2.61 AB	2.87 A	2.74
15-18 *	2.50 A	3.00 A	2.75	2.95 A	3.05 A	3.00
18-21 **	2.85 B	3.20 AB	3.02	3.28 A	3.20 AB	3.24

LITERALES DIFERENTES EN EL MISMO REGLON SON ESTADÍSTICAMENTE DIFERENTES
* DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS P<0.05
** DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS P<0.01

Materia seca .En el Cuadro 3 Presenta esta variable por periodos, estantería y tiempo de remojo en el periodo Nº 1 de 0-6 días en promedio para materia seca para charolas es de 55.63% y para rejas de 56.52 % en los que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 57.82 % y 62.86 % respectivamente y en los que se refiere a las 24 hrs. fue superior de las charolas sobre 53.44% sobre 50.19% de las rejas donde se realizo una comparación de medias al (P<0.05) para ambos casos no existió diferencias significativas. En el periodo Nº 2 de 6-9 días en promedio para materia seca para charolas es de 33.71 % y para rejas de 41.39 % en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 35.27 % y 42.56 % respectivamente y en lo que respecta a las 24 hrs. fue superior el de charolas con 32.16 % sobre 40.23 % de las rejas donde se realizo una comparación de medias al (P< 0.05) para ambos casos no existió diferencias significativas. En el periodo Nº 3 de 9-12 días en promedio para peso para charolas es de 19.85 % y para rejas de 26.47 % en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 20.65% y 25.36% respectivamente y en lo que respecta a las 24 hrs. fue superior el de rejas con 27.59% sobre 19.06% de las rejas donde se realizo una comparación de medias al (P< 0.05) en ambos casos no existió diferencias significativas. En el periodo Nº 4 de 12-15 en promedio para materia seca es de 14.48% y para rejas 16.36% en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 14.85% y 14.88% respectivamente y en lo que respecta a las 24 hrs. fue superior el de rejas con 17.84 sobre 14.11 de las charolas donde se realizo una comparación de medias al (P<0.01) para ambos casos hubo diferencias significativas. En el periodo Nº 5 de 15-18 en promedio para materia seca es de 12.92% y para rejas 13.87% en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 13.29% y 13.55% respectivamente y en lo que respecta a las 24 hrs. fue superior el de rejas con 14.20% sobre 12.56 de las charolas, se realizo una comparación de medias al (P<0.05) existiendo diferencias altamente significativas para ambos casos. . En el periodo Nº 6 de 18-21 en promedio para materia seca en charolas es de 12.71% y para charolas y para rejas 12.24% en lo que se refiere al tiempo de remojo de 12 hrs. es diferente entre charolas y rejas con 13.08% y 12.93% respectivamente y en lo que

respecta a las 24 hrs. fue superior el de charolas con 12.34% sobre 11.55% de las rejas, se realizo una comparación de medias al (P<0.05) no existiendo diferencias en la medias para ambos casos.

CUADRO 3. PROMEDIO DE MATERIAS SECA (%) DE TRIGO FORRAJERO PRODUCIDO POR HIDROPONÍA EN INVERNADERO RUSTICO CON DOS TIPOS DE ESTANTERÍA Y TIEMPOS DE REMOJO.

TRAT / PERIODO (DIAS)	CHAROLAS			REJAS		
	12 hrs.	24 hrs.	MEDIA	12 hrs.	24 hrs.	MEDIA
0-6 *	57.82 A	53.44 A	55.63	62.86 A	50.19 A	56.52
6-9 *	35.27 A	32.16 A	33.71	42.56 A	40.23 A	41.39
9-12 *	20.65 BC	19.06 BC	19.85	25.36 AB	27.59 A	26.47
12-15 **	14.85 AB	14.11 B	14.48	14.88 AB	17.84 A	16.36
15-18 *	13.29 A	12.56 A	12.92	13.55 A	14.20 A	13.87
18-21 *	13.08 A	12.34 A	12.71	12.93 A	11.55 A	12.24

LITERALES DIFERENTES EN EL MISMO REGLON SON ESTADÍSTICAMENTE DIFERENTES
* DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS P<0.05
** DIFERENCIAS ALTAMENTE SIGNIFICATIVAS P<0.01

CONCLUSIONES

1.- No existio una diferencia entre el uso de charolas y rejas para producir forraje verde hidroponico.

2.- Respecto al dejar continuamente la semilla en remojo fue mejor el dejarlo 24 horas continuas y no dos periodos de 12 horas con una hora para oxigenacion.

BIBLIOGRAFÍA

Carballo M. C 2005. Manual de procedimientos para la producción de forraje verde hidropónico. P. 4

Carballo M C 2000 Manual de procedimiento para germinar granos para alimentación animal. http://wwwzootecnocampo.com/Documentos/germinados.htm

FAO 2001 Métodos y factores que influyen en la producción de forraje verde hidropónico. http://.rlc.fao.org/prior/segalim/pdf/2.pdf.

Rodríguez D. A y Tarrillo O. H2005 Producción de forraje verde hidropónico en condiciones adversas http:/fcq.uach.mx/educontinua/hidroponía/abstrac.htm

Rivera G. G 2004 “Niveles de fertilización y agua en la producción de forraje de trigo hidropónico en invernaderos rústicos en la Comarca Lagunera”. Tesis De Licenciatura FAZ UJED. Venecia, Dgo. p 3

SAGARPA 2005 Resumen económico 2004 en la Comarca Lagunera suplemento especial. El siglo de Torreón. Torreón Coah. p32

POTENCIAL DE GERMINACIÓN DE NOA (Agave *victoriae reginae)* EN CONDICIONES DE LABORATORIO Y DIFERENTES SUSTRATOS EDAFICOS.

Azucena Urrutia O[1]., Erik López de los S[1]., C. M. Valencia C[1]., J. J. Quiñones V[1]., J. J. Martínez R[1].

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia

INTRODUCCION

La ecoregión llamada Desierto Chihuahuense, cuenta con una gran biodiversidad de especies vegetales, que se han adaptado a las características típicas del área como la baja precipitación, las altas temperaturas, entre otros factores climáticos.

Hasta hoy las especies del desierto se han manejado desde un punto de vista comercial y destructivo, ocasionando un gran daño a los ecosistemas y deterioro de los mismos a través del tiempo; provocando que a causa del disturbio se encuentren en peligro de extinción. Entre las especies con mayor grado de amenaza para su sobre vivencia se encuentra la Noa (*Agave victoriae-reginae*) la cual forma parte de la flora nacional y de la región lagunera; en donde el deterioro de los hábitat y la extracción de ejemplares con fines comerciales como plantas de ornato, así como la mortalidad de semilla por desecación, son una de las principales causas de su devastación.

Debido a que el hábitat de la Noa se desarrolla en pendientes muy inclinadas donde la captación de suelo es muy escasa, ocasionando que la obtención de sustratos y germinación de esta especie se vean afectados. Acorde a esto, resulta de interés describir las características reproductivas de la especie, en particular su germinación bajo diferentes condiciones.

Las plantas en peligro de extinción con un alto grado de endemismo son más difíciles de cultivar y propagar. (Pattison, 1985, citado por Pérez 1988)

De acuerdo con lo antes mencionado es importante fomentar acciones que mejoren y aceleren la propagación de la Noa *(Agave victoriae reginae)* con la finalidad de obtener poblaciones significativas en laboratorio para su posterior aplicación en aquellas regiones deforestadas y de evitar que la existencia de esta especie en estas áreas desaparezca.

Objetivos del estudio:

1.- Evaluar el efecto de tratamientos de escarificación sobre la germinación de las semillas de Noa**.**

2.-Evaluar el efecto de diferentes sustratos edáficos sobre la germinación de semillas de Noa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento 1: escarificación en semillas de noa

En el periodo comprendido del 12 de noviembre al 12 de diciembre del 2005 se realizó una prueba de germinación, utilizando semilla recolectadas en el Cañón de Fernández en el año 2003.

Los tratamientos consistieron en lo siguiente: 1) Remojo en agua destilada durante 20 horas, 2) Papel filtro previamente humedecido durante 48 horas a una temperatura de 4-7 ºC, 3) Remojo en agua destilada durante 30 horas, 4) Testigo (al que no se le dio ningún proceso).

Las semillas tratadas fueron colocadas en cajas petri, depositando 10 semillas en cada caja, correspondiendo tres repeticiones (tres cajas petri) a cada tratamiento, las semillas fueron cubiertas con papel filtro para evitar el contagio de posibles enfermedades así como retener mayor porcentaje de humedad, siendo cambiado esté cuando era necesario, las cajas fueron llevadas a una cámara germinadora a una temperatura de 32 ºC con una variación de $\pm$ 2 ºC.

Para este estudio se utilizó un diseño completamente al azar, realizándose un análisis de varianza, incluyendo la prueba de Tukey.

Experimento 2: germinación en sustratos edáficos

Las actividades de campo iniciaron el día 11 de octubre, terminando el día 11 de noviembre del 2004. Se utilizaron semillas de Noa *(Agave victoriae-reginae)* recolectadas en noviembre del 2003, en el área del Cañón de Fernández municipio de Lerdo, Dgo., se usaron dos charolas germinadoras de 200 cavidades previamente desinfectadas, arena, peat moss, una bascula de laboratorio y una piceta, así como agua (no salina) para efectuar el riego.

METODOLOGÍA

Las semillas de Noa fueron limpiadas en una cámara de selección a base de viento, con la finalidad de eliminar el material extraño. Posteriormente las semillas fueron introducidas en agua destilada por un periodo de 20 hrs. como proceso de escarificación para acelerar su germinación (Valencia 2005).

Se aplicaron seis tratamientos, consistentes en diferentes proporciones de arena y peat most: 1) 100% de arena, 2) 10% peat moss y 90% arena, 3) 20% peat moss y 80% arena, 4) 30% peat moss y 70% arena, 5) 40% peat moss y 60% arena, 6) 50% peat moss y 50% arena. Cada uno de estos sustratos fue colocado al azar en 20 cavidades de la charola, el cual fue previamente humedecido, colocando una semilla por cavidad de cada uno de los tratamientos.

La variables obtenidas fueron el número de plantas germinadas y el cálculo del porcentaje de germinación en cada tratamiento. La primera se contó de acuerdo al tiempo en que tardó en emerger cada plántula, desde el momento de la siembra hasta un periodo de 30 días como máximo, mediante la observación diaria de cada una de las cavidades de cada tratamiento.

Los riegos se realizaron con intervalos de tiempo de 8 días, mediante la utilización de una piceta, para evitar la saturación de agua, debido a que se trata de una especie endémica del desierto, en donde las precipitaciones no son muy abundantes.

Se utilizó un diseño estadístico de distribución completamente al azar con 5 repeticiones con 4 cavidades cada una, además se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias al obtener diferencia significativa en el análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

El Cuadro 1 presenta los resultados de germinación en semilla de Noa tratada previamente con diferentes tratamientos de escarificación. El análisis de varianza no presentó evidencia estadística (P>.05) de que las germinaciones medias de la semilla de Noa sometida a diferentes tratamientos pregerminativos es diferente. No obstante, la máxima germinación fue del 100%.

Cuadro 1. Germinación de la semilla de Noa (Agave victoriae reginae) sometida a tratamientos de escarificación

TRATAMIENTO	DESCRIPCION	MEDIA %*	INTERVALO DE CONFIANZA	
1	remojo en agua destilada por 20 horas	**100**	7.49	12.57
2	Testigo	**70.66**	5.16	10.17
3	papel filtro previa-mente humedecido por 48 horas	**100**	7.49	12.5
4	remojo en agua destilada por 30 hrs.	**80.33**	5.82	10.84

Los resultados obtenidos de los conteos diarios de semillas germinadas durante el periodo de estudio se presentan en la figura 1, donde no se encontró diferencia significativa entre los diferentes tratamientos ya que en todos los casos el porcentaje de germinación es similar

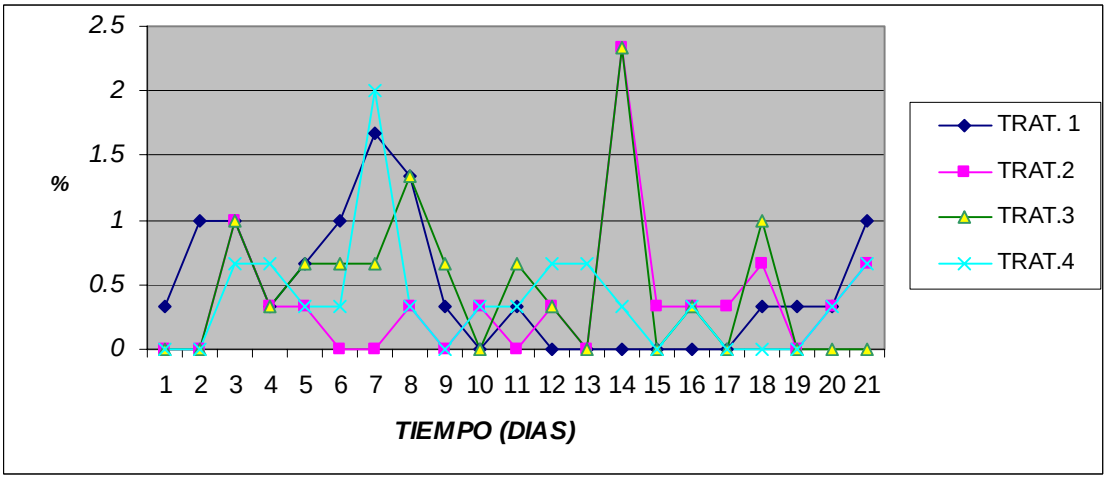


Figura 1 porcentaje de germinación promedio por día de semilla de Noa

Experimento 2: Germinación en sustratos

En la figura 2 se muestra la de germinación observada diariamente en cada uno de los tratamientos, Se puede observar que en la mayoría de los tratamientos la germinación ocurrió dentro de los primeros 14 días.

En el Cuadro 2 se presenta el porcentaje de germinación total observado en los diferentes sustratos aplicados, y que de acuerdo a los análisis realizados se encontró que no existe diferencia significativa (P> 0.05) entre tratamientos, por lo que se asume que la germinación de las semillas de esta especie no es afectada por los sustratos edáficos estudiados. De hecho, el porcentaje de germinación fue excelente, varío entre 90% en el primer tratamiento y 100% en los tratamientos dos al cinco.

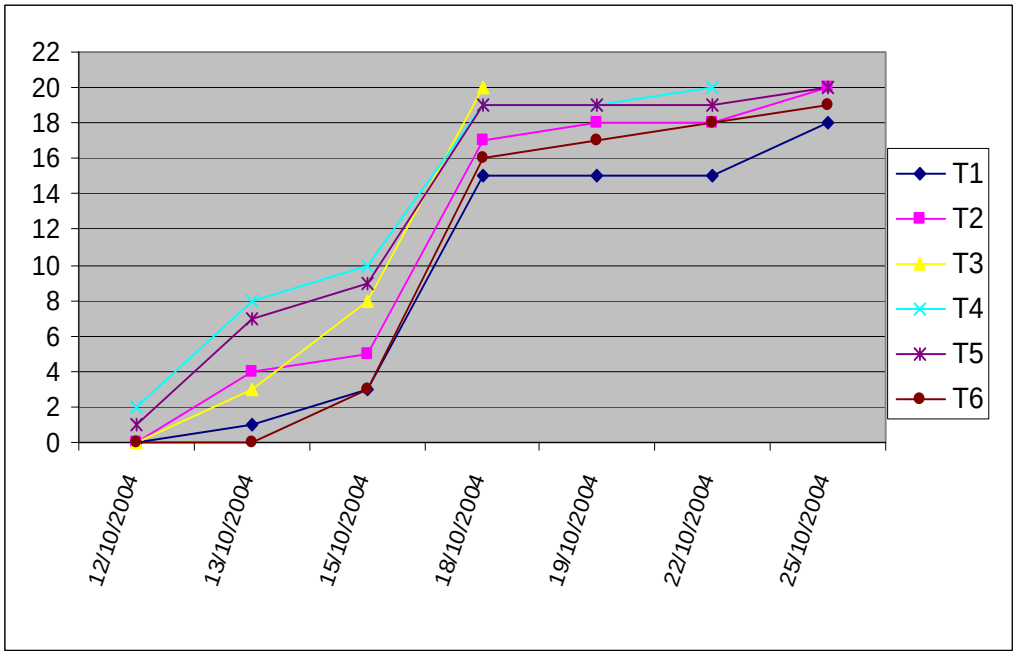


Figura 2: Germinación por fecha en cada uno de los tratamientos

Cuadro 2: Germinación de semillas de Noa (Agave *victoriae-reginae)*

		Intervalos de confianza	
Tratamiento	**Media %**		
T1	90	82.942123	97.05788
T2	100	92.942123	107.05788
T3	100	92.942123	107.05788
T4	100	92.942123	107.05788
T5	100	92.942123	107.05788
T6	95	87.942123	102.05788

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo se concluye lo siguiente:

1.- La germinación de semilla de Noa fue elevada en todos los tratamientos de escarificación estudiados. El remojó en agua destilada durante 20 horas es un buen método.

2.-El porcentaje de germinación de la Noa en sustratos es muy elevado, por lo que se presume no fue afectado por los mismos.

BIBLIOGRAFIA

Pérez Leal J. L. 1988. Conservación y germinación de especies amenazadas en el jardín botánico de la ENEDI, 3^{era} Reunión nacional de 1988, Xalapa Veracruz, México, pp. 9,10.

Valencia Castro C. M. 2005. Tratamientos pregerminativos en semillas de tres especies nativas del desierto Chihuahuense. Informe de investigación FAZ-U.J.E.D.

LA CAPRINOCULTURA EN LOS MUNICIPIOS DE GÓMEZ PALACIO Y TLAHUALILO DGO: SUS CAMBIOS Y ADAPTACIONES. PRIMERA APROXIMACIÓN

Gerardo Estrada A[1], C. Manuel Valencia C[1]., José Cortéz2, J. J. Martínez R[1]., J. J. Quiñones V[1]., G. Jiménez G[1].
valenc@prodigy.net.mx

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia
[2]Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

INTRODUCCIÓN

Estudios anteriores demostraron que la caprinocultura en la Comarca Lagunera estaba dominada por el sistema extensivo sedentario, el cual se sustentaba en el pastoreo de malezas, esquilmos y matorrales. Junto a este sistema cohabitaban los sistemas semi-intensivo e intensivo, los cuales representaban una proporción inferior al 5 % (Quiñones *et al* 1980).

En los últimos 15 años, ocurrieron en el país cambios jurídico-políticos que afectaron y/o propiciaron la transferencia de tierras y agua del sector social al sector privado, paralelamente en la Comarca Lagunera se colapsó el cultivo de Algodón y se fortaleció la industria lechera. Como consecuencia, la principal fuente de forraje para el ganado caprino, el esquilmo de algodón, prácticamente desapareció; aunado a esto, los ranchos privados con sus grandes extensiones de terreno, establecieron cercos perimetrales limitando aun más las áreas de pastoreo. Esta situación ha presionado notablemente al sistema extensivo sedentario poniendo a prueba su estabilidad y permanencia.

Se ha aceptado oficialmente (FIRA, 1999) que el sistema extensivo predominante está "declinando". Lo cual es atribuido al bajo potencial de las tierras que ocupa, a la disminución de dicho potencial por efecto de un deficiente manejo del pastoreo y "a la falta de adaptación de los sistemas extensivos a la vida moderna". Estos aspectos se están considerando como premisas básicas para justificar la transición de los sistemas extensivos hacia los semi – intensivos e intensivos, buscando con ello elevar la sustentabilidad en sus tres dimensiones (Valencia, 2002):

- La económica que implica mejorar la rentabilidad del sistema,
- la ecológica que incluye además de evitar el deterioro el mejoramiento de los recursos y,
- la social que involucra el mejoramiento de la calidad de vida de los productores caprinos.

En esta tesitura es factible pensar que se está presentando un gran reacomodo de los sistemas caprinos que requiere ser documentado. El presente estudio, pretende describir la situación actual de los sistemas de producción caprina, en términos de sus entradas, procesos y salidas en dos importantes municipios de la Comarca Lagunera de Durango y, en base a la misma, identificar los cambios que han ocurrido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción Del área de estudio

El trabajo se está realizando en los municipios de Tlahualilo, con ubicación geográfica en los 26° 07' latitud norte y 103° 26' longitud oeste y una altitud sobre el nivel del mar de 1100 m, y Gómez Palacio ubicado en los 25°34' latitud norte y 103° 30' longitud oeste con una altitud sobre el nivel del mar de 1150 m, ambos en el estado de Durango.

METODOLOGÍA

Se estableció un transecto lineal partiendo de la Villa Gregorio García y terminando en la ciudad de Tlahualilo Durango. A partir del primer punto, se aplicó un muestreo aleatorio estratificado a ambos lados de la línea, tomando como estratos los sistemas de producción definidos por Quiñones et al.(S/P): Sistema extensivo sedentario (SES), sistema semi-intensivo (SSI) y sistema intensivo (SI).

Se utilizó la técnica de entrevista para obtener información primaria de dos tipos de actores: personas clave y productores. Previamente se elaboró un cuestionario base para dirigir la entrevista. Dicho cuestionario incluyó variables relacionadas con el productor, así como con las entradas, procesos y salidas de los sistemas de producción. A la fecha se han aplicado 40 entrevistas a productores y una entrevista a una persona clave. La información obtenida se organizó en hoja electrónica y se calculó, en el caso de variables cuantitativas, la media y desviación estándar en cada uno de los estratos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Importancia relativa de los sistemas de producción

Del total de entrevistas realizadas un 32.5% correspondió al SES, un 37.5% al SSI y un 30.0% al SI. Aunque estos resultados no son concluyentes, es importante hacer notar la semejanza de la importancia relativa de los tres sistemas. Particularmente, se debe destacar la baja importancia observada hasta ahora del SES, el cual como se había comentado es considerado el sistema de producción predominante dentro del distrito de riego, con una

importancia relativa de aproximadamente 95% (Quiñones et al. 1980). Estos resultados refuerzan la hipótesis planteada en cuanto a la constricción de los recursos forrajeros disponibles para el SES, y su consecuente expulsión hacia la periferia del distrito o su permanencia mediante la implementación de mecanismos compensatorios como la adquisición de forrajes. Con esta lógica, es posible explicar la importancia relativa observada en los otros dos tipos de sistemas, el surgimiento de nuevos hatos manejados en forma semi estabulada y estabulada, probablemente esté relacionado con la disminución de los hatos pertenecientes al SES.

Sobre los productores caprinos

La mayor parte de los caprinocultores en los tres sistemas de producción, son personas casadas, que tienen a su cargo una familia. Menos del 10% de los caprinocultores en los tres sistemas son solteros. Un aspecto importante, es el nivel de escolaridad encontrado (Cuadro 1). En el SES el 84% de los productores no terminó la primaria, en el SSI la proporción de productores con primaria incompleta disminuyó a un 46.6% distribuyéndose el resto casi en forma proporcional en las demás categorías, incluyendo la de estudios profesionales. Un caso parecido ocurre con los productores del SI, en los cuales se incrementa hasta un 25% de los caprinocultores tienen alguna profesión (Cuadro1). Este patrón muestra un gradiente educativo que está relacionado, por lo menos teóricamente, con el nivel tecnológico de las explotaciones caprinas estudiadas.

Similarmente ocurre con la pertenencia a alguna asociación de caprinocultores, en el caso del SES ninguno pertenecía, en el SSI el 46% pertenecía y el SI el 83% pertenecía a alguna asociación.

Cuadro 1. Grado de escolaridad de los productores caprinos, porcentaje de productores. 2006

Nivel de estudios	SES ,%	SSI %	SI %
Primaria incompleta	84	46.6	33.3
Primaria terminada		13.3	25
Secundaria incompleta	16	13.3	
Secundaria terminada		6.6	8.3
Preparatoria incompleta			
Preparatoria terminada		6.6	8.3
Profesional		13.3	25

Sobre las entradas del sistema

Las principales fuentes de forraje del SES siguen siendo las especies arvenses, los esquilmos de maíz y sorgo, y el monte de mezquite y huizache. Un cambio obvio es la disminución drástica de la importancia relativa del esquilmo de algodón. No obstante, como se había anticipado, se incrementó el uso de forrajes complementarios principalmente de alfalfa, ensilaje de maíz, grano de maíz, vaina de mezquite y pollinaza. También emplean bloques de sales minerales (46% de los productores) y aplicación de vitaminas (61% de los productores) del complejo B y A D E.

La base de la producción del SSI son las fuentes de forraje mencionadas para el SES. Con respecto a las entradas del sistema, la principal diferencia entre ambos sistemas estriba en la mayor incorporación tanto en magnitud como en número, de forrajes cultivados como la alfalfa, el ensilaje de maíz, granos y concentrados. Asimismo, en una gran proporción de productores se emplean bloques de sales minerales (46%) y se aplican vitaminas (66.6%).

Una proporción importante (50%) de los productores pertenecientes al SI producen su propio forraje, no obstante la otra mitad compra su forraje y todos compran los granos, concentrados, suplementos proteicos y aditivos alimenticios como el Megalac. Se trata de un sistema altamente dependiente como el caso del bovino lechero.

Sobre el proceso de producción

En el SES se continúa pastoreando todo el año al ganado, con la incorporación de complementos en las épocas más críticas de forraje. En el SSI el ganado pace sobre las fuentes de forraje ya mencionadas desde principios de primavera hasta mediados de otoño aproximadamente. El resto del tiempo, el ganado se estabula y se alimenta en el pesebre.

En el Cuadro 2 se presenta el tamaño del hato promedio para cada uno de los sistemas estudiados. Es notable el número total de cabras en el SI, lo cual es indicativo también del tipo de productor, esto es, aunque es un sistema mejorado tecnológicamente hablando, se trata de pequeños productores. El tamaño más grande de hato se encontró en el SSI.

Cuadro 2. Tamaño del hato en los sistemas de producción

Sistema	**Promedio**	**DS**	**Máximo**	**Mínimo**
SES	74.69	41.62	155	15
SSI	108.6	98.48	400	31
SI	58.58	23.58	110	27

DS = Desviación estándar

El tipo racial predominante en el SES es la cruza de Nubia con nativa, aunque se presenta ya la influencia de razas lecheras como la Sannen y Alpina. En los SI y SSI predominan las razas lecheras, como la Sannen, Alpina y Togenburg.

En el Cuadro 3 se presentan algunos indicadores del nivel tecnológico de manejo de los animales en los sistemas de producción. El mayor nivel se observa en el SSI y por otro lado es notable el mejoramiento observado en el nivel tecnológico del SES. La explicación de los bajos números encontrados en el SI, puede estar en una inadecuada ubicación de algunos hatos; ya que se toma como criterio la estabulación completa o parcial para designar los SES y SSI, ignorando otros indicadores. Se trata pues de inconsistencias en la clasificación usada a priori, la cual debe revisarse. Un aspecto que es consistente y permite diferenciar el SES de los demás es el número de ordeños.

Cuadro 3. Actividades de manejo en los tres sistemas de producción caprina

Actividad	**% de Productores**		
	SES	SSI	SI
Descorné	69.3	80	83.3
Despezuñe	84.6	93.3	83.3
Desp interna	100	93.3	83.3
Desp externa	23	20	16.6
Vac Brucela	69.3	13.3	91.6
Vac Triple	7.6	13.3	8.3
Vac Antrax			8.3
Vac pasterela		6.6	
Ordeño	Manual	Manual	Manual
No Ordeños	1.15	1.73	1.66

Sobre las salidas del sistema

En los Cuadros 4, 5 y 6 se presentan los datos de producción total, por cabra y el ingreso bruto promedio que obtienen los productores por concepto de venta de leche. La media de producción de leche por cabra en el SES es de 1.3 l, lo cual en promedio permite a los productores obtener un ingreso de $221. 12/d, no obstante el ingreso mínimo observado fue de $14.00/d. La producción de leche por día por cabra obtenida en este estudio es mayor a la reportada por Quiñones (1987).

En el SI la producción de leche por cabra por día fue de 1.79 l en promedio, lo cual permite un ingreso promedio de $217.20 diarios (Cuadro 5). La producción de leche y el ingreso bruto en el SSI fueron intermedios.

Cuadro 4. Producción de leche e ingreso bruto en el SES

	Promedio	DE	Máximo	Mínimo
Total de pro diaria Lto	60.92	68.85	250	4
Media de producción	1.33	0.75	2.8	0.257
Ingreso diario total	221.12	251.06	900	14
Ordeños	1.15	1.37	2	1

DS = Desviación Estándar

Cuadro 5. Producción de leche e ingreso bruto en el SI

	Promedio	DE	Máximo	Mínimo
Total de pro diaria, l	59.25	47.83	150	7
Media de producción, l	1.79	0.82	3.6	0.9
Ingreso diario total, $	217.2	177.89	468	24.5
Ordeños, No	1.66	0.38	2	1

DS = Desviación Estándar

Cuadro 6. Producción de leche e ingreso bruto en el SSI

	Promedio	DE	Máximo	Mínimo
Total de pro diaria, l	67.6	47.95	150	23
Media de producción, l	1.38	0.48	2.3	0.75
Ingreso diario total, $	222.38	161.27	565.5	84
Ordeños, No	1.73	0.35	2	1

DS = Desviación Estándar

BIBLIOGRAFÍA

FIRA 1999, Oportunidades de desarrollo en la industria de la leche y carne en México, Boletín informativo, Nº 313, Volumen XXXII.

Quiñones V. J. J.,C. M. Valencia C., T. Sánchez R. Montañés M. s/p. Análisis integral de la caprinocultura en la Comarca Lagunera. ESAZ-UJED. México.

Quiñones, J y col. 1980. Análisis integral de la caprinocultura en la Comarca Lagunera. UJED. Venecia Dgo.

Quiñones, V.J.J., et al 1987. Análisis integral de la caprinocultura en la Comarca Lagunera. Universidad Juárez del estado de Durango. Escuela Superior de Agricultura y zootecnia, Venecia Dgo.

Valencia C. C. M. 2002. Desafíos del sistema extensivo de producción caprina. Memorias de la 17ª Reunión Nacional de Caprinocultura. Durango, Dgo.

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL RIEGO POR GOTEO SUB-SUPERFICIAL PARA PRODUCCIÓN DE MAÍZ FORRAJERO Y ALFALFA

Manuel Fortis Hernández[1], José A. Montemayor Trejo[1], José A. García Salazar[2], Jesús Olague Ramiréz[1], Enrique Salazar Sosa[1,3], José A. Chavarría Galicia[1], Rogelio A. Aldaco Nuncio[1], Leopoldo García Galindo[1] y [3]Ignacio Orona Castillo

[1]División de Estudios de Postgrado (DEPI) del Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), Torreón, Coah., mfortis@avantel.net; [2]Departamento de Economía del Colegio de Postgraduados (CP), Montecillos Edo. de México; [3]Posgrado de la Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ) de la UJED.

INTRODUCCIÓN

El aumento creciente de las necesidades sociales por el agua, su escasez relativa, así como las desigualdades para acceder a ella, están generando cada vez mayor competencia entre los "usuarios" de este recurso. Se estima que a nivel mundial la demanda de agua creció por tres en los últimos 50 años, en tanto que la contaminación redujo su disponibilidad en un tercio, lo cual se manifiesta en la amplia desigualdad mundial en su conjunto. Lo anterior se traduce en la generalización de conflictos entre una población cada vez más concentrada y sometida a la contaminación de aire y agua, y a una agricultura cada vez más productivista, contaminante y consumidora de agua (Batista, 1997).

En México, actualmente la agricultura ha registrado una rentabilidad muy baja en diferentes cultivos, esto aunado a las severas sequías que se han venido manifestando en los últimos años, principalmente en la región semiárida del Norte de México, hacen critica esta actividad. En la Comarca Lagunera el agua es un bien cada vez más escaso hasta tal punto que ha llegado a limitar la actividad agrícola de la región (Fortis, 2005). En la última década en esta zona se han apoyado proyectos de inversión para cambiar los sistemas de riego tradicionales a sistemas presurizados -entre los que destaca el riego por goteo sub-superficial (RGS) - para hacer un uso eficiente de este recurso natural. Estos sistemas de riego por goteo se están utilizando principalmente en cultivos hortícola y frutales; se está propagando en sandía y melón (Mendoza *et al.*, 1998) y recientemente se está introduciendo también al cultivo de maíz forrajero y alfalfa, reportándose en todos los casos mayores rendimientos por volumen de agua utilizado (Rivera, 2004).

El apoyo de parte del Gobierno Federal para la instalación de estos sistemas de riego y se vean reflejados en el incremento de la productividad, se ha manifestado a medias ya que algunos productores regionales han observado incrementos de rendimientos, pero con otros, aún no se presenta esta situación debido al período de maduración de los proyectos, por lo que han permanecido en igualdad de circunstancias que antes del suministro de los apoyos, esperando lograr los incrementos deseados en el transcurso de los ciclos agrícolas. Se ha

notado que estos sistemas de riego impactan también en los costos de producción y en lo correspondiente a la calidad de la producción.

A pesar de la instalación de estos proyectos de tecnificación del riego, algunos productores todavía los consideran proyectos caros; sin embargo, es necesario comprobar su viabilidad, analizarlos de manera integral con aspectos como la reconversión de cultivos, la participación de usuarios, los subsidios otorgados, y análisis de inversión que considere tasas de interés preferenciales principalmente de la banca de desarrollo. Por lo que los sistemas de riego presurizados, sean por aspersión o por goteo, deben ser bien diseñados para asegurar un incremento significativo de los beneficios de la inversión tan alta del capital necesario para la instalación de estos. En muchos países en desarrollo y especialmente los agricultores comunes y corrientes no pueden tolerar el gasto de sus recursos valiosos y limitados de capital en sistemas de riego presurizados mal diseñados, ya que pueden reducir drásticamente sus rendimientos de sus cultivos por debajo de lo esperado por los métodos tradicionales de riego; por lo que es necesario analizar el impacto económico de estos sistemas de riego (Buck, 1995).

Una herramienta útil para analizar la viabilidad de estos sistemas es la evaluación económica de proyectos, la cual pretende alcanzar una rentabilidad mínima aceptable (Caballar y Guadalajara, 1999) Para lograrla obliga a revisar el comportamiento de los sistemas, evaluando algunos aspectos tales como: la cuestión técnica, es decir, lograr mayor productividad del agua en un ciclo agrícola, haciendo un balance entre el menor consumo de agua por ciclo y por cultivo con la mayor rentabilidad del mismo, solo por mencionar algunos.

En virtud de que en la Comarca Lagunera el maíz forrajero y alfalfa, representan más del 50% de la superficie agrícola regional (SAGARPA, 2005) y de que su producción bajo estos sistemas de irrigación representan una nueva opción productiva para la gran mayoría de los productores agrícolas de esta región, se hace necesario evaluar la rentabilidad de estos sistemas de riego de tal manera que se conozca el capital requerido para establecer una explotación comercial. En este sentido, el objetivo del presente estudio es calcular la rentabilidad económica y financiera mediante el método del Valor Presente Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio / Costo (B/C) del RGS.

METODOLOGÍA

El trabajo se realizo durante los años 2003 y 2004, considerando dos sitios experimentales, una para maíz forrajero y otro para alfalfa. Para maíz se considero el ciclo agrícola Primavera - Verano de 2003 en el predio conocido como la Pequeña Propiedad "El Cercado" (Montemayor *et al*., 2004) perteneciente a un productor cooperante del Municipio de

Torreón, Coah., ubicada en el Km. 7.5 Carretera Torreón- San Pedro. Y para el ciclo agrícola otoño-invierno los datos fueron obtenidos de un trabajo realizado por Rivera *et al*., (2004) en el Campo experimental del CENID-RASPA. La superficie a evaluar fue de dos hectáreas de maíz forrajero con cintilla comparada con dos hectáreas de maíz forrajero con riego tradicional.

La evaluación financiera para el caso de alfalfa se hizo considerando el establecimiento de cinco hectáreas, tomando en cuenta los rendimientos experimentales alcanzados con una lámina de riego de 135 cm^{-1}, equivalente al 80% de la evaporación del cultivo (Rivera *et at*., 2003). Los costos de producción de ambos cultivos se tomaron de la SAGARPA para los años 2003 y 2004. La inversión inicial del sistema de riego se determinó con base a precios de mercado. Para determinar los indicadores VAN y TIR se consideró dos ciclos de producción por año de maíz forrajero y seis años para alfalfa. El VAN se puede expresar como:

$$VAN = -A + \sum_{i=1}^{n} \frac{Q_i}{(1+k)^i}$$

donde *A* es el capital invertido o costo inicial de la inversión; Q_i es el flujo neto de caja del período *i*; *k* es la la tasa de actualización o de descuento; y *n* es el horizonte temporal de la inversión (número de años). Según este modelo, una inversión será conveniente para la empresa siempre que su VAN sea positivo. Entre varios proyectos, será preferible el que proporcione el mayor VAN (Caballar y Guadalajara, 1999).

La TIR proporciona la rentabilidad relativa, bruta y anual de una inversión sobre el capital que permanece invertido a principios de cada período. Es bruta debido a que incluye el costo de los recursos financieros, y se suele definir como aquel valor de la tasa de actualización o de descuento que anula al VAN. En su forma matemática, la TIR es calculada de acuerdo con la siguiente fórmula.

$$0 = -A + \sum_{i=1}^{n} \frac{Q_i}{(1+TIR)^i}$$

En el cálculo del VAN y la TIR se consideró una tasa igual a la tasa CETES a 28 días más 4 puntos porcentuales, es decir, una tasa de interés de 10% para el caso de maíz y de alfalfa del 12 por ciento.

Costos de producción. Los costos de producción por hectárea del cultivo consideraran ocho grandes rubros: preparación del terreno, siembra, labores culturales, riego y drenaje, control de plagas y enfermedades, cosecha y costos indirectos. Cabe señalar que el paquete tecnológico que se validó está soportados por los paquetes tecnológicos que recomienda el INIFAP de Matamoros, Coah.

Inversión fija. La inversión fija total del proyecto de Fertirriego comprendió la unidad de control general automatizada y sistema estructural; la red parcelaria constituida por la tubería y válvulas de aire; la red ínter parcelaria que comprende la línea de conducción principal, secundaria, cruceros y accesorios, las excavaciones e instalación de las tuberías, el costo de supervisión y administración y los impuestos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados obtenidos para maíz forrajero

El Cuadro 1, muestra los ingresos que se obtendrían por la producción de maíz forrajero y que sirvieron de referencia para calcular el Estado de Pérdidas y Ganancias para llevar a cabo la evaluación financiera. Cabe destacar que los ingresos son estimaciones de precios que se han pagado en la región; asumiendo que son precios de mercado (Moreno, 1999).

Cuadro 1. Presupuesto de ingresos para dos hectáreas de maíz forrajero con RGS.

Año	Ciclo primavera – verano			Ciclo verano - otoño			Ingreso Total ($/ha)
	Rendimiento (ton/ha)	Precio ($/ton)	Ingreso ($/ha)	Rendimiento (ton/ha)	Precio ($/ton)	Ingreso ($/ha)	
1	140*	250.00	35,000.00	122	290.00	35,380.00	70,380.00
2	140	250.00	35,000.00	122	290.00	35,380.00	70,380.00
3	140	250.00	35,000.00	122	290.00	35,380.00	70,380.00
4	140	250.00	35,000.00	122	290.00	35,380.00	70,380.00
5	140	250.00	35,000.00	122	290.00	35,380.00	70,380.00
Consumo de agua		0.45** cm^{-1} / ha x ciclo		Consumo de agua		0.45 cm^{-1}/ ha x ciclo	

* Los rendimientos medios en la Comarca Lagunera son de 45 ton / ha.

** La lámina de riego aplicada al cultivo en la región es de 0.65 cm^{-1}

Cuadro 2. Flujo de Fondos para calcular la rentabilidad de la producción de maíz forrajero.

Conceptos ($)	Período de análisis del proyecto (Años) 0	1	2	3	4	5
A. Costo del proyecto	62,500	39,830	32,330	32,330	32,330	32,330
1. Inversiones	62,500	0	0	0	0	0
2. Reinversiones						
3. Costos de operación		32,330	32,330	32,330	32,330	32,330
4. Capital incr. de trabajo		7,500	0	0	0	0
B. Beneficios con el proyecto		70,380	70,380	70,380	70,380	97,380
1. Ingresos totales		70,380	70,380	70,380	70,380	70,380
2. Recuperación del ktal de Trab.						15,000
3. Valor de rescate						12,000
C. Flujo de fondos (B-A)	-62,500	30,350	38,050	38,050	38,050	65,050
Indicadores financieros: VAN $91,686.13; TIR 52% y Relación B/C 2.17						

Para el maíz forrajero los resultados indican (Cuadro 2) que el Valor Actual Neto fue de $91,686.13 pesos, esto significa que durante la vida útil del proyecto, a una tasa de actualización de 10%, se obtiene una utilidad neta por la cantidad mencionada. La Tasa Interna de Retorno fue del 52%, lo que indica que es viable financieramente el proyecto, ya que la TIR es mayor que la tasa mínima aceptable (10%). La relación Benefico / Costo fue de 2.17, lo que indica que de cada peso invertido el proyecto generará a lo largo de su vida útil $1.17, después de haber descontado los costos.

Resultados obtenidos para alfalfa

Para el cultivo de la alfalfa el presupuesto de ingresos (Cuadro 3) se calculo en función de los rendimientos esperados que se podrían obtener a lo largo de la vida productiva del cultivo, se considero que la alfalfa con el RGS alcanzaría su umbral económico en el sexto año. El manejo eficiente del agua, la fertigación y las plagas lograrían alcanzar este umbral.

Cuadro 3. Presupuesto de ingresos para cinco hectáreas de alfalfa con RGS.

Años	Rendimiento (ton/ha)	Precio ($/ton)	Ingreso ($/ha)
1	114.7*	250.00	143,375
2	134.9	250.00	168,625
3	114.7	250.00	143,375
4	114.7	250.00	143,375
5	134.9	250.00	168,625
6	114.7	250.00	143,375
Consumo de agua 1.30** cm^{-1} / ha por año			

* Los rendimientos medios en la Comarca Lagunera son de 85 ton / ha
** La lámina de riego aplicada en la región en promedio es de 1.90 cm^{-1}.

Cuadro 4. Flujo de Fondos para calcular la rentabilidad de la producción de maíz forrajero.

Conceptos ($)	Período de análisis del proyecto (Años) 0	1	2	3	4	5	6
A. Costo del proyecto	157,500	100,525	57,980	62,460	85,900	57,980	62,460
1. Inversiones	157,000	0	0	0	0	0	0
2. Reinversiones							
3. Costos de operación	0	0	0	0	0	0	0
4. Capital incr. de trabajo		81,420	62,460	62,460	81,420	62,460	62,460
		19,105	-4,480	0	-4,480	-4,480	0
B. Beneficios con el proyecto		143,375	168,625	143,375	143,375	168,625	183,375
1. Ingresos totales		143,375	168,625	143,375	143,375	168,625	183,375
2. Recuperación del ktal de Trab.							15,000
3. Valor de rescate							25,000
C. Flujo de fondos (B-A)	-157,500	42,850	110,645	80,915	57,475	110,645	245,030
Indicadores financieros: VAN $250,007.31; TIR 47% y R B/C 2.13							

En el caso del cultivo de la alfalfa el VAN fue de 250,007.31 pesos y la TIR de 47%, lo que indican que el proyecto es viable financieramente. Los resultados obtenidos por la tecnología de riego por goteo indican que existe un ahorro considerable de agua para los cultivos que oscila entre un 50 y 40 %, en relación con la tecnología tradicional. Los rendimientos se incrementan entre un 30 y 40%; se eliminan los riesgos en cuestión de aplicación del riego, ya que el sistema lo hace de manera frecuente y con bajos volúmenes; se incrementa la calidad del forraje; se reducen los costos de producción a largo plazo y los subsidios como el diesel y la energía eléctrica impactan de manera positiva en la disminución de los costos de producción. En general se produce con eficiencia, competitividad y conservando un recurso valioso para la producción regional.

CONCLUSIONES

El sistema de riego por goteo subsuperficial para la producción de maíz forrajero y alfalfa es financieramente viable; el VAN para maíz fue de $91,686.13, TIR de 52% y R B/C de 2.17. Para la alfalfa los indicadores financieros fueron; VAN $250,007.31, TIR de 47% y R B/C de 2.13. En la alfalfa al segundo año se recupera la inversión y en maíz forrajero al tercer año.

BIBLIOGRAFIA

Batista, Medina J.A. 1997. Respondiendo a la escasez de agua de riego: cambio institucional y mercado de agua. Estudio de un caso en la Islas canarias. Rev. Economía Agraria. Pp. 167-197.

Buck, Dale, A. 1995. Historical developments in microirrigation. Changing World: Conserving resources/preserving the environment. Procedings ot the fifth internacional Microirrigation congreso. Orlando, Florida. Pp. 1-5.

Caballar, Vicente y Guadalajara, Natividad. 1998. Valoración económica del agua de riego. Ed. Mundi-Prensa. 1998. Madrid, España.

Fortis Hernández, M.; Salazar Sosa, E., Orona Castillo, I; Montemayor Trejo, J.A; Olague Ramirez, J; Aldaco Nuncio, R.A y Rodríguez Rios, JC. 2005. Disponibilidad y uso del agua en la agricultura de riego en la Laguna. Memorias de la XVII Semana Internacional de Agronomia. FAZ-UJED.

Mendoza, M. S.F., Martínez, S.J., Potisek, T.C. y García, H.G. 1998. productividad del agua en algodonero bajo un sistema de producción con riego con cintilla y acolchado plástico. Memorias del VIII Congreso nacional de Irrigación. Región Lagunera Coah-Dgo. México.

Montemayor Trejo, J.A; Bravo Sam, R; Olague Ramirez, J; 2004. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomia. FAZ-UJED.

Moreno, Bañuelos. E. 1999. La rentabilidad de los sistemas de riego en México, caso Valle Santo Domingo, B.C.S. IX Congreso nacional de Irrigación. ANEI. Culiacán, Sinaloa. México.

Rivera, G., M.I., Sánchez C. y J. Estrada. 2004. Informe de investigación en riego subsuperficial para el cultivo de alfalfa. CENID-RASPA. Gómez Palacio, Dgo.

Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGARPA). 2005. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria. Años 2003, 2004 Y 2005. Región Lagunera Coahuila y Durango. Lerdo, Dgo.

LED 102-02 NUEVA LÍNEA DE CHILE DE ÁRBOL DE ALTO RENDIMIENTO Y CALIDAD PARA EL NORTE DE MÉXICO

Gerardo Francisco Acosta Rodríguez[1], Manuel Luján Favela[1], Rodolfo Jasso Ibarra[1]

1 Investigadores deL Producción de semillas y hortalizas, Mejoramiento Genético, Entomología y RASPA del Campo Experimental de Delicias, Chih. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 2 carretera Delicias-Rosales. E-MAIL acosta.gerardo@inifap.gob.mx y acostagerardo16@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

En México el chile es una hortaliza tradicional que se cultiva y usa como alimento en la dieta diaria de la población; además, su demanda y producción se ha incrementado en todo el mundo. En el país se cultivan diferentes tipos de chile con una gran diversidad en su forma, tamaño, color, sabor y usos, siendo los más importantes por su superficie establecida y volumen de producción el ancho, jalapeño, serrano y mirasol; sin embargo, existen otros tipos que se consumen en menor escala o se usan para su exportación, como el mulato, pasilla, de árbol, bell o morrón, anaheim o chilaca, habanero, costeño, cora, fresno, caribe, etc.

En Chihuahua el chile es el cultivo que más impacta la economía agrícola pues las 20, 5880 hectáreas que se siembran generan un volumen de 450 mil toneladas, las cuales tienen un valor directo de 928 millones de pesos que representan el 10.7 % del valor total agrícola del estado (Alderete y socios y Gobierno del estado, 2000; SIAP-SAGARPA, 2004). Además Chihuahua aporta el 25 % de los chiles que se producen en México con lo que es el principal productor del país. El chile jalapeño es el tipo de chile más importante en el estado, con una superficie anual de alrededor de 12,500 hectáreas y un 71% del volumen producido. Sin embargo, también se producen otros tipos de chile como el Anaheim o Chilaca (22% del volumen producido), Cayenne (2.9%), Morrón (2.7%), de Árbol, Güerito, Negro, etc.

La poca disponibilidad de semilla comercial de variedades de bajo costo, ocasiona el incremento de los costos de producción y la utilización de semilla de baja calidad genética y física, que además incrementa los riesgos de obtener bajos rendimientos y calidad de fruto. Por lo tanto, es oportuno y estratégico la formación de variedades de polinización libre de mayor calidad genética (uniformidad y vigor) que presenten alto potencial de producción y buena calidad de frutos (conservando las características del tipo) y que sean costeables por el bajo costo de semilla.

De acuerdo con Wall (1994) las posibilidades de éxito para producir chile de buena calidad aumentan con la selección de la variedad apropiada y el uso de semilla certificada; asimismo, se requiere de un buen manejo de cultivo. Por su parte Mendoza (1991), indica que es importante la combinación de genotipos de alto potencial de rendimiento con prácticas agrícolas que maximicen, desde el punto de vista económico, social o ambiental, la expresión fenotípica de tales genotipos.

En regiones con temperaturas extremas como el caso de la región de Delicias, Chih. se presentan problemas para la adaptación de variedades comerciales. A temperaturas bajas (menores de 15 ºC), se puede presentar aborto de flores y un detenimiento del crecimiento, mientras que temperaturas mayores de 35 ºC ocasionan poco o nulo amarre de frutos, caída de flores e incremento de la polinización cruzada por alargamiento del pistilo (Courter *et al*., 1972, Cochran, 1936).

Por lo anterior, y puesto que el estado de Chihuahua presenta condiciones de clima y suelo óptimas para una buena producción de diferentes tipos de chile, se considero importante iniciar la colecta, selección y evaluación de chile de Árbol con los siguientes objetivos:

1. Formar nuevas líneas y variedades nacionales con buen potencial de rendimiento y calidad de fruto, y de ser posible que sean tolerantes a alguno(s) de los principales organismos dañinos.
2. Contribuir a colectar y conservar el recurso genético de los principales tipos de chile de la zona árida y semiárida de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 1999, 2000 y 2001 se colectaron y seleccionaron frutos de 25 genotipos o plantas de Chile de Árbol. La colecta y selección inicial de plantas se efectuó mediante los métodos de Selección Masal Estratificada (SM) y Selección Individual (SI) de plantas. En el 2001 los genotipos colectados se sembraron en charolas de poliestireno (25 de enero) para la producción de plántulas bajo condiciones de invernadero. El trasplante en campo se realizó el 26 de marzo estableciendo las familias distribuidas en dos repeticiones. La selección de familias y plantas sobresalientes en base a precocidad, carga y forma de frutos se inició mediante el método de Selección Familial Combinada de Autohermanos y Medios Hermanos propuesto por Márquez (1985), seleccionando un total de 22 plantas.

La autofecundación de flores se efectuó con cubiertas de papel; sin embargo, algunas plantas tuvieron problemas para que cada flor se autofecundara, por lo que algunas se cubrieron con malla para propiciar al menos la fecundación entre flores de la misma planta (antes de tapar se eliminaron flores y frutos pequeños). Cuando no se logró obtener frutos autofecundados mediante los dos métodos anteriores, se procedió a efectuar una selección individual de plantas con polinización libre.

El 26 de enero del **2002**, se realizó la siembra en charolas de los genotipos seleccionados en el 2001. El trasplante se efectuó el 26 de marzo. Cada genotipo o familia se estableció en una cama de 1.6 m de ancho y 3.5 m de largo. el 17 de junio. Se realizó la selección entre y dentro de familias, con lo que se seleccionaron once plantas. La autofecundación con malla por planta (en aquellas plantas con bajo porcentaje de frutos amarrados con autofecundación individual) se inició el 18 de julio. Además, se realizó una reselección previa de dos a cuatro frutos con características sobresalientes para extraer semilla de cada uno de ellos de manera separada (selección uniseminal), con lo cual, se obtuvieron un total de 20 genotipos.

En el 2003 y 2004 se evaluaron los 42 genotipos seleccionados y fueron seleccionados 20 genotipos más. La siembra y trasplante para el primer año se realizaron el 12 de febrero y 9 de abril, respectivamente; mientras que, en el 2004 se sembró el 16 de febrero y se trasplantó el 14 de abril, cada genotipo se estableció en camas de 1.6 m de ancho y 4 m de largo. En el 2005 se efectuó una evaluación de los 14 mejores genotipos evaluados en el 2003 y 2004, incluyendo algunas nuevas selecciones de los mismos; la siembra en charolas se realizó el 27 de enero y el trasplante el 6 de abril, donde se establecieron tres repeticiones en surcos de 0.8 m de ancho y 3m de largo. Se tomaron datos de emergencia, inicio de floración, amarre de frutos, cosecha, rendimiento de frutos, porte de plantas, tipo de crecimiento, características morfológicas de follaje, pubescencia del tallo y características de fruto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a inicio de floración, amarre de fruto y primer corte. En el ciclo 2005, las líneas más precoces en días a inicio de floración y amarre de fruto fueron 44-02-SI-P2F2, 44-02-SI⊗-P2F1 y 44-01-SI; sin embargo, las más precoces a primer corte fueron las líneas 44-02-SI⊗-

P2F1 y 102-02-SI con 176 días después de la siembra, seguidas por 102-04-SI y 66-01-SI-P1, con 177 y 178 días.

Rendimiento y características de fruto. En el ciclo Primavera-Verano 2003, de acuerdo en el Cuadro 1, la línea 102-02 tuvo el mayor rendimiento de fruto rojo flácido, con 15.3 t ha^{-1}, seguida por las 65-02 y 66-02 (11.953 y 10.552 t ha^{-1}), aunque sin encontrarse diferencia estadística entre genotipos. Estos valores superaron al testigo en 305, 231 y 210 %, respectivamente. Aunque no fue posible determinar el peso seco de todas las líneas, el porcentaje de peso seco en relación al peso de chile rojo flácido de algunas de ellas, tuvo promedios de 35 a 45%. Los rendimientos obtenidos superan a los que reportan Acosta y Luján (1989) y Acosta *et al.* (1999) quienes obtuvieron rendimientos de 2.5 a 3.3 t ha^{-1} de chile seco y hasta 8.4 t ha^{-1} de chile rojo flácido.

El largo de fruto varió de 7.2 a 10.9 cm, donde los genotipos con los mayores valores fueron 65-02, 66-02 y el testigo (criollo) con lo que superaron estadísticamente a otras líneas. Mientras que, el ancho de fruto en su parte media varió de 0.87 a 1.27 cm, sobresaliendo la línea 75-02 y el testigo. Sin embargo, de acuerdo con Laborde y Pozo (1982) los valores de largo y ancho de fruto de las líneas 44-02-P2 y 102-02 corresponden en mayor grado a un típico chile de Árbol (4 a 8 cm de largo por 5 a 9 mm de ancho).

En la evaluación del 2005, el rendimiento de chile rojo fresco varió de 5.636 a 13.347 t ha^{-1} (Cuadro 2) sin encontrarse diferencia significativa entre genotipos; sin embargo, las líneas 65-01-SM, 75-02-SI-F1, 102-04-SI y 102-04-SM obtuvieron los mayores rendimientos (con 13.347, 13.056, 12.736 y 12.711 t ha^{-1} de chile rojo fresco, respectivamente).

Por otra parte, en cuanto a características de fruto, el largo de fruto varió de 6.5 a 10.4 cm (éste último valor correspondiente a la línea 66-03); mientras que, el ancho de fruto fue de 0.67 a 1.37 cm (Cuadro 2). El grosor de pericarpio varió de 0.10 a 0.13 cm; la altura de planta de 65 a 96.5 cm; y la cobertura de planta de 60 a 93.5 cm. Por otra parte, el porcentaje de peso seco del fruto varió de 23 a 29%.

Cuadro 1. Rendimiento y características de fruto de líneas sobresalientes de Chile de Árbol en Delicias, Chih. (siembra: 12 de febrero; trasplante: 9 de abril). CEDEL - INIFAP. Ciclo P-V 2003.

Línea	Fruto (cm)		Rendto. de frutos rojos* (t ha^{-1})
	Largo	Ancho	
ACh (44-02-P2)	7.7 b**	0.87 c	9.454 a**
A11 (65-02)	10.9 a	1.17 ab	11.953 a
A12 (66-02)	10.5 a	1.23 ab	10.552 a
A21 (75-02)	9.2 ab	1.27 a	9.323 a
Asc22 (102-02)	7.2 b	1.00 bc	15.312 a
Criollo (Testigo)	10.1 a	1.27 a	5.015 a

* Chile rojo flácido (no deshidratado); ** Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey al 0.05 de nivel de significancia).

Cuadro 2. Rendimiento y características de fruto de líneas sobresalientes de Chile de Árbol en Delicias, Chih. (siembra: 27 de enero; trasplante: 6 de abril). CEDEL - INIFAP. Ciclo P-V 2005.

Línea	Rendimiento (t ha^{-1})		Fruto (cm)	
	2 Cortes	3 cortes	Largo	Ancho
44-01-SI	4.739 a	5.636 a	6.5 c*	0.72 d
44-02-SI⊗-P2F1	---	---	---	---
44-03-SI-P2	6.983 a	9.862 a	6.6 c	0.67 d
44-03-SM	4.451 a	5.769 a	6.7 c	0.83 cd
44-02-SI-P2F2	6.506 a	8.521 a	7.0 bc	0.68 d
A11 (65-01-SM)	9.456 a	13.347 a	8.3 abc	1.03 bc
A12 (66-01-SI-P1)	6.442 a	8.653 a	8.4 abc	1.25 ab
A12 (66-02-SI-F2)	3.537 a	6.451 a	8.9 abc	1.12 ab
A12 (66-03-3SI-P1)	5.360 a	7.340 a	8.2 abc	1.18 ab
A12 (66-03-SM-F4)	7.651 a	9.975 a	10.4 a	1.14 ab
A21 (75-02-SI-F1)	7.904 a	13.056 a	9.4 ab	1.37 a
A21 (75-03-SI⊗M)	5.587 a	9.518 a	7.9 bc	1.21 ab
Asc22 (102-02-SI)	(13.242)**	(18.708)**	(7.1)	(1.09)
Asc22 (102-04-SI)	7.761 a	12.736 a	6.7 c	0.83 cd
Asc22 (102-04-SM)	9.108 a	12.711 a	8.0 abc	1.00 bc
Criollo (Testigo)	6.052 a	8.026 a	8.6 abc	0.81 cd

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey al 0.05 de nivel de significancia); ** Datos de una sola repetición.

CONCLUSIONES

En la actualidad se cuenta con siete líneas sobresalientes de chile de árbol con buen potencial de rendimiento y apariencia de fruto, entre las cuales sobresale la línea 102-02.

La líneas 102-02, 102-04 y 65-01, presentaron los mayores rendimientos y las características de fruto correspondientes a un típico chile de árbol.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta R, G F y M Luján F. 1989. Comportamiento de diferentes tipos de chile en la región de Delicias, Chih. *In*: Memorias del V Congreso Nacional de Horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. SOMECH-INIFAP-CRECIDATH-Colegio de Postgraduados. 18 al 23 de julio de 1993. Veracruz, Ver. p. 10.

Acosta R, G F, M Luján F y R Galván L. 1999. Producción de hortalizas con altas perspectivas de mercado. Informe de investigación. Campo Experimental Delicias. Delicias, Chihuahua, México. CEDEL-INIFAP. 54 p.

Alderete y socios y Gobierno del estado de Chihuahua. 2000. Diagnóstico y plan estratégico de la industria de la transformación de chile. Resultados en publicación especial sin número.

Cochran H L 1936. Some factors influencing growth and fruit-set in the pepper (*Capsicum frutescens* L.) Cornell Agricultural Experiment Station Memoir 190. pp.1-39.

Courter J W, J S Vandemark and M C Shurtleff 1972. Growing Vegetable Transplants. Coll. Agric. Circular 884. U.S.A.

Laborde C, J A, y O Pozo C.1982. Presente y pasado del chile en México. SARH-INIA. México, D.F. 80 p.

Márquez, S.F. 1985. Genotecnia Vegetal. Tomo I. AGT. México, D. F. 357 p.

Mendoza O L E 1991. La enseñanza de la fisiotecnia vegetal en el colegio de postgraduados y en la Universidad Autónoma de Chapingo. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 14. No 2. 109-120.

SIAP-SAGARPA. 2004. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación. Sistema de Información Agrícola de Consulta (SIACON). [http:// www.siap.sagarpa.gob.mx/ar-comdownload.html]. (Consulta: 22 de abril del 2006).

Wall M M 1994. Postharvest handling of fresh chiles. Coop. Extension Service. NMSU. Guide H-235. 3 p.

DENSIDAD DE PLANTAS Y CULTIVARES EN EL RENDIMIENTO DE NOPAL VERDURA EN DELICIAS, CHIH.

Gerardo Fco. Acosta Rodríguez[1], **Arnoldo Flores Hernández**[2]

1 Campo Experimental Delicias. CEDEL-CIRNOC-INIFAP-SAGARPA. Km.2 Carretera Delicias-Rosales, Cd. Delicias, Chih. Código Postal 33000. Fax 01(629) 4 -72-21-51. Tel. 01 (629) 4–72-19-74. e-mail: acosta.gerardo@inifap.com.mx; acostagerardo16@yahoo.com.mx
[2] URUZA-UACh. APDO. #8. C.P. 35230, Bermejillo, Dgo., México.

INTRODUCCION

Los beneficios que proporciona el nopal verdura son innegables, sus brotes están constituidos por un 90% de agua, además de mucílagos, proteínas, fibra y minerales que favorecen su consumo tanto en humanos como en animales (Flores, 2001). Asimismo, se le atribuyen propiedades medicinales para casos de obesidad y celulitis, retensión de líquidos, diabetes (por su contenido de B-caroteno y vitamina B_1, B_2 y B_3), colesterol alto, arterioesclerosis, úlceras gástricas y desintoxicación del colón o intestinos (Marrufo, 2001). Además, con el nopal se fabrican diversos productos como mermeladas, dulces y jugos, shampoo y cremas faciales, entre otros, que lo convierten en una alternativa viable para diversificar los ingresos del productor agropecuario (Luna, 2001).

A nivel nacional, existe una superficie de 10,500 ha de nopal verdura, 67,000 ha para tuna y 150,000 ha para forraje (Flores, 2002). Sin embargo, en el caso de nopaleras silvestres, se estima en tres millones de hectáreas, localizadas y distribuidas en suelos pobres y/o zonas áridas o semi-áridas de partes de Sonora, Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, así como en territorios de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo (CIESTAAM, 1995). En el caso del nopal verdura, se distribuye en mayor grado en el Centro del país, donde destacan el Distrito Federal (47% de la superficie y 71% de la producción), Estado de México, Morelos y Puebla; sin embargo, también se ubica en algunos estados del Norte como Durango, Zacatecas y Nuevo León (Flores *et al*., 2003).

Desde mediados de los años noventa la superficie sembrada y cosechada de nopal verdura se ha incrementado en relación a los años ochenta, y actualmente registra su máximo histórico con 400 mil toneladas y el rendimiento por hectárea es de cerca de las 50 toneladas y un consumo per cápita de 6.35 kilogramos por persona (CIESTAAM, 2000). Además, México no tiene competencia en cuanto a la exportación de esta hortaliza. De acuerdo con la Secretaría de

Economía, las exportaciones de México, en el período de ene-dic del 2000 se exportó un volumen de 3915 toneladas en fresco (1.23% del total producido) y 1067 toneladas de nopalito preparado o preservado en vinagre (ASERCA, 2001).

Se estima que en el estado de Chihuahua se tiene un consumo de 5000 a 6000 toneladas, de las cuales, Cd. Juárez consume 3000 toneladas (60%); mientras que, la industria tiene un requerimiento de 2000 ton. De esta manera, los requerimientos a nivel estatal son de 13.7 a 16.4 ton/día. Uno de los principales problemas que afectan a la agricultura es la escasez de agua debido a la sequía que impera desde hace algunos años en el norte de México, lo cual ha dado lugar a la búsqueda de cultivos alternativa y uso de tecnologías que de manera integrada, permitan una mayor eficiencia del uso del agua. Uno de los cultivos alternativa para estos fines, es el nopal para verdura *Opuntia spp*., debido a que se adapta a condiciones extremas (tolera el estrés por altas temperaturas) y se adapta a tierras donde otras plantas no podrían sobrevivir (suelos salinos y con bajo contenido de materia orgánica), tiene menor requerimientos de agua comparado con otros cultivos y puede utilizarse para consumo humano o para forraje.

Sin embargo, dada la variación de las condiciones climáticas y de suelo del estado de Chihuahua es sumamente importante realizar evaluaciones de variedades y adecuar los sistemas de establecimiento y producción que se utilizan en otras áreas de México. En base a lo anterior, se realizó el presente estudio con el objetivo de determinar el efecto de la densidad de plantas y cultivares en el rendimiento de nopalitos.

REVISIÓN DE LITERATURA

En México, las principales zonas nopaleras se ubican en regiones con temperaturas medias anuales que oscilan entre 16 y 23ºC (Orona *et al*., 2001); sin embargo, otros autores indican que la temperatura para su buen desarrollo oscila entre un rango óptimo de 16 a 28ºC, soportando una máxima de 35ºC sin sufrir afecciones graves (Chávez *et al*., 2001). La producción de brotes es claramente afectada por la temperatura, de manera que en los meses calurosos de junio y julio la producción se incrementa (Delgado, 1988); mientras que, las bajas temperaturas afectan drásticamente dicha producción, generalmente esto sucede durante los meses de diciembre a febrero (Flores, 2001; Flores *et al*., 2003).

En cuanto al efecto de altas temperaturas, Flores *et al*. (2003) señala que puede soportar temperaturas extremas de 38 a 40ºC; aunque, Vásquez (1999) señala que a 40ºC el desarrollo de los brotes se ve afectado. Por su parte, Nobel (1994) indica que las pencas de *Opuntia ficus-indica* pueden sobrevivir a 69ºC durante una hora. En relación al daño por bajas temperaturas, Pimienta (1986) y Nobel (1994) indicaron que especies cultivadas de nopal pueden sufrir daños con heladas de –5 y –10ºC, sobre todo en plantas jóvenes durante los dos primeros años de desarrollo; mientras que Chávez *et al*. (2001) señalan que las temperaturas mínimas van de 10 a 0ºC y afectan fuertemente el cultivo, pudiendo incluso causar su muerte en el caso de las heladas por debajo de las temperaturas señaladas.

Fierro *et al*. (2001) indican que la densidad de plantación varía de 25,000 a 41,662 plantas ha^{-1}, aunque existen diferentes criterios para definirlo. Existen plantaciones con 40,000 plantas ha^{-1}, en el cual las plantas se siembran a 1.0 m entre surcos y 25 cm entre plantas (de centro a centro de las pencas), lo cual, permite obtener una producción intensiva, pero presenta problemas de manejo al crecer y cerrarse las hileras, dificultando las labores de cosecha, poda, abonado y deshierbe. Por lo anterior, se recomienda una distancia de 1.25 m o 1.5 m entre hileras y 40 cm entre plantas, para obtener 20,000 y 16,667 plantas ha^{-1}, respectivamente.

Por otra parte, para comercializar volúmenes significativos de producción, es necesario utilizar variedades de nopal sin espinas, de la especie *Opuntia ficus-índica*, como son Copena V1, Nopal de Castilla, Milpa Alta e Italiano, las cuales carecen de espinas y son similares en sus características de calidad. No es conveniente utilizar nopales con espina para éste fin, debido a que dificultan la cosecha e incrementan los costos por el desespinado (Luna, 2001). De acuerdo con Vásquez (1999), existen otras variedades utilizadas en algunas zonas de producción del Norte de México como: Villanueva y Jalpa (en Nuevo León y Tamaulipas), Copena V1 y Copena F1 (en Baja California y Sonora).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se estableció en la Región de Delicias, Chih., a 28º37´ latitud norte y 103º17´ longitud oeste, y 1165 msnm, cuyas temperaturas medias mensuales varían de 10.5 a 29.9ºC, con medias máximas extremas de hasta 42ºC y medias mínimas extremas de hasta -10ºC. El estrato de suelo de 0-30 cm de profundidad tiene una textura areno arcillo limosa (68%, 21% y 11%, respectivamente), un pH de 7.6 y una conductividad eléctrica de 0.75 mmhos. El contenido de materia orgánica fluctúa de 0.23 a 0.34%.

El trabajo se realizó durante el 2005 en terrenos del Campo Experimental Delicias (CEDEL-INIFAP). Las pencas se cortaron a mediados de febrero (sanas, sin problemas de plagas y enfermedades y con una edad de seis meses a un año). Una vez cortadas se colocaron en caldo bordelés (1500 g de cal más 500 g de sulfato de cobre) en 10 litros de agua. Después de tratar las pencas, se colocaron a la sombra en un lugar ventilado por 15 días para que cicatrizaran las heridas del corte y perdieran humedad y peso, con el fin de facilitar su manejo y traslado al lugar donde se realizó la plantación. La plantación de cladodios se estableció del 4 al 6 de marzo del 2005. Los factores de estudio fueron:

A. Dos densidades de plantas: dos hileras de plantas en una cama de 1.5 m de ancho, y seis hileras de plantas en el mismo ancho de cama, ambos con una distancia entre plantas de 33 a 35 cm (17 142 y 51 428 plantas ha^{-1}, respectivamente).
B. Tres cultivares (ANV_6, Copena V_2 y C-147).

El ancho de las calles fue de 2.0 m. Los cladodios se colocaron a una profundidad de10-12 cm y en sentido del trazo de líneas (SE-NO). El riego se realizó con cintilla para riego presurizado (con emisores cada 33 cm, un gasto de 1.3 a 1.7 lph y en un calibre 6000). Se fertilizó con la dosis 80-60-00, utilizando como fuentes 11-52-00 y urea; posteriormente mediante fertirrigación se aplicó la dosis 80-40-60. Además, después de la plantación se aplicó estiércol a razón de 20 t ha^{-1}. Se tomaron datos de rendimiento, número de brotes y características de brotes y período de cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró efecto altamente significativo del factor densidad de plantas tanto en rendimiento como en número de brotes (nopalitos) por hectárea. Mientras que el factor cultivares no tuvo efecto significativo en tales características. Asimismo, la interacción densidad de plantas y cultivares no fue significativa.

De acuerdo con el Cuadro 2, se encontró que una alta densidad de plantas como lo es el arreglo de seis hileras en una cama de 1.5 m de ancho y 2.0 m de calles (51 428 plantas ha^{-1},) tuvo un rendimiento promedio de tres variedades de 99.815 t ha^{-1}, con lo que superó significativamente en un 81% al rendimiento del arreglo topológico de dos hileras por cama (17 142 plantas ha^{-1}). Esto, índica que aunque la densidad de plantas se incrementó un 200% (dos veces más), el rendimiento no tiene una respuesta en la misma magnitud, debido posiblemente

al efecto de competencia entre plantas por nutrientes y agua; sin embargo, es una buena opción para incrementar rendimiento y obtener una mayor producción en cortes tempranos y tardíos (Figura 1).

Por otra parte, las variedades C-147 y Copena V_2 tuvieron los mayores rendimientos a una baja densidad de plantas con 59.932 y 58.059 t ha^{-1}, respectivamente (23 y 27% con respecto al cv. ANV_6); pero sin diferenciarse significativamente de ANV_6. Mientras que, a una alta población de plantas ANV_6 presentó el mayor rendimiento (102.917 t ha^{-1}), pero con solo una diferencia de 3% con respecto a Copena V_2 y de 6% con relación a C-147 (Cuadro 2). Estos rendimientos superan a los obtenidos en Xochimilco, Edo. de México (por Rodríguez *et al*., 2001) y en Marín, N.L. (Vásquez *et al*., 2000) y son similares a los obtenidos por Fierro *et al*. (2001) en Xochimilco, Edo. De México.

En lo que respecta al número de brotes, el establecimiento a seis hileras de plantas supero significativamente al de dos hileras, con una diferencia promedio de cultivares de 266 069 nopalitos (49%). Aunque no se detecto significancia entre cultivares, en la alta densidad Copena V_2 y C-147 tuvieron mayores valores; mientras que en la baja densidad ANV_6 presentó el mayor valor. En cuanto al período de cosecha, la variedad Copena V2 presentó su primer corte el 31 de marzo y el último el 25 de octubre (Figura 1); no obstante, en éste último se obtuvieron nopalitos de menor calidad en comparación con el corte del 16 de septiembre, debido a la incidencia de menores temperaturas,

Cuadro 2. Rendimiento y número de brotes de tres variedades de nopal para verdura con una distribución de dos y seis hileras por cama en la región de Delicias, Chih. 2005.

Variedades	Rendimiento (t ha^{-1})		No. brotes ha^{-1}	
	Dos hileras (17 142 pts ha^{-1})	Seis hileras (51 428 pts ha^{-1})	Dos hileras (17 142 pts ha^{-1})	Seis hileras (51 428 pts ha^{-1})
ANV6	47.163	102.917	238 927	562 496
Copena V2	58.059	99.886	275 355	543 210
C-147	59.932	96.643	262 498	469 282
Promedios	55.051 b	99.815 a	258 927 b	524 996 a

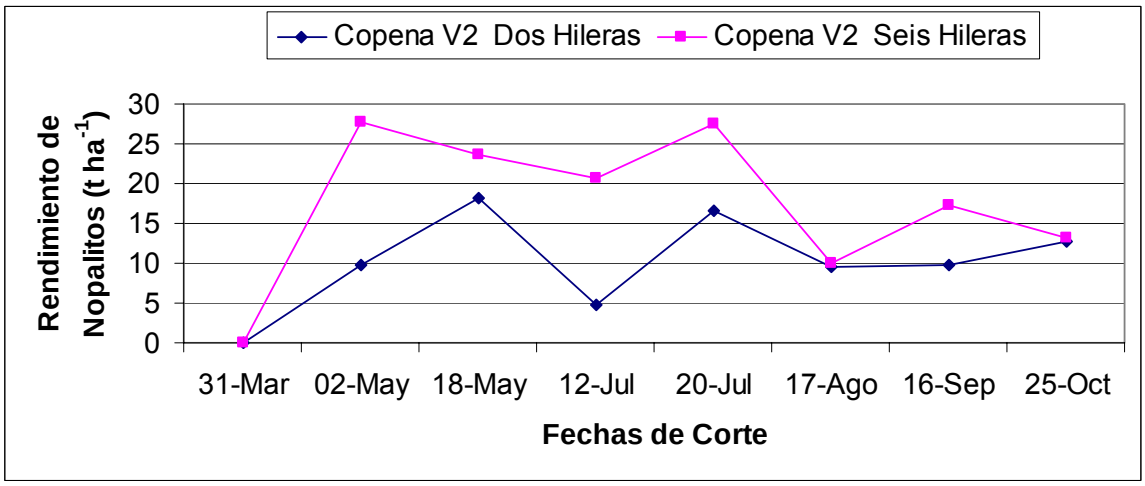


Figura 1. Período de cosecha de nopalito con la variedad Copena V2 bajo dos densidades de plantas (17 142 plantas ha^{-1} y 51 428 plantas ha^{-1}) en la región de Delicias, Chih. CEDEL-INIFAP. 2005

BIBLIOGRAFÍA

ASERCA. 2001. Claridades Agropecuarias. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). InfoAserca. Oct. 2001. No.98. México, D.F. pp. 17-21.

CIESTAAM. 1995. Mercado Mundial del Nopalito. CIESTAAM-ACERCA.

Chávez M., J., P. Regalado P., J. Saucedo B., M. Alvarado G., M. Andrés M. y I. Rivera C. 2001. "Nopal, leyenda, comercio y futuro en México". *In*: Claridades Agropecuarias. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. ASERCA. InfoAserca. No. 98. México, D.F. pp: 3-16.

Delgado, N. V. H. 1988. Prueba de cuatro colectas de nopal verdura con diferentes aplicaciones de estiércol, fertilización mineral y láminas de riego. Tesis de Licenciatura en Zonas Áridas. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA). Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo.

Fierro, A. A., F. Rodríguez A., M. M. González L. y A. Soberanes S. 2001. Comparación de dos sistemas de plantación de nopal verdura *Opuntia ficus-indica* en Campo Experimental UAM-X. *In*: Memoria del IX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas. SOMECH-SAGARPA-INIFAP-ITZ-FPM-CONACYT-CDPB-IICA. Oaxtepec, Morelos, México. p. 61.

Flores H., A. 2001. Taller 1. El nopal verdura bajo riego por goteo. *In*: Memorias del Taller Uso y Manejo de Nopal bajo Riego por Goteo: Una opción forrajera. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA). Universidad Autónoma Chapingo. pp. 3-8.

Flores V., C.A. 2002. El nopal y la lucha contra la desertificación. Reporte de investigación 59. Centro de Investigaciones Econóicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 39 p.

Flores H., A., I. Orona C., G.F. Acosta R. y A. Castro G. 2003. Manejo y producción intensiva de nopal verdura (*Opuntia spp*) bajo riego por goteo en el Norte de México. *In*. El Nopal como alternativa de Agronegocios en la región de Camargo, Chih. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales-FIRA-CONAZA-B.E.D.R.112-CIRENA. pp. 47-57.

Luna V., J. 2001. Producción intensiva de nopal de verdura. Folleto para productores Núm.28. Campo Experimental Palma de la Cruz. Centro de Investigación Regional del Noreste. SAGARPA-INIFAP. San Luis Potosí, S.L.P. 14 p.

Marrufo, O. J. 2001. Uso del brote de nopal en la elaboración de nopalitos en vinagre. In: Memorias del Taller Uso y Manejo de Nopal bajo Riego por Goteo: Una Opción Forrajera. A. Flores H. Y E.

Santamaría C. (eds.). Campo Experimental Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA). Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo.p.10-12.

Nobel , S.P. 1994. Remarkable agaves and cacti. Oxford University. Press. New York, U.S.A. 166 p.

Orona, C. I., A. Flores H., M. Rivera G. y J. Guillermo M. 2001. Avances de investigación en producción de nopalito bajo riego por goteo en la Comarca Lagunera. *In*: Memorias del Taller Uso y Manejo de Nopal bajo Riego por Goteo: Una Opción Forrajera. A. Flores H. Y E. Santamaría C. (eds.). Campo Experimental Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA). Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. p.25-29.

Pimienta, V. E. 1986. Establecimiento y manejo de plantaciones de nopal tunero en Zacatecas. Publicación Especial No.5. Campo Experimental de Zacatecas. SARH-INIFAP-CIANOC-CAEZAC. 34 p.

Rodríguez, A. F., A. Fierro A., M. M. González L. y Á. Soberanes S. 2001. Rendimiento de nopal verdura *Opuntia ficus-indica* con alta densidad de siembra con tres niveles de estiércol. *In*: Memoria del IX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas. SOMECH-SAGARPA-INIFAP-ITZ-FPM-CONACYT-CDPB-IICA. Oaxtepec, Morelos, México. p. 71.

Vásquez A., R. E. 1999. Producción de nopal verdura. *In*: Curso taller sobre conocimiento y aprovechamiento del nopal. Asociación de Productores de Nopal. Facultad de Agronomía-UANL. Nuevo León, México. pp.1-14.

Vásquez A., R.E., H. Rodríguez F., R. Canales Z. y R. Cortés O. 2000. Producción de nopal verdura bajo condiciones hidropónicas. *In*: Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Irapuato, Gto., México. SOMEFI-INIFAP-UAG. p.187.

Zúñiga, T. R., R. E. Vázquez A. y E. Salazar S. 1999. Respuesta del rendimiento de nopal verdura a la aplicación de estiércol bovino en tres estratos de suelo. *In:* Programa y Notas Científicas del VIII Congreso de Horticultura. Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. SOMECH-SAGAR-INIFAP-UACH. Manzanillo, Colima, México. p. 103.

CUANTIFICACIÓN POR DIFERENCIAL DE pH DE ANTOCIANINAS EN *Ficus carica* VARIEDAD Misión

Aguilera Ortíz Miguel[1], Alanis Guzmán María Guadalupe[2], Reza Vargas María del Carmen[1] y Candelas Cadillo María Guadalupe[1]

[1]Facultad de Ciencias Químicas-UJED. [2]Facultad 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:maguilerao@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

Los higos (*Ficus carica*) son quizás la más vieja de todas las especies de frutas cultivadas y cosechadas en numerosas áreas del mundo con climas subtropicales. La variedad *misión* del higo es una de los tres principales tipos de higos deshidratados utilizados en los Estados Unidos (Eswinger *et al*, 1994). El fruto es un sícono blando obovoide o elipsoide, carnoso, recubierto con una piel muy fina, con pequeños y numerosos aquenios incluidos en el fruto, es de color azulado o verde, negro o morado, mide de 3 a 10 cm de largo y tiene sabor dulce mucilaginoso (Conabio, 2003). Actualmente el uso de colorantes sintéticos en alimentos ha sido severamente cuestionado en los países desarrollados, ya que algunos reportes indican que el consumo indiscriminado de estos pigmentos está ligado con el desarrollo de enfermedades degenerativas como algunos tipos de cáncer (Wang *et* al, 1997). De los colorantes que han sido prohibidos destacan los rojos, por lo que las antocianinas son una alternativa importante para sustituirlos. Las antocianinas son el grupo más importante de compuestos hidrosolubles, responsables de los colores rojos, púrpura y azul que se aprecian en flores, frutos y otras partes de las plantas (Harborne, 1967). Por años estos compuestos han sido consumidos por el hombre sin ningún efecto perjudicial evidente. Su incorporación en alimentos tiene la ventaja no sólo de impartir color, sino que por las propiedades antioxidantes que las antocianinas poseen (Wang *et* al, 1999), se pueden considerar como alimentos funcionales. La utilización de estos compuestos como pigmentos en alimentos ha estado limitada por su susceptibilidad, entre otros factores, al pH y a la temperatura (Markakis, 1982).

De acuerdo al valor del pH, se presenta una variación en el color que adquieren las antocianinas cuando están en solución (Brouillard, 1982). El presente trabajo fue conducido para cuantificar las antocianinas del higo variedad misión y valorar su estabilidad a diferentes condiciones de almacenamiento.

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 0-5ºC 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 -20ºC aproximadamente en bolsas de plástico hasta el momento de ser analizadas.

Extracción de antocianinas. El proceso se basó en obtener extractos metanólicos acidificados (metanol:agua:ácido fórmico) (Kalt y MacDonald, 2002) a partir de la piel de higo congelada. 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:H_2O: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. Cada corrida se hizo por triplicado.

Contenido de Antocianinas Monomérico. Una vez obtenidos los extractos se les cuantificó las antocianinas totales por el método de diferencial de pH (Giusti y Wrolstad, 2000). Primeramente, se media la absorbancia inicial (520 nm) del extracto, para después ajustar ese valor (menos de 1.2) con soluciones búfer de cloruro de potasio y acetato de sodio, respectivamente y de esa forma obtener el factor de dilución a utilizar en los cálculos posteriores. Enseguida, se tomó 0.5 mL del extracto y se mezcló con el volumen obtenido del factor de dilución, tanto para KCl como para CH_3COONa y se dejó en reposo 15 min. Se tomaron lecturas de absorbancia (520 y 700 nm) para cada extracto y por cada solución búfer.

El cálculo del pigmento se reportó como cianidina-3-glucósido.

Estabilidad de Antocianinas. Después de que a cada extracto le fue medido el contenido de antocianinas inicial, también se les midió el color y el pH inicial. Se ajustaron las condiciones para valorar la estabilidad: iluminación-obscuridad, a diferentes valores de pH (3, 6, 8) y a diferentes temperaturas (refrigeración, ambiente), por medio del color (*L, a* y *b*) y el contenido de antocianinas monomérico la estabilidad fue probada a diferentes tiempos de almacenamiento (0-14 días).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos a pH=3, 4ºC y en obscuridad son los mejores para el almacenamiento de los extractos metanólicos acidificados de antocianinas de piel de higo congelada, como se puede observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido de Antocianinas Monomérico de Extractos Metanólicos Acidificados de Cáscara de Higo.

Tratamiento			CAM, mg/L	
	pH		0	14
	Temperatura			
Iluminación	6	25	117.56	10.47
Obscuridad	3	4	151.89	149.68
Obscuridad	6	4	139.53	63.65
Obscuridad	8	4	134.52	7.21

De acuerdo al Cuadro 1, la menor disminución del contenido de antocianinas monomérico fue la condición de obscuridad, pH=3 y temperatura de 4ºC, seguida de obscuridad, pH=6 y temperatura de 4ºC. Según Gross (1987), las antocianinas en forma general son más estables en medios ácidos y en ausencia de oxígeno bajo frío y en obscuridad, por lo tanto podemos confirmar que este comportamiento es similar para el tratamiento de obscuridad, pH=3 y temperatura de 4ºC, correlacionándolo con el contenido de antocianinas monomérico.

El color inicial de los extractos metanólicos acidificados, específicamente el parámetro *a* (rojo-verde), tiene valores positivos (rojos) confirmando nuevamente la presencia y comportamiento de las antocianinas presentes en la cáscara de higo, como se puede apreciar en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Color Inicial de los Extractos Metanólicos Acidificados de Antocianinas de Cáscara de Higo.

pH	Temp	Color triestímulo		
		L	a	B
6	25	10.91	+3.29	+0.18
3	4	11.40	+3.67	+0.33
6	4	10.96	+3.75	+0.34
8	4	11.55	+4.69	+0.82

El menor cambio de color total de cada uno de los tratamientos para la estabilidad térmica con oscuridad de los extractos metanólicos acidificados de antocianinas a diferentes tiempos de almacenamiento (días) se presenta en la condición de pH=3, y temperatura de 4ºC, como se puede observar en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Cambio de Color Total de Estabilidad Térmica en Oscuridad de los Extractos Metanólicos Acidificados de Antocianinas de Cáscara de Higo.

pH	Temp	Tiempo de almacenamiento						
		2	4	6	8	10	12	14
3	4	2.15	0.65	1.31	1.48	1.47	2.45	2.85
6	4	5.33	3.00	1.75	1.64	1.35	1.46	2.09
8	4	8.21	5.95	5.74	6.06	5.42	5.90	5.60

De acuerdo con el Cuadro 3, la mejor condición para almacenar los extractos metanólicos acidificados de antocianinas de cáscara de higo es a pH=3, temperatura de 4ºC y en obscuridad, ya que bajo estas condiciones los extractos presentaron el menor cambio de color total durante el tiempo de almacenamiento observado. Nuevamente, se corrobora el comportamiento de las antocianinas bajo estas condiciones mediante la metodología de triestímulo, por lo que podemos contribuir que las antocianinas de cáscara de higo son estables para utilizarse en un futuro como colorantes naturales.

CONCLUSIONES

Es posible cuantificar el contenido de antocianinas monomérico por el método de diferencial de pH de la cáscara de higo. Los valores obtenidos de tal cuantificación son aceptables comparados con otras frutas. La estabilidad de los extractos de antocianinas son buenas bajo las condiciones de almacenamiento a pH=3, obscuridad y a temperatura de refrigeración. Las antocianinas son más estables en medios ácidos y en ausencia de oxígeno bajo frío y en obscuridad.

BIBLIOGRAFÍA

Brouillard R. 1982. Chemical Structure of Anthocyanins. En: Anthocyanins as Food Colors. (P. Markakis) ed. New York: Academic Press. P. 1-38.

Conabio. 2003. *Ficus carica L*. Disponible en CONABIO World Wide Web Site. www.conabio.gob.mx.

Eswinger A. H., Esminger M. E., Konlande J. E. y Robson J. R. K. 1994. Foods and nutrition encyclopedia. *En*: Jeong W. S. y Lachance P. A. Phytosterols and fatty acids in fig (*Ficus carica* var. *Mission*) fruit and tree components. Journal of Food Science, 66(2): 278-281.

Giusti M. M. y Wrolstad E. R. (2000). Characterización and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy.John Wiley & Sons, Inc. Unit F1.2.

Gross J. 1987. Pigments in Fruits. Academic Press, London.

Harborne J. B. 1967. The Anthocyanins Pigments. En: Comparative Biochemistry of the Flavonoids. New York: Academic Press.p. 1-30.

Kalt W. y MacDonald Jane. 2002. Agriculture and Agri-Food Canada, Kentville, Nova Scotia, Canada.

Markakis P. Stability of Anthocyanins in Foods. En: Anthocyanins as Food Colors. (P. Markakis) ed. New York: Academic Press. P. 1-38.

Wang F, Couture R, Do CB, Pham TQ, Tong VH. 1997. Properties of Anthocyanins from Grape Cell Culture. J. Food Sci; 62(2):246-248.

Wang H, Fair MG, Chang YC, Booren AM, Gray JI, Dewitt DL. 1999. Antioxidante and Antiinflammatory Activities of Anthocyanins and their Aglicons, Cyanidin, from Tart Cherries. J. Nat Prod; 62(2):294-296.

UTILIZACIÓN DE ESTIÉRCOL FERMENTADO DE VACA COMO AGLUTINANTE EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES DE PITAYA-UREA.

Alejandro Moreno Portillo, Ladislao Arias Margarito,
Ramón Soriano Robles y Ricardo Martínez Martínez

División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM Iztapalapa. Departamento de Biología de la reproducción. Área de Investigación en Desarrollo Agropecuario sustentable.
e-mail autor de correspondencia: ramon@xanum.uam.mx

INTRODUCCIÓN

Los bloques multinutricionales (BMN) han sido propuestos como una estrategia de suplementación para los animales rumiantes principalmente, en aquellos países de clima árido o desértico (Sansoucy, 1986). Si embargo, otros investigadores han investigado y tratado de extender su uso a los trópicos más benignos como los de Latinoamérica. Ha sido probado que la tecnología de bloques es flexible y adaptable ya que además de los ingredientes originalmente propuestos (melaza, rastrojo, cemento, cal, sal y urea), le pueden ser agregados diversos componentes a la formulación que bien pueden ser sub productos de industrias (Been Saleem et al, 2003), o frutos de diversa índole pero ricos en azúcares (Arias et al, 2005). Una preocupación, sin embargo, al momento de presentar la tecnología a diversas comunidades rurales en México, se ha detectado una resistencia de los campesinos a utilizar cemento en la formulación, por diversas razones. Algunas de ellas estriban en que puede dañar a los animales, en que pueda dejar contaminación o que pueda hacerles daño a ellos. A pesar de que han sido utilizados otros aglutinantes, estos resultan caros para una formulación que se pretende sencilla y de bajo costo. Por otra parte, es sabido que en comunidades rurales e utiliza el estiércol de diversos animales como aglutinante en los ladrillos de adobes para la construcción de vivienda rural. En este sentido, es sabido que un indicador de la viabilidad de los BMN es la medición de su dureza como señal de aglutinación y buen estado para ser consumidos de manera lenta por los animales. Ante esta situación se decidió emprender un estudio que evaluara la factibilidad de utilizar estiércol fermentado como sustituto de cemento en la elaboración de bloques multinutricionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estiércol y fermentación

Se recolectaron 5 kg de estiércol de fresco vacas lecheras holstein por la mañana, en un establo familiar. Los animales tuvieron una dieta de 3kg de alfalfa (*Medicago sativa*)

suministrados por la mañana, y pastoreo de kikuyo (*Pennisetum clandestinim*) en el transucurso del día, en el bordo de un río. Por la tarde se les proporcionó rastrojo molido mezclado con salvado de trigo, en un promedio de 4Kg por animal. Se transporto en una cubeta de plástico a temperatura ambiente hasta el laboratorio. A la llegada de la muestra se midió el pH inicial. Posteriormente se coloco en el fermentador. El fermentador consistió en una cubeta de plástico cerrada herméticamente, con un tubo de vidrio usado como escape de gas y este conectado a un recipiente de vidrio lleno de solución de NaOH al 20% para, para recolectar el gas y neutralizar olores. El estiércol utilizado tenia un 83.5% de humedad. La fermentación fue llevada a cabo a una temperatura entre 39 y 41ºC en una estufa de cultivo. Para favorecer una fermentación de tipo láctica, se agregó un 10% de melaza de caña de azúcar y 500 g de maíz molido disuelto en 2 lt de agua. La mezcla se fermentó durante 10 días, tiempo al cual se abrió y se midió el pH.

Elaboración de bloques

Se pesaron y preparan los ingredientes para los bloques que, incluyeron jugo de pitaya (Stenocereus griseus) molido en licuadora. Los bloques fueron elaborados de acuerdo los procedimientos descritos por Arias et al (2005). Se prepararon cinco tratamientos, el primero, o testigo, no incluyo estiércol fermentado (EF) y los demás, T2 a T5, porcentajes de 2, 4, 6 y 8% de EF, respectivamente. Solamente el T1 incluyó un 5% de cemento y el resto no.

Análisis de laboratorio

Se conservaron muestras de cada tratamiento de bloques y se les práctico el análisis químico proximal (AOAC, 1990) además de un análisis de fracciones de fibra (Van Soest and Wine, 1967; Van Soest et al, 1991). Adicionalmente, los bloques se pusieron a secar en un cuarto ventilado y se les midió la dureza con un penetrómeto cada 3 días hasta llegar al día 25, cuando todos los tratamientos estabilizaron la dureza alcanzada.

Finalmente, se calculó el costo por Kg. de bloque elaborado por tratamiento de acuerdo a precios de mercado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición porcentual de ingredientes de cada tratamiento de bloques multinutricionales se presenta en le cuadro 1. Como puede observarse, las cantidades de rastrojo de maíz y de estiércol varían de acuerdo al tratamiento. En el caso del T1 fue el único con cemento incluido.

Cuadro 1 composición porcentual de los BMN de acuerdo a cada tratamiento

Ingredientes	% T1	% T2	% T3	% T4	% T5
Pitaya	40	40	40	40	40
Rastrojo	23	26	22	22	20
Estiércol		2	4	6	8
Melaza	15	15	15	15	15
Urea	5	5	5	5	5
Sal	5	5	5	5	5
Sal mineral	2	2	2	2	2
Cemento	5	---	----	---	---
Cal	5	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 2 se presenta la composición bromatológica de los bloques elaborados. Como puede apreciarse, destacan los niveles de proteína obtenidos que llegaron a estar en un rango de 25 a 29%. Esto pudiera deberse a que durante la fermentación del estiércol, el crecimiento bacteriano dejo como producto un porcentaje importante de proteína microbial que se vio reflejado en la composición fina de los bloques y a la cantidad de urea suministrada.

Cuadro 2. Composición química proximal de de los bloques elaborados, en base seca

	% Proteína	% Grasa	% Cenizas
T1	29.85	0.44	36.60
T2	30.87	0.64	29.37
T3	32.74	0.62	29.22
T4	34.24	0.60	31.49
T5	33.07	0.50	38.10

Fuente: elaboración propia

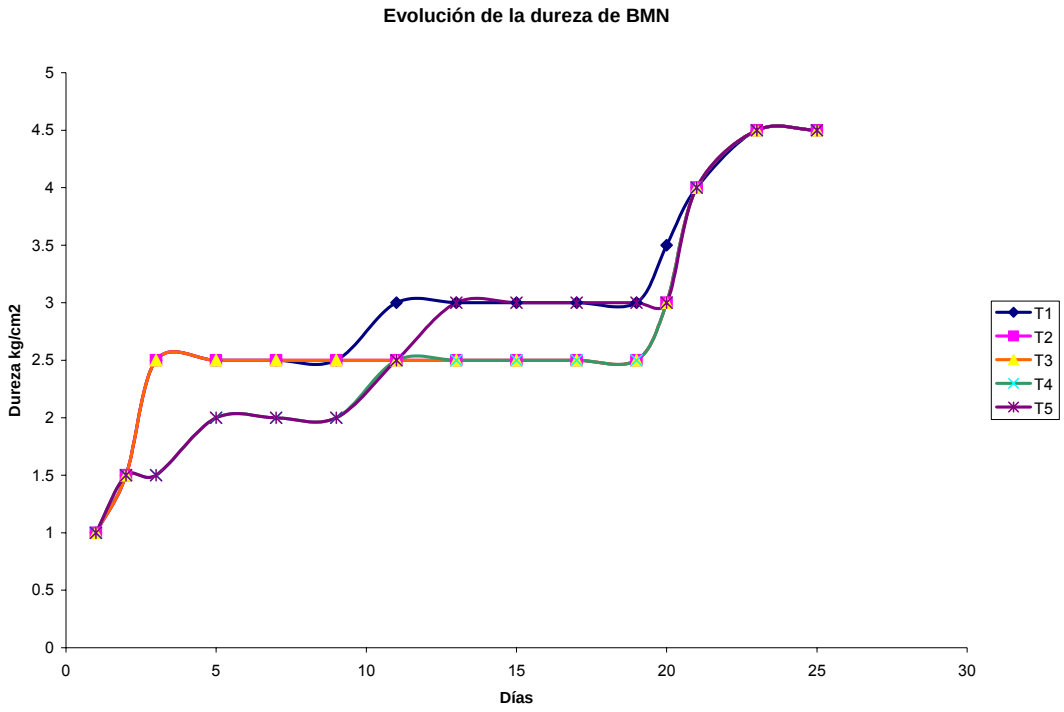
El cuadro tres nos muestra el análisis de fracciones de fibra y sílice de los bloques de los cinco tratamientos. Podemos ver como el contenido de sílice si fue menor en los tratamientos que no llevaron cemento en una relación aproximada de de 2:1. Por otro lado y a excepción del tratamiento 2, los valores de fracciones de fibra fueron menores o equivalentes a aquellos del tratamiento 1. Esto es probablemente debido a que el T2 incluyó una cantidad de rastrojo mayor que el resto, pero a partir del T3, las cantidades de rastrojo fueron decrecientes.

Cuadro 3. Fracciones de fibra y sílice de los BMN elaborados. Base seca.

	% FND	% FAD	% de hemicelulosa	% Celulosa	% Lignina	%Sílice
T1	38.38	23.04	15.34	14.11	4.35	4.58
T2	41.49	25.24	16.26	16.86	5.62	2.76
T3	36.39	22.87	13.51	15.01	4.91	2.95
T4	33.04	23.11	9.93	16.50	4.06	2.53
T5	30.39	17.99	12.40	12.60	3.30	2.09

Fuente: elaboración propia

Respecto de la dureza, en la gráfica 1 podemos apreciar como evolucionó esta a lo largo de una serie de mediciones durante 25 días.



Gráfica 1. Evolución de la dureza de los bloques a lo largo de 25 días.

Como puede apreciarse, la dureza medida de los bloques en los cinco tratamientos evolucionó de manera similar. El T1 que fue el que contuvo cemento fue el de más rápido endurecimiento ya que alcanzó un parámetro de 3 a los 11 días aproximadamente. Sin embargo, el T5, el de mayor contenido de estiércol fermentado, alcanzó la misma dureza solo un día después. Se observa un periodo en que todos los tratamientos tienen un comportamiento similar en cuanto a mantener una dureza estacionada durante los días 10 a 20.

Esto pudo deberse a condiciones ambientales tales como presencia de humedad en el ambiente. Todos los tratamientos alcanzaron una dureza de 4-4-5 Kg/cm^2 y se estabilizaron alrededor del día 25.

Finalmente, el costo por kg de bloque, por tratamiento se muestra en el cuadro 4. Este varió entre 2.4 y 2.55 pesos. La disminución del uso de rastrojo y el incremento en el uso de estiércol parecieron influir en el costo final

Cuadro 4. Costo de un kg de bloque por tratamiento.

Tratamiento	Costo por kg de bloque
1	2.5
2	2.4
3	2.45
4	2.5
5	2.55

CONCLUSIONES

El procedimiento aquí ensayado demostró la factibilidad de sustituir cemento por estiércol fermentado. La inclusión de este último influenció positivamente parámetros como el aporte de proteína, pero no el de cenizas. En el caso del T5 también se vieron influenciados los valores de sílice, que fue mayor en el T1 (por la inclusión de cemento) y los valores de fracciones de fibra, estos últimos también influenciados por la inclusión de rastrojo de maíz.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods Analysis, 15 th Edition. Washington, D.C. USA.

Arias L, Soriano R, Losada H, Rivera J and Cortés J 2005. Multi-nutrient blocks with fresh fruit of Pitaya (*Stenocereus griseus*) replacing sugar cane molasses. *Livestock Research for Rural Development. Vol. 17, Art. #37.* Retrieved April 7, 2005, from http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/4/aria17037.htm

Ben, Salem, H. and Nefzaoui, A. 2003. Feed Blocks as Alternative Supplements for sheep and Goats. Small Ruminant Research 49 (2003) 275-278

Sansoucy, R. 1986. The Sahel manufacture of molasses-urea blocks. World Animal Review 57: 40 – 48

Van Soest, P. J., R.H Wine, 1967. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. IV determination of plan cell-wall constituents. J. Assoc. off. Anal. Chem.50:50

Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991 .Method for dietary fibre neutral detergent and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74-3583

EFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS EN PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO

Alfonso Avalos Marines[1], Maria Azucena Alamos Moreno[2], Gerardo Rivas Medina[1], Enrique Martínez Rubín de Celis[3], José Dimas López Martínez[4],.

[1]Profesor investigador Cbta1 La partida, Coah. E-mail: poncho_avalos@hotmail.com, [2]Tesista de Maestría en Ciencias en suelos ITT [3]Profesor investigador ITT 10 SIGA AP 3F CP27000, Torreón, Coah. [4]Profesor investigador FAZ-UJED,.

INTRODUCCIÓN

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 del contenido 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.

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 incrementarlo. Por tal motivo 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, 2003).

En la Comarca existen 426,000 bovinos, de los cuales 232,500 están en producción, y 462,730 caprinos de los cuales 220,370 se encuentran también en producción aproximadamente, así como la producción de 158’195,160 aves; en el año 2005 se establecieron 23,916 hectáreas de maíz forrajero que produjeron 1’044,054 toneladas de forraje verde. El maíz forrajero fue el cultivo que mayor superficie ocupó después de la alfalfa, ocupando un 30 % de la superficie cultivada en el ciclo primavera-verano del 2005 (SAGARPA, 2005). En ésta región se producen aproximadamente 1’100,000 toneladas de estiércol de

bovino anualmente, lo cual permite plantear la posibilidad de su aprovechamiento en la agricultura, de ahí la importancia de utilizar éste deshecho de la ganadería lechera y avícola en la producción de maíz forrajero, reduciendo el uso de productos químicos, costos de producción e índices de contaminación. Por lo anterior el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de tres tipos de estiércol; bovino, caprino y gallinaza sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento del maíz forrajero, en el ciclo 2006.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en el campo experimental del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario Nº 1, en el ciclo agrícola primavera – verano 2006, localizado en el ejido La Partida, municipio de Torreón, Coahuila, ubicado en el km. 14.5 de la carretera Torreón – La Partida; el cual esta ubicado geográficamente a los 25º 35' 31'' de Latitud Norte y a los 103ª 17' 54'' de Longitud Oeste.

Características climáticas.

El sitio tiene una altitud de 1100 msnm. Tiene un clima seco desértico o estepario cálido con lluvias en verano e invierno frió, el promedio de precipitación pluvial es de 255 mm anuales, la temperatura media anual es de 21°C, evaporación anual de 2000 mm, el periodo comprendido de mayo a agosto es él más caluroso del año y los meses de diciembre y enero los mas fríos.

Conducción del experimento.

Siembra y Variedad

La siembra se llevo a cabo el 13 de mayo del año 2006, el cultivo se estableció en parcelas de 6 x 5 metros con una distancia entre surcos de 0.75 m Con una población de 80,000 plantas por hectárea, la variedad que se utilizo fue la 7573Y de Asgrow.

Tratamientos

Los tratamientos estudiados fueron 10: 20, 40 y 60 t ha^{-1} de estiércol bovino (20B, 40B y 60B), 10, 20 y 30 t ha^{-1} de estiércol caprino (10C, 20C y 30C) , 5,10 y 15 t ha^{-1} de gallinaza (5G, 10G y 15G), y fertilización química (FQ) como testigo.

Aplicación de los riegos

Los riegos se aplicaron según lo establecido por el plan operativo del cultivo del maíz, aplicando láminas de 13 cms; dándose el primer riego el 28 de abril y el quinto el 01 de agosto con intervalos de 21 días.

Diseño experimental

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

Modelo: $Yijk = \mu + \beta i + Tj + \in ijk$

Variables a evaluar

Humedad (%) por gravimetría, Temperatura (ºC) mediante geotermometros, Compactación (Lb/pul^2) índice de cono, resistencia al corte (Kgf) con el marco de esfuerzo torcional y rendimiento de forraje verde (ton ha^{-1}) por gravimetría. Para humedad y temperatura se realizaron tres muestreos los días 16 de junio, 10 de julio y 31 de julio; para compactación y resistencia al corte se realizaron dos muestreos los días 10 y 31 de julio, se cosecho el día 12 de agosto del 2006,.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Humedad.

El contenido de humedad en el nivel 0-15 mostró diferencia significativa entre tratamientos en las tres fechas de muestreo, donde el mejor tratamiento fue el 60B con 23.39 % como se aprecia en la Figura 1. lo anterior coincide con López *et al.* (2000), López *et al.* (2001), Martínez (1997), Quiroga *et al.* (1999) y Bernal (2004), quienes reportan que a mayores contenidos de estiércol y/o materia orgánica mayor retención de humedad.

En el nivel 15 – 30 cms. Existió diferencia significativa para tratamientos en la primera y tercera fecha de muestreo, el mejor tratamiento fue el 5G con valores de 23.99 y 21.24% de humedad respectivamente, para la fecha dos no hubo significancia, Figura 1. Lo anterior coincide con lo reportado por Delgado (2004) quien menciona que los tratamientos con gallinaza retienen más la humedad del suelo debido a un incremento de la presión osmótica.

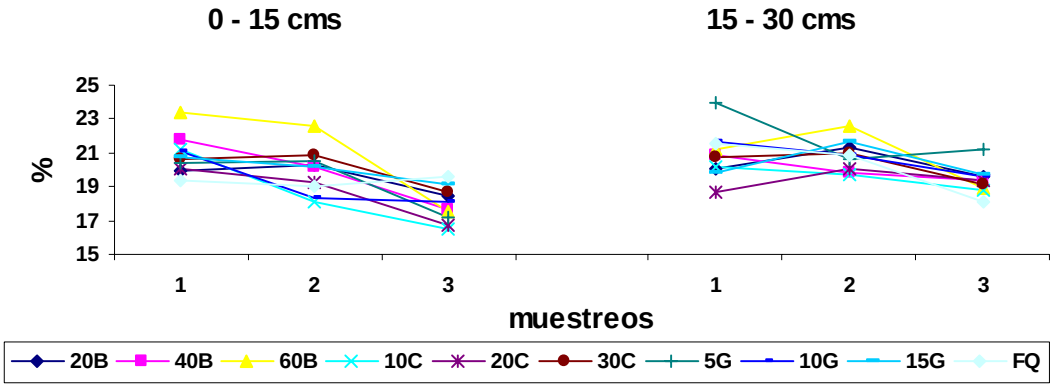


Figura 1. Por ciento de humedad en el cultivo de maíz forrajero y abonos orgánicos Cbta 1, Torreón, Coahuila, México 2006.

Temperatura.

No existió diferencia significativa en todos los muestreos. Sin embargo se pudo apreciar en la figura 2 que en la fecha 1 el tratamiento 40B la mayor temperatura del suelo, lo anterior coincide con lo reportado por Ruiz (1996) y López *et al.* (2000) que encontraron la mayor temperatura del suelo en las dosis altas de estiércol, en la segunda fecha fueron los tratamientos 20B y 15G los que mostraron la mayor temperatura con valores de 31 ºC respectivamente, para la fecha tres fueron los tratamientos 10C y 30C los que mostraron el valor mas alto de temperatura 31 ºC Figura 2.

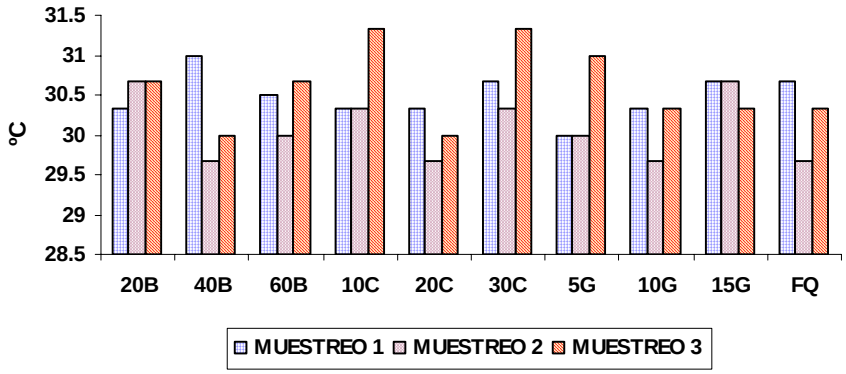


Figura 2. Temperatura del suelo en el cultivo de maíz forrajero y abonos orgánicos, Cbta 1, Torreón, Coahuila, México 2006.

Compactación.

Se encontraron diferencias altamente significativas para ambos muestreos; para la primer fecha de muestreo el tratamiento 20C fue el que mostró la menor compactación (136 lb pul^2) y fue estadísticamente igual al tratamiento 15G y diferente del resto de los tratamientos; para la segunda fecha de muestreo el tratamiento 20B el mostró la menor compactación (278 lb pul^2) y fue estadísticamente igual a los tratamientos 60B, 20C, 5G, 30C, 10G, 15G y 40B y diferentes de los tratamientos FQ y 10C, Figura 3, lo anterior coincide con lo reportado por López et al (2001) quienes mencionan que la compactación es menor en los tratamientos con presencia de estiércol en relación a la fertilización química, Beltrán y Cabrera (1995) y Quiroga et al (1999) comentan que la adición de materia orgánica al suelo disminuye la compactación.

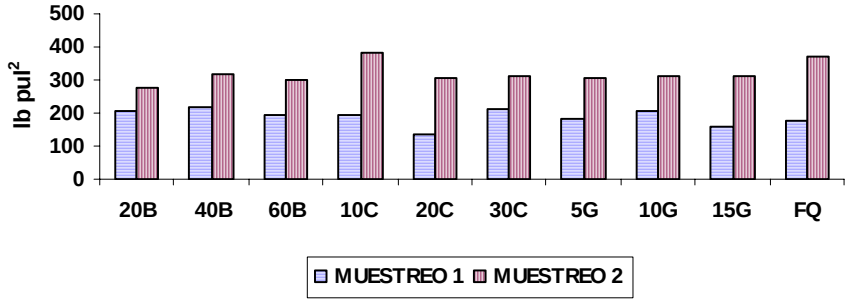


Figura 3. Compactación del suelo en el cultivo de maíz forrajero y abonos orgánicos Cbta 1, Torreón, Coahuila, México 2006.

Resistencia al corte.

No existió diferencia significativa en ambos muestreos. El tratamiento 9 (15G T ha^{-1} de gallinaza) mostró la menor resistencia al corte en las dos fechas de muestreo 44 y 54 Kgf. respectivamente Figura 4.

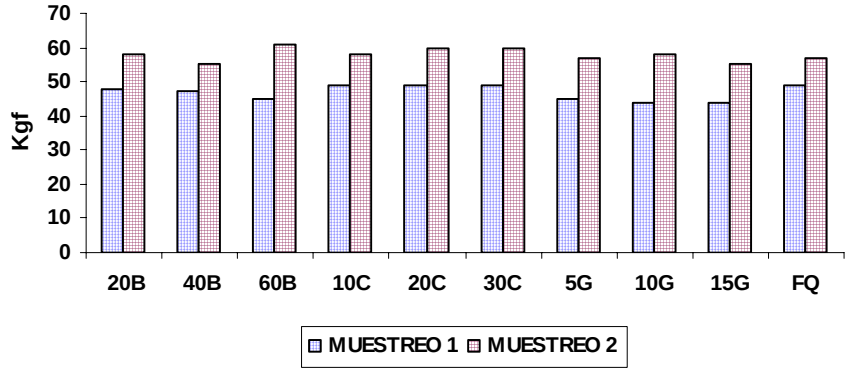


Figura 4. Resistencia al corte del suelo en el cultivo de maíz forrajero y abonos orgánicos Cbta 1, Torreón, Coahuila, México 2006.

Rendimiento de Forraje verde.

Para la variable rendimiento se encontró diferencia significativa por efecto de tratamientos. El tratamiento 20B T ha^{-1} de estiércol bovino) mostró el mayor rendimiento (100 T ha^{-1} de forraje verde) el cual resulto estadísticamente igual a los tratamientos 40B2, 5G7, 15G9, 30C6, FQ10, 10G8 y 20C5 y diferente de los tratamientos 10C4 y 60B3 ; asimismo los tratamientos 30C6, FQ10, 10G8, 20C5 fueron iguales entre si y por ultimo los tratamientos 10G8, 20C5, 10C4 y 60B3 también resultaron iguales entre si Cuadro 1, lo cual coincide Bahman y Power (1999), López y Díaz (2001), López (2002), Cueto *et al.* (2003), Figueroa *et al.* (2003) y Bahman *et al.*

(2004) y Rivera (2005) que reportan que los mayores rendimientos de forraje verde y maíz grano se obtuvieron con las dosis más altas de estiércol.

El rendimiento mas bajo se obtuvo con el tratamiento 60B T ha^{-1} de estiércol bovino con 64.5 T ha^{-1} de forraje verde como se observa en la Figura 5.

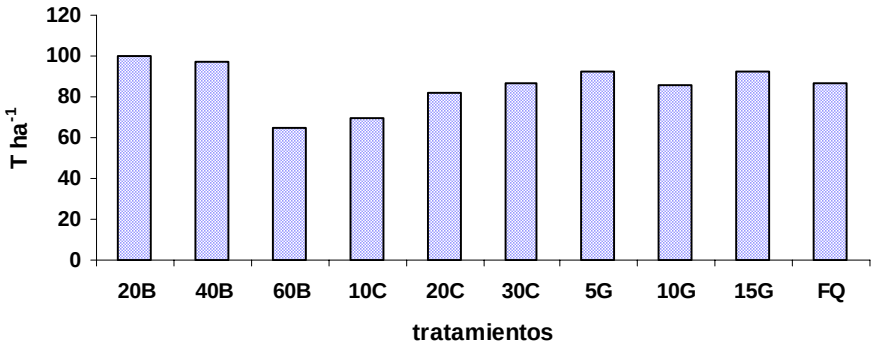


Figura 5. Rendimiento de forraje verde en el cultivo de maíz forrajero y abonos orgánicos Cbta 1, Torreón, Coahuila, México 2006.

Cuadro 1. Comparación de medias para la variable de rendimiento de forraje verde en el cultivo de maíz forrajero y abonos orgánicos. Cbta 1, Torreón, Coahuila. 2006.

TRATAMIENTO	MEDIA
20B	100.0000 A
40B	97.0000 A
5G	92.5000 A
15G	92.5000 A
30C	87.0000 AB
FQ	87.0000 AB
10G	85.5000 ABC
20C	81.5000 ABC
10C	69.5000 BC
60B	64.5000 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05
DMS = 21.4975

CONCLUSIONES

Los tratamientos de 60 t ha^{-1} de estiércol bovino mostró los mayores contenidos de humedad en el perfil 0-15 cms 23.39 %; y 5 t ha^{-1} de gallinaza fue el mejor en el perfil 15 – 30 cms con un valor de 24%.

En este trabajo los abonos orgánicos no presentaron diferencias significativas en temperatura y resistencia al corte del suelo.

Los tratamientos de 20 t ha^{-1} de estiércol caprino y 20 t ha^{-1} de estiércol bovino los que mostraron la menor compactación en ambos muestreos.

Los tratamientos con 20 y 40 t ha^{-1} de estiércol bovino mostraron los mayores rendimientos de forraje verde con 100.00 y 97.00 t ha^{-1} de forraje verde, seguidos de 5 y 15 t ha^{-1} de gallinaza con rendimientos de 92.5 t ha^{-1} de forraje verde.

BIBLIOGRAFÍA

Bahman. E., D. Ginting. And J. E. Gilley. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. AGRONOMY JOURNAL, VOL., 96 MARCH-APRIL 2004 (442-447).

Bahman, E. and J. F. Power. 1999. Composted and noncomposted manure application to conventional and no-tillage systems: Corn yield and nitrogen uptake. (1999). AGRONOMY JOURNAL, VOL. 91. SEPTEMBER-OCTOBER 1999 (819-825).

Beltrán F, M. J. y F. Cabrera C. 1995. Avance de la rehabilitación de un suelo compactado con el uso de abonos orgánicos en el Valle del Mayo. Memorias del XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de Suelo. Cd. Victoria, Tamaulipas. p 13.

Bernal C, M. P. 2004. Fertilidad y contaminación de suelos agrícolas. Aplicados al cultivo de la vid. (on line). Available at: http:// www.haro.org/ingles/pdf/resumen_bernal.pdf. (verified 30 Jul 2004).

Castellanos, R.J.Z. 1982. El valor del estiércol como fertilizante. La utilización del estiércol en la agricultura, Memoria del primer simposium, Torreón, Coahuila.

Cueto, W. J.A., D.G. Reta, S., U. Figueroa, U., J.S. Carrillo, A. 2003. Uso racional de fertilizante nitrogenado químico y estiércol bovino en sistemas intensivos de producción de maíz forrajero. In: memoria de la XV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre del 2003. pp. 59-64.

Delgado Q. F. 2004. Abonos orgánicos en la retención de humedad del suelo y rendimiento de avena forrajera. Tesis de maestría en ciencias CIGA ITA 10 , Torreón, Coahuila, 87p

Figueroa, V. U., R. Faz, C., H.M. Quiroga, G., J.A. Cueto, W. 2003. Optimización del uso de estiércol bovino en maíz forrajero. In: memoria de la XV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre del 2003. pp. 266-271.

López, M. J.D., Gutiérrez, P. G. y Berumen, P.S. 2000. Labranza de conservación usando coberturas de abono orgánico en alfalfa. TERRA VOLUMEN 18 NUMERO 2, 2000. (161-171)

López, M. J.D., Díaz, E. A., Martínez, R. E. y Valdez, C. R. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. TERRA VOLUMEN 19 NUMERO 4, 2001. (293-299).

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.

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.

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.

Quiroga, A.R., De Buschiazzo and N. Peinemann. 1999. Soil compaction is related to management practices in the semi-arid Argentine pampas. Soil & Tillage Research. 52, 21-28.

Rivera, O. O. 2005. Asociación Maíz (Zea mays L.) – Soya (Glycine max L.) forrajera y su respuesta al estiércol de bovino después de tres años de aplicación. Tesis Doctoral División de Estudios de Posgrado. FAZ-UJED Venecia, Durango. Septiembre 2005 197 p.

Ruiz F, J. F. 1996. Los fertilizantes y la fertilización orgánica bajo la óptica de un sistema de producción orgánico. Memorias del Primer Foro Nacional Sobre Agricultura Orgánica. p 29.

SAGARPA. 2005. Anuario estadístico de la producción agropecuaria 2004. Sistema de Información Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango. Alianza para el Campo. Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural. Cd. Lerdo Dgo.

Vázquez, V. C. 2003. Descomposición del estiércol bovino y su impacto en la calidad del suelo y producción del tomate (Lycopersicum esculentum Mill). Tesis Doctoral Faz-UJED Venecia Durango Abril de 2003 103 p.

EFECTO DEL ESTIÉRCOL BOVINO E INTERVALOS DE RIEGO EN PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO

Gerardo Rivas Medina[1], Salvador Montaña Carrillo[2], Alfonso Avalos Marines[1], Enrique Martínez Rubín de Celis[3], José Dimas López Martínez[4].

[1]Profesor investigador Cbta1 La partida, Coah. E-mail: gerarivm@hotmail.com, [2]Tesista de Maestría en Ciencias en suelos ITT, [3]Profesor investigador ITT 10 SIGA AP 3F CP27000, Torreón, Coah. [4]Profesor investigador FAZ-UJED.

INTRODUCCIÓN

La Región Lagunera se encuentra en las zonas áridas y semiáridas de la parte central del norte de la Republica Mexicana. Es una región que por sus características de clima y suelo esta dedicada a la actividad agropecuaria dentro de la cual destaca la producción de leche siendo considerada a nivel nacional como la primera cuenca lechera de nuestro país.

En la Región Lagunera se reportan 426,000 cabezas de ganado lechero, de las cuales 232,500 son vacas en producción de la raza Holstein, manejadas con un alto nivel tecnológico y con una producción total de leche de 1,905.336 millones de litros de leche (SAGARPA 2005).

La producción de forrajes en la región es una actividad agrícola básica, y estos llegan a representar hasta el 60% de la alimentación del ganado en producción. El cultivo forrajero y base del sistema actual de producción de leche es la alfalfa, el cual es de excelente calidad. Sin embargo la principal desventaja de este cultivo es que requiere de una lámina de riego alta.

El problema principal de la Comarca Lagunera es la falta de agua, por lo que es de vital importancia disminuir la superficie actual de alfalfa y sustituirla por cultivos de menor requerimiento del recurso natural agua.

Actualmente el uso excesivo de fertilizantes químicos ha contribuido al deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que ha provocado 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 (Vázquez, 2003).

Producto de la actividad ganadera lechera en la región se generan 1’100,000 toneladas de estiércol de bovino, las cuales pueden ser aprovechadas en la producción de maíz forrajero.

El cultivo que ocupa el segundo lugar en importancia después de la alfalfa es el maíz forrajero, del cual se establecieron en el año 2005 23,900 hectáreas. Y con la utilización del estiércol en la producción de este forraje se disminuye el uso de productos químicos y costos de producción, El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de tres dosis de estiércol bovino: 30, 60 y 90 t ha^{-1} y tres intervalos de riego cada 21, 25 y 28 días sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento del maíz forrajero, en el ciclo 2006.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en el campo experimental del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario Nº 1, en el ciclo agrícola primavera – verano 2006, localizado en el ejido La Partida, municipio de Torreón, Coahuila, ubicado en el km. 14.5 de la carretera Torreón – La Partida; el cual esta ubicado geográficamente a los 25º 35' 31'' de Latitud Norte y a los 103ª 17' 54'' de Longitud Oeste.

Características climáticas.

El sitio tiene una altitud de 1100 msnm. Tiene un clima seco desértico o estepario cálido con lluvias en verano e invierno frió, el promedio de precipitación pluvial es de 255 mm anuales, la temperatura media anual es de 21°C, la evaporación anual es de 2000 mm, el periodo comprendido de mayo a agosto es él más caluroso del año y los meses de diciembre y enero los mas fríos.

Conducción del experimento.

Siembra y Variedad

La siembra se llevo a cabo el 13 de mayo del año 2006, el cultivo se estableció en parcelas de 6 x 5 metros con una distancia entre surcos de 0.75 m Con una población de 80,000 plantas por hectárea, la variedad que se utilizo fue la 7573Y de Asgrow.

Tratamientos

Los tratamientos estudiados fueron 10: tres dosis de estiércol bovino 30, 60 y 90 t ha^{-1} y tres intervalos de riego cada 21, 25 y 28 días y un testigo con fertilización química, los cuales fueron 30I1, 60I1, 90I1, 30I2, 60I2, 90I2, 30I3, 60I3, 90I3 y FQ.

Aplicación de los riegos

Los riegos se aplicaron según lo establecido por el plan operativo del cultivo del maíz, aplicando láminas de 15 cms; suministrando el primer riego el 28 de abril y el quinto el 01 de agosto administrándose el riego a las parcelas que correspondía según los intervalos I1 cada 21 días, I2 cada 25 días y I3 cada 28 días y la distribución de los tratamientos en campo.

Diseño experimental

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

Modelo: $Yijk = \mu + \beta i + Tj + \in ijk$

Variables a evaluar

Humedad (%) por gravimetría, temperatura (ºC) mediante geotermometros, compactación (Lb/pul^2) índice de cono, resistencia al corte (Kgf) con el marco de esfuerzo torcional y rendimiento de forraje verde (ton ha^{-1}) por gravimetría. Para humedad y temperatura se realizaron tres muestreos los días 16 de junio, 10 de julio y 31 de julio; para compactación y resistencia al corte se realizaron dos muestreos los días 10 y 31 de julio, todo lo anterior en las parcelas con el intervalo de riego cada 21 días (I1), para las parcelas con intervalo de riego cada 25 (I2), y cada 28 días (I3), estos muestreos se realizaron un día antes del riego, se cosecho el día 12 de agosto del 2006.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Humedad.

Existió diferencia altamente significativa en las dos profundidades en todos los muestreos. Para el primer muestreo en el nivel 0 – 15 cms el mejor tratamiento fue el 90I1 con 23.99 % y fue estadísticamente igual a los tratamientos 60I1, 60I3, 90I3, 90I2; el menor contenido de humedad fue para el tratamiento 30I3; para la profundidad de 15 – 30 cms, el tratamiento 60I3 el que mostró el mayor contenido de humedad con 23.59% y fue estadísticamente igual a los tratamientos 60I1, 90I2, 90I3 y 60I2, el menor contenido de humedad correspondió al tratamiento 30I2. Para la segunda fecha de muestreo en nivel 0 – 15 cms el mejor tratamiento fue el 90I3 con 19.55% y fue estadísticamente igual a los tratamientos 60I2, 60I1, 60I3 y 30I3; para la profundidad 15 – 30 cms el tratamiento 90I1 mostró el mayor contenido de humedad con 20.25% y fue igual estadísticamente a los tratamientos 60I1, 90I3, 30I3 y 60I2; En la tercer fecha de muestreo el tratamiento 30I3 mostró los mayores contenidos de humedad 20.81 y 20.37% para cada profundidad respectivamente. Figura 1. En todas las fechas de muestreo los tratamientos que incluían las dosis de estiércol bovino más altas mostraron los mayores contenidos de humedad; lo anterior coincide López *et al.* (2001) y Bernal (2004), quienes reportan que a mayores contenidos de estiércol y/o materia orgánica mayor retención de humedad. Figura 1.

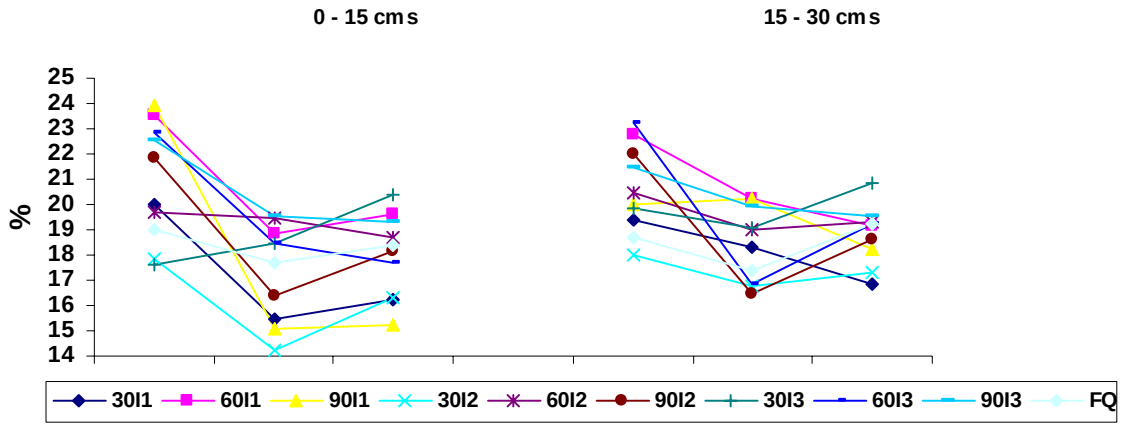


Figura 1. Por ciento de humedad en el cultivo de maíz forrajero y estiércol bovino e intervalos de riego, Cbta 1, Torreón, Coahuila, México 2006.

Temperatura.

Para las dos primeras fechas de muestreo no existió diferencia significativa y fue el tratamiento 90I3 el que mostró la mayor temperatura 31 ºC; resultados similares son reportados por Ruiz (1996) y López *et al.* (2000) quienes mencionan que encontraron la mayor temperatura del suelo en las dosis altas de estiércol, en la tercer fecha de muestreo el tratamiento 60I1 la que mostró la mayor temperatura 32 ºC y fue estadísticamente igual el resto de los tratamientos del mismo intervalo de riego 90I1 y 30I1 Figura 2.

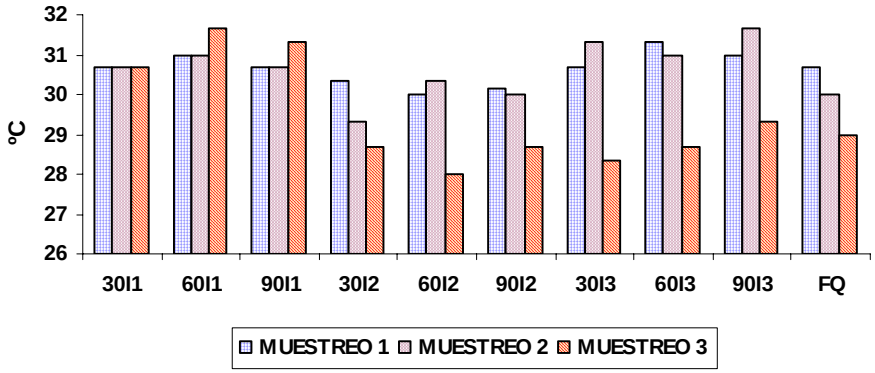


Figura 2. Temperatura del suelo en el cultivo de maíz forrajero y estiércol bovino e intervalos de riego, Cbta 1, Torreón, Coahuila, México 2006.

Compactación.

Se encontraron diferencias altamente significativas para ambos muestreos; para la primer fecha de muestreo el tratamiento 90I1 mostró la menor compactación (116 lb pul^2) y fue estadísticamente igual a los tratamientos 30I1 y 60I1 con valores de 143 y 145 lb pul^2, la

fertilización química mostró la mayor compactación 262 lb pul^2 Figura 3. En la segunda fecha de muestreo existió diferencia altamente significativa, el tratamiento 90I3 mostró la menor compactación 194 lb pul^2 y fue estadísticamente igual a los tratamientos 30I1 y 60I3 con valores de 210 lb pul^2 en ambos casos y diferente del resto de los tratamientos, lo anterior coincide con lo reportado por López et al (2001) quienes mencionan que la compactación es menor en los tratamientos con presencia de estiércol en relación a la fertilización química, Beltrán y Cabrera (1995) y Quiroga et al (1999) comentan que la adición de materia orgánica al suelo disminuye la compactación.

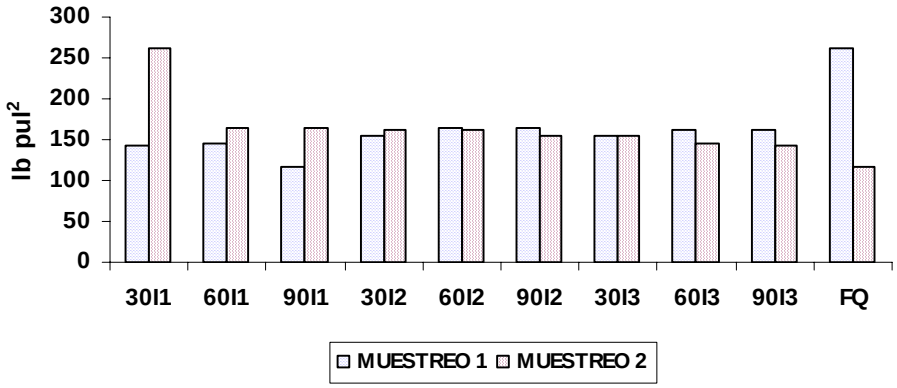


Figura 3. Compactación del suelo en el cultivo de maíz forrajero y estiércol bovino e intervalos de riego, Cbta 1, Torreón, Coahuila, México 2006.

Resistencia al corte.

Se encontró diferencia altamente significativa en la primera fecha de muestreo, el tratamiento 60I1 mostró la menor resistencia al corte con 35.33 Kgf y fue estadísticamente igual al tratamiento 90I1 que mostró 36 Kgf de resistencia al corte del suelo. Fue el tratamiento FQ el que alcanzo la mayor resistencia al corte 48.67 Kgf Figura 4. En la segunda fecha de muestreo existió diferencia significativa entre tratamientos siendo el tratamiento FQ el de menor resistencia al corte con 38.67 Kgf seguido de los tratamientos 90I2 y 90I3 con 41 y 42 Kgf respectivamente diferente al resto de los tratamientos.

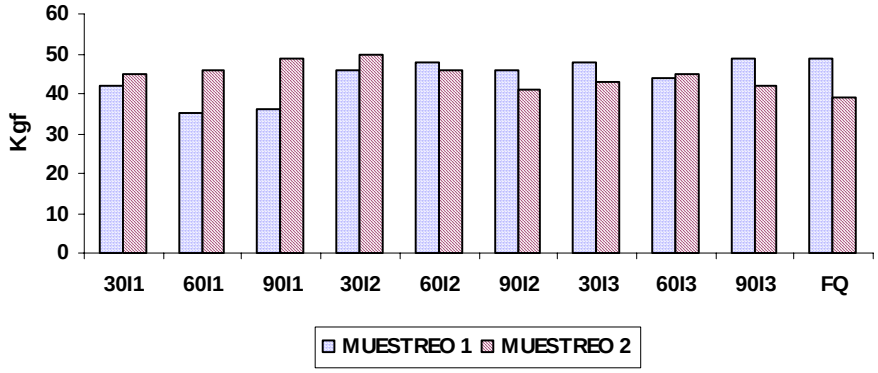


Figura 4. Resistencia al corte del suelo en el cultivo de maíz forrajero y estiércol bovino e intervalos de riego, Cbta 1, Torreón, Coahuila, México 2006.

Rendimiento de Forraje verde.

En rendimiento de forraje verde no existió diferencia significativa entre tratamientos; sin embargo se puede apreciar en la Figura 5, que el tratamiento 90I1 tuvo el rendimiento mas alto 99 t ha^{-1} de forraje verde seguido de el tratamiento 90I3 que mostró un rendimiento de 93.42 t ha^{-1} de forraje verde; la diferencia entre estos dos tratamientos fue del 6%, (5.58 t ha^{-1}), solo que el tratamiento 90I3 requirió un riego menos que el tratamiento 90I1; los tratamientos y FQ presentaron rendimientos de 92.5 y 89.00 t ha^{-1} de forraje verde respectivamente, seguidos de los tratamientos 30I1 y 30I2 con un rendimiento de 87.5 t ha^{-1}. lo anterior coincide con Figueroa *et al.* (2003) y Bahman *et al.* (2004) y Rivera (2005) quienes al evaluar diferentes dosis de estiércol bovino reportan que los mayores rendimientos de forraje verde se obtuvieron con las dosis más altas de estiércol. El menor rendimiento lo mostraron los tratamientos 60I2 y 60I3 con 80 t ha^{-1} de forraje verde respectivamente.

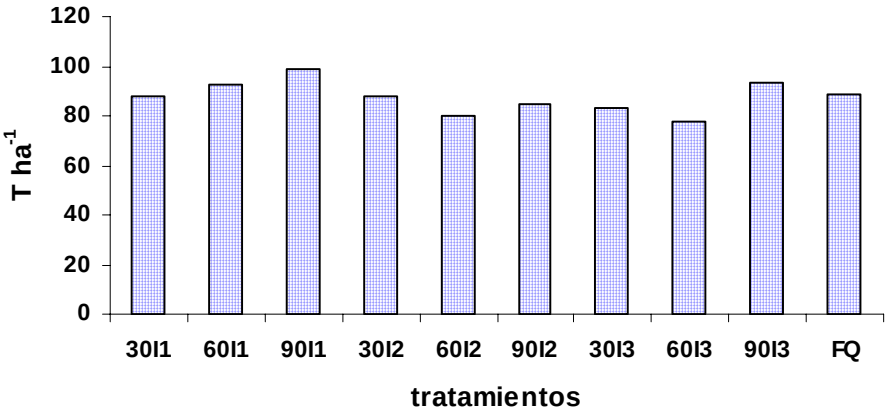


Figura 5. Rendimiento de forraje verde en el cultivo de maíz forrajero y estiércol bovino e intervalos de riego, Cbta 1, Torreón, Coahuila, México 2006.

CONCLUSIONES

En humedad en el perfil 0 -15 cms los mayores contenidos en 90I1, 90I3 y 30I1 con valores de 23.99, 19.55 y 20.37% respectivamente; para el perfil 15 – 30 cms los mayores contenidos fueron en 60I3, 90I1 y 30I3. Las tres dosis de estiércol bovino en el intervalo de riego tres presentaron los mayores contenidos de humedad.

En temperatura no existió diferencia significativa en las dos primeras fechas de muestreo, sin embargo 90I3 presento la mayor temperatura 31ºC; en el tercer muestreo las temperaturas más altas correspondieron a las tres dosis de estiércol bovino con el intervalo de riego cada 21 días, 30I1, 60I1 y 90I1 con 32 ºC.

La compactación y resistencia menor correspondió a los tratamientos con intervalo de riego cada 21 días 30I1, 60I1 y 90I1.

No se encontró significancia para el rendimiento de forraje verde; sin embargo el mayor rendimiento correspondió al tratamiento de 90 t ha^{-1} de estiércol bovino e intervalo de riego cada 21 días con 99.0 t ha^{-1} de forraje verde, seguido del tratamiento de 90 t ha^{-1} de estiércol bovino con intervalo cada 28 días con 93.42 t ha^{-1}; la diferencia entre estos tratamientos fue del 6 %, solo que 90I3 requirió un riego menos que 90I1; por lo anterior se puede concluir en base a los resultados del presente trabajo es factible reducir un riego en el cultivo del maíz forrajero utilizando la dosis de 90 t ha^{-1} de estiércol bovino, sin disminución significativa del rendimiento de forraje. La eliminación de un riego en el cultivo significa un ahorro de agua del 18.75%.

BIBLIOGRAFÍA

Bahman. E., D. Ginting. And J. E. Gilley. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. AGRONOMY JOURNAL, VOL., 96 MARCH-APRIL 2004 (442-447).

Beltrán F, M. J. y F. Cabrera C. 1995. Avance de la rehabilitación de un suelo compactado con el uso de abonos orgánicos en el Valle del Mayo. Memorias del XXVI Congreso Nacional de la Ciencia de Suelo. Cd. Victoria, Tamaulipas. p 13.

Bernal C, M. P. 2004. Fertilidad y contaminación de suelos agrícolas. Aplicados al cultivo de la vid. (on line). Available at: http:// www.haro.org/ingles/pdf/resumen_bernal.pdf. (verified 30 Jul 2004).

Figueroa, V. U., R. Faz, C., H.M. Quiroga, G., J.A. Cueto, W. 2003. Optimización del uso de estiércol bovino en maíz forrajero. In: memoria de la XV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre del 2003. pp. 266-271.

López, M. J.D., Gutiérrez, P. G. y Berumen, P.S. 2000. Labranza de conservación usando coberturas de abono orgánico en alfalfa. TERRA VOLUMEN 18 NUMERO 2, 2000. (161-171)

López, M. J.D., Díaz, E. A., Martínez, R. E. y Valdez, C. R. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. TERRA VOLUMEN 19 NUMERO 4, 2001. (293-299).

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.

Quiroga, A.R., De Buschiazzo and N. Peinemann. 1999. Soil compaction is related to management practices in the semi-arid Argentine pampas. Soil & Tillage Research. 52, 21-28.

Rivera, O. O. 2005. Asociación Maíz (Zea mays L.) – Soya (Glycine max L.) forrajera y su respuesta al estiércol de bovino después de tres años de aplicación. Tesis Doctoral División de Estudios de Posgrado. FAZ-UJED Venecia, Durango. Septiembre 2005 197 p.

Ruiz F, J. F. 1996. Los fertilizantes y la fertilización orgánica bajo la óptica de un sistema de producción orgánico. Memorias del Primer Foro Nacional Sobre Agricultura Orgánica. p 29.

SAGARPA. 2005. Anuario estadístico de la producción agropecuaria 2004. Sistema de Información Agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango. Alianza para el Campo. Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural. Cd. Lerdo Dgo.

Vázquez, V. C. 2003. Descomposición del estiércol bovino y su impacto en la calidad del suelo y producción del tomate (Lycopersicum esculentum Mill). Tesis Doctoral Faz-UJED Venecia Durango Abril de 2003 103 p.

CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE LAS PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN LAGUNERA

Ernesto A. Catalán Valencia, Magdalena Villa Castorena, Marco A. Inzunza Ibarra, Segundo F. Mendoza Moreno, Abel Román López[1]

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

INTRODUCCIÓN

La modelación de procesos hidrológicos como la infiltración, redistribución y transporte de agua a través del suelo requiere de valores fácilmente accesibles y representativos de los parámetros de las propiedades hidráulicas del suelo. Tales propiedades son las relaciones funcionales del contenido de humedad del suelo con el potencial mátrico (función de retención) y con la conductividad hidráulica. La medición directa de tales parámetros es una tarea lenta y costosa, además de incierta por la variabilidad espacial de las propiedades y características físicas del suelo que los determinan, razón por la cual rara vez se dispone de dicha información.

Como una alternativa para disponer de información básica para la modelación de procesos hidrológicos, se han desarrollado algunos modelos para predecir la función de retención a partir de propiedades del suelo más fácilmente medibles y disponibles. El análisis de amplias bases de datos medidos en laboratorio y campo han permitido el desarrollo de relaciones funcionales denominadas “Pedotransfer functions” (PDF) para predecir la función de retención en función de datos básicos del suelo como la distribución de sus partículas por tamaño o textura, contenido de materia orgánica y densidad aparente (Bouma, 1989).

Algunas funciones PDF estiman el contenido de humedad para ciertos potenciales mátricos predefinidos utilizando regresión múltiple (Gupta y Larson, 1979; Rawls y Brakensiek, 1982) y redes neuronales artificiales (Pachepsky, et al., 1996); otras estiman directamente los parámetros de la función de retención con regresión múltiple (Vereecken et al., 1989; Minasny et al., 1999) y redes neuronales artificiales (Pachepsky et al., 1996; Schaap y Leij, 1998); un tercer grupo de funciones utilizan modelos conceptuales de la física del fenómeno de retención de agua (Ayra y Paris, 1981; Haverkamp y Parlange, 1986).

El conocimiento de las propiedades hidráulicas de los suelos en diferentes escalas espaciales, tanto en sus valores promedio como en su dispersión por tipo de suelo es importante para la modelación de los flujos de agua, energía y otros elementos a través del suelo. Representa información básica en múltiples aplicaciones relacionadas con la física y química de suelos, hidrología e ingeniería de riego. La dispersión y distribución de tales propiedades es aun más relevante porque permite describir su naturaleza aleatoria y considerar

su variabilidad en un enfoque de modelación estocástico. El propósito de este estudio fue determinar las funciones de distribución de probabilidades teóricas de los parámetros de las funciones de retención e infiltración para cada tipo de suelo de la región lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en las Relaciones Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA) del INIFAP, localizado en el margen derecho del canal principal Sacramento km 6.5 en Gómez Palacio, Durango. Se utilizó una base de datos de las propiedades físicas básicas de los suelos de la región lagunera compuesta por 14,317 registros colectados durante más de 30 años en el laboratorio de análisis de suelos y aguas del CENID RASPA. Para cada uno de estos registros se estimaron indirectamente los parámetros de la ecuación de retención de humedad de Brooks y Corey (1964) y la ecuación de infiltración de Green y Ampt (1911). Los registros con los parámetros de estas ecuaciones se agruparon por textura o tipo de suelo para obtener las funciones de distribución teórica de cada parámetro para cada tipo de suelo presente en la región. Para esto se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov (α=0.05) como parte del procedimiento UNIVARIATE del SAS (SAS Institute Inc., 1999).

Estimación de los parámetros de la función de retención

Se utilizó la ecuación de Brooks y Corey (1964) para describir la relación entre el potencial mátrico (h:cm) y contenido volumétrico de agua (θ:cm^3/cm^3):

$$\left(\frac{\theta - \theta_r}{\varphi - \theta_r}\right) = \left(\frac{h_b}{h}\right)^{\lambda} \qquad (1)$$

donde φ = porosidad total del suelo ($cm^3\ cm^{-3}$), θ_r = contenido de humedad residual ($cm^3\ cm^{-3}$), h_b = presión por entrada de aire "bubbling pressure" (cm) y λ = índice de la distribución de los poros del suelo por tamaño. A menudo se asume que θ_r=0 y φ=θ_s, siendo θ_s el contenido de humedad a saturación. Por su parte, la porosidad se relaciona con la densidad aparente (d_a: g cm^{-3}) y la densidad de sólidos o densidad real del suelo (d_r: g cm^{-3}):

$$\varphi = 1 - \frac{d_a}{d_r} \qquad (2)$$

Los parámetros de la Ec. (1) se estimaron indirectamente para cada registro de la base de datos utilizando las relaciones funcionales PTF (Pedotransfer functions) propuestas por Rawls y Brakensiek (1982). Primero se estimaron los contenidos de humedad (θ) correspondientes a 10 valores del potencial mátrico del suelo predefinidos (h), a partir de los contenidos de arena, arcilla y materia orgánica del suelo. Posteriormente se utilizaron los valores de θ vs h para obtener los parámetros de la función de retención mediante regresión lineal simple. Las funciones PTF de Rawls y Brakensiek fueron obtenidas con datos de retención medidos en 500 suelos (2,543 horizontes) de 18 estados de la unión americana.

Estimación de los parámetros de la función de infiltración

Se utilizó la ecuación de infiltración de Green y Ampt (1911) cuyos parámetros poseen significado físico y pueden estimarse indirectamente de la función de retención (Ec. 1) de acuerdo a la secuencia siguiente:

$$I = \varphi_d \, h_f \ln(1 + \frac{I}{\varphi_d \, h_f}) + Kt \qquad (3)$$

con

$$\varphi_d = \varphi_e - \theta_0 \qquad (4)$$

$$\varphi_e = \varphi - \theta_r \qquad (5)$$

donde I = infiltración acumulada (cm), φ_d = porosidad disponible ($cm^3\ cm^{-3}$), h_f = potencial mátrico del frente de humedecimiento (cm), K = conductividad hidráulica ($cm\ h^{-1}$), φ_e = porosidad efectiva ($cm^3\ cm^{-3}$), y θ_0 = contenido de humedad inicial ($cm^3\ cm^{-3}$). Los valores de h_f y K pueden estimarse como:

$$h_f = \frac{2\lambda + 3}{2\lambda + 2}(\frac{h_b}{2}) \qquad (6)$$

$$K = \frac{1}{2} K_s \qquad (7)$$

con

$$K_s = \mu \frac{\varphi_e^2}{h_b^2}\left[\frac{\lambda^2}{(\lambda+1)(\lambda+2)}\right] \quad (8)$$

donde μ es un factor que depende de la aceleración de la gravedad y de varias constantes del fluido, igual a 21.0 ó 75,600 para K_s estimada en cm/seg ó cm/h, según sea el caso (Brutsaert, 1967).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 1 y 2 se presentan las funciones de distribución de probabilidad teóricas de los parámetros de las ecuaciones de retención e infiltración. Cada función de distribución se caracteriza por su media y desviación estándar y fue obtenida para cada tipo de suelo según su textura a partir de un cierto tamaño de muestra o número de datos disponibles (N). Las texturas compuestas por la partícula limo fueron las de menor tamaño de muestra por ser suelos poco frecuentes en la región lagunera.

Funciones de distribución de los parámetros de la ecuación de retención

En el Cuadro 1 se muestran las funciones de distribución de los parámetros de la ecuación de retención de Brooks y Corey (Ec. 1). La porosidad total del suelo (φ) se ajustó mejor a una distribución normal y presentó la menor dispersión de los datos. La presión por entrada de aire "bubbling pressure" (h_b) y el índice de la distribución de los poros del suelo por tamaño (λ) presentaron una mayor dispersión de los datos y se ajustaron mejor a una distribución lognormal. No se presenta el contenido de humedad residual (θ_r) porque como ya se indicó, regularmente se asume igual a cero. Los mismos tipos de funciones de distribución han sido reportados en otros estudios para estos parámetros (McCuen et al., 1981).

Funciones de distribución de los parámetros de la ecuación de infiltración

En el Cuadro 2 se presentan las funciones de distribución de los parámetros de la ecuación de infiltración de Green y Ampt (Ec. 3). De manera similar al caso anterior, la porosidad efectiva (φ_e) se ajustó mejor a una distribución normal y presentó la menor dispersión de los datos. Por su parte, la conductividad hidráulica (K) y potencial del frente de humedecimiento (h_f) presentaron una mayor dispersión de los datos y se ajustaron mejor a una distribución lognormal. Los mismos tipos de funciones de distribución han sido reportados en otros estudios para estos parámetros (Rawls et al., 1983).

Cuadro 1. Funciones de distribución de los parámetros de la ecuación de Brooks y Corey para los suelos de la región lagunera.

Textura	N	Φ (cm3/cm3)	h_b (cm)	λ
Arenoso	76	0.422(0.012) †	7.811(1.413) ‡	0.452(0.034) ‡
Areno francoso	207	0.431(0.009)	10.797(2.757)	0.430(0.034)
Franco arenoso	1,936	0.441(0.009)	19.293(4.755)	0.359(0.035)
Franco	1,926	0.480(0.007)	26.591(4.875)	0.282(0.016)
Franco limoso	29	0.562(0.006)	21.082(4.565)	0.260(0.043)
Franco arcillo arenoso	3,418	0.432(0.007)	32.627(8.464)	0.303(0.022)
Franco arcilloso	2,883	0.488(0.007)	33.458(7.447)	0.260(0.015)
Franco arcillo limoso	19	0.498(0.007)	69.317(8.127)	0.216(0.006)
Arcillo arenoso	895	0.431(0.008)	45.114(8.563)	0.234(0.028)
Arcilloso	2,928	0.514(0.008)	40.231(31.369)	0.201(0.032)
Total	14,317			

† Valores entre paréntesis expresan la desviación estándar
‡ Antilogaritmo del logaritmo de la media y la desviación estándar

Cuadro 2. Funciones de distribución de los parámetros de la ecuación de Green y Ampt para los suelos de la región lagunera.

Textura	N	φ_e ($cm^3\ cm^{-3}$)	K ($cm\ h^{-1}$)	h_f (cm)
Arenoso	76	0.379(0.011) †	5.420(1.476) ‡	5.247(0.924) ‡
Areno francoso	207	0.370(0.012)	2.716(1.083)	7.280(1.829)
Franco arenoso	1,936	0.363(0.018)	0.721(0.567)	13.215(3.325)
Franco	1,926	0.403(0.022)	0.266(0.117)	18.493(3.455)
Franco limoso	29	0.552(0.017)	0.718(0.353)	14.730(3.212)
Franco arcillo arenoso	3,418	0.308(0.017)	0.151(0.170)	22.519(5.925)
Franco arcilloso	2,883	0.353(0.020)	0.113(0.043)	23.382(5.282)
Franco arcillo limoso	19	0.417(0.024)	0.025(0.008)	48.911(5.791)
Arcillo arenoso	895	0.267(0.012)	0.031(0.021)	31.715(6.098)
Arcilloso	2,928	0.346(0.022)	0.093(0.067)	28.597(22.631)
Total	14,317			

† Valores entre paréntesis expresan la desviación estándar
‡ Antilogaritmo del logaritmo de la media y la desviación estándar

CONCLUSIONES

Las propiedades hidráulicas de los suelos aquí determinadas representan información básica para modelar los flujos de agua, energía y otros elementos a través de los suelos de la región lagunera. Su dispersión y distribución es aun más relevante porque permite describir su naturaleza aleatoria al considerar su variabilidad espacial. Esto abre la posibilidad de aplicar un enfoque de simulación estocástico en la modelación de los procesos para cuantificar y acotar el nivel de incertidumbre inducido por dicha variabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

Arya, L.M. and J.F. Paris. 1981. A physicoempirical model to predict the soil moisture characteristic from particle-size distribution and bulk density data. Soil Sci. Soc. Am. J., 45: 1023-1030.

Bouma, J. 1989. Using soil survey data for quantitative land evaluation. Adv. Soil Sci. 9: 177–213.

Brooks, R.H., and A.T. Corey. 1964. Hydraulic properties of porous media. Hydrology Paper 3. Colorado State Univ., Fort Collins, CO.

Brutsaert, W. 1967. Some methods of calculating unsaturated permeability. Trans. Am. Soc. Agri. Engin. 10: 400-404.

Gupta, S.C., and W.E. Larson. 1979. Estimating soil water retention characteristics from particle size distribution, organic matter percent and bulk density. Water Res. Res. 15: 1633–1635.

Green, W.H., and C.A. Ampt. 1911. Studies on Soil Physics I. The flow of air and water through soils. Journal of Agricultural Science IV (Part I): 1-24.

Haverkamp, R. and J.Y. Parlange. 1986. Predicting the water retention curve from particle-size distribution: 1. Sandy soils without organic matter. Soil Science 142: 325-339.

McCuen, R.H., R.J. Rawls, and D.L. Brakensiek. 1981. Statistical analyses of the Brooks-Corey and the Green-Ampt parameters across soil textures. Water Resour. Res. 17: 1005-1013.

Minasny, B., A.B. McBratney, and K.L. Bristow. 1999. Comparison of different approaches to the development of pedotransfer functions for water retention curves. Geoderma 93: 225–253.

Pachepsky, Y.A., D. Timlin, and G. Varallyay. 1996. Artificial neural networks to estimate soil water retention from easily measurable data. Soil Sci. Soc. Am. J. 60: 727–733.

Rawls, W.J., and D.L. Brakensiek. 1982. Estimating soil water retention from soil properties. J. Irrig. and Drain. Div., ASCE 108: 166–171.

Rawls, W.J., D.L. Brakensiek, and N. Miller. 1983. Green-Ampt infiltration parameters from soils data. J. Hydraul. Eng. ASCE 109:62–70.

SAS Institute Inc. 1999. SAS/STAT User's guide, Version 6, Fourth edition Volume 2.

Schaap, M.G., and F.J. Leij. 1998. Using neural networks to predict soil water retention and soil hydraulic conductivity. Soil Tillage Res. 47: 37–42.

Vereecken, H., J. Maes, J. Feyen, and P. Darius. 1989. Estimating the soil moisture retention characteristic from texture, bulk density and carbon content. Soil Sci. 148: 389–403.

APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA PARA EL DISEÑO DEL RIEGO POR MELGAS EN LA REGIÓN LAGUNERA

Ernesto A. Catalán Valencia, Magdalena Villa Castorena, Ignacio Sánchez Cohen, Marco A. Inzunza Ibarra, Segundo F. Mendoza Moreno[1]

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

INTRODUCCIÓN

La crisis del agua observada en las zonas de riego durante los años recientes urge al establecimiento de técnicas para lograr una mayor tecnificación del riego. El diseño de los sistemas de riego consiste en seleccionar, mediante un análisis hidráulico, las variables que determinan su funcionamiento tales como el gasto, longitud, pendiente, tiempo de aplicación, etc., con el propósito de lograr máxima eficiencia y productividad en el uso del agua. Sin embargo, debido a la complejidad de este análisis, los sistemas de riego rara vez se diseñan, sólo se construyen y operan en base a la experiencia de los usuarios, lo cual es una de las causas principales de los bajos niveles de eficiencia generalmente observados en el riego por gravedad.

Un aspecto clave del análisis hidráulico del riego por gravedad es la determinación de la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Las propiedades y características físicas del suelo que determinan este proceso varían en tiempo y espacio, lo cual complica su medición precisa e induce un considerable nivel de incertidumbre a las tareas de diseñar y operar adecuadamente el riego por gravedad. Para tratar de solventar esto normalmente se asume una función de infiltración representativa de un tipo de suelo caracterizado en base a su granulometría o textura (USDA, 1974; Walker y Scogerboe, 1987). Sin embargo, el uso de una ecuación de infiltración promedio implica la aplicación forzada de un enfoque de análisis determinístico a un proceso esencialmente aleatorio o estocástico.

Los objetivos de este estudio fueron: (1) Desarrollar un esquema para simular estocásticamente el funcionamiento hidráulico del sistema de riego por melgas rectas cerradas, y (2) Aplicar dicho esquema para diseñar de manera eficiente y confiable el riego por melgas para los suelos de la región lagunera. Con este esquema se buscó cuantificar y acotar el nivel de incertidumbre inducido por la variabilidad espacial de la infiltración del agua sobre los índices de eficiencia y el diseño del sistema de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA) del INIFAP, localizado

en el margen derecho del canal principal Sacramento km 6.5 en Gómez Palacio, Durango. La metodología general se basó en el desarrollo de un esquema de simulación estocástica que combina dos técnicas: (1) La simulación como herramienta para diseñar el riego por gravedad, a partir del nivel de eficiencia predicho por un modelo en función de los parámetros y variables que determinan el funcionamiento del sistema de riego y (2) El análisis de incertidumbre con el método de simulación estocástica Monte Carlo para cuantificar, en base a probabilidad, la incertidumbre inducida por la variabilidad espacial de los parámetros de la función de infiltración sobre la eficiencia del sistema de riego y su diseño.

Simulación del riego

Se utilizó el modelo SRFR (Strelkoff, 1990), uno de los modelos hidrodinámicos más completos para simular el riego por gravedad, debido a que permite la ejecución de corridas múltiples por lotes. Los parámetros y variables de entrada requeridos por el modelo son lámina de riego, longitud, pendiente del terreno, coeficiente de rugosidad, gasto, tiempo de riego y los parámetros de la función de infiltración. Las variables de salida son los índices de eficiencia de los cuales se consideraron la eficiencia de aplicación (E_a) y coeficiente de uniformidad (C_u), ambos expresados en por ciento:

$$E_a = 100 \ \frac{Lr\,L}{0.06\,q\,t_r} \qquad (1)$$

$$C_u = 100\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}\left|z_i - z_{med}\right|}{N}\right) \qquad (2)$$

donde Lr = lámina de riego (m), L = longitud (m), q = gasto unitario (l s^{-1} m^{-1}) y t_r = tiempo de riego durante el cual se aplica el gasto (min); z_i = lámina infiltrada en algún sitio i a través de la longitud de riego (m), z_{med} = lámina infiltrada promedio (m) y N es el numero total de sitios considerados.

El esquema de simulación estocástica

La simulación Monte Carlo es una técnica cuantitativa para imitar, mediante modelos matemáticos, el comportamiento aleatorio o probabilístico de sistemas reales. Para aplicar esta técnica se debe primero crear o disponer de un modelo del sistema que se pretende analizar, identificando las variables aleatorias (variables de entrada) que determinan su comportamiento global. Luego se realiza un experimento consistente en: (1) generar muestras aleatorias de valores

de cada una de dichas variables, y (2) registrar el comportamiento del sistema ante los valores generados. Después de repetir el experimento se tendrá un cierto número de observaciones de las variables de salida, mismas que podrán analizarse estadísticamente a partir de sus funciones de distribución para entender mejor el comportamiento del sistema (Rubinstein, 1981). Como requisito de esta técnica se deben conocer previamente las funciones de distribución de cada una de las variables aleatorias de entrada. A diferencia del enfoque tradicional determinístico empleado para simular el riego por gravedad, con el esquema estocástico o aleatorio propuesto se analiza cómo la incertidumbre en las variables aleatorias de entrada al modelo se propaga hacia la incertidumbre en las variables de salida.

Caracterización de la variabilidad espacial de la infiltración

La simulación estocástica del riego requiere caracterizar la variabilidad de los parámetros de infiltración en la escala geográfica tratada. Esto se logró mediante la obtención de las funciones de distribución teórica de cada parámetro. Se utilizó la ecuación de infiltración de Green y Ampt (Green y Ampt, 1911) cuyos parámetros poseen significado físico y pueden estimarse indirectamente de las propiedades hidráulicas del suelo.

Se trabajó la escala geográfica regional, utilizándose una base de datos de los suelos de la región lagunera compuesta por 14,317 registros con datos de las propiedades físicas básicas del suelo determinadas durante 30 años en el laboratorio de análisis de suelos y aguas del CENID RASPA. Para cada uno de estos registros se estimaron indirectamente los parámetros de la ecuación de retención de humedad de agua por el suelo de Brooks y Corey (1964).

Debido a que la función de retención es una determinación poco frecuente, ésta se estimó indirectamente para cada registro de la base de datos utilizando las relaciones funcionales PTF (Pedotransfer functions) propuestas por Rawls y Brakensiek (1982). Primero se estimaron los contenidos de humedad (θ) correspondientes a 10 valores del potencial mátrico del suelo predefinidos (h), a partir de los contenidos de arena, arcilla y materia orgánica del suelo. Posteriormente se utilizaron los valores de θ vs h para obtener los parámetros de la función de retención mediante regresión lineal simple. Las funciones PTF de Rawls y Brakensiek fueron obtenidas con datos de retención medidos en 500 suelos (2,543 horizontes) de 18 estados de la unión americana.

Los registros con los parámetros de la función de infiltración se agruparon por textura o tipo de suelo para obtener funciones de distribución teórica de cada parámetro para cada tipo de suelo presente en la región. Para esto se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov (α=0.05) utilizando el procedimiento UNIVARIATE del SAS (SAS Institute Inc., 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rangos de gastos adecuados para los suelos de la región lagunera

Los Cuadros 1-4 muestran los rangos de gastos unitarios adecuados para el diseño eficiente y confiable del riego por melgas en los suelos con las texturas más contrastantes de la región lagunera: franca arenosa y arcillosa. Los valores comprendidos en cada rango de gastos garantizan una eficiencia de aplicación y uniformidad del riego superior al 80% en un 95% de los casos (95% de probabilidad).

Suelos de textura franco arenosa

Los Cuadros 1 y 2 muestran los rangos de gastos adecuados para los riegos de presiembra y auxilio respectivamente, en suelos con textura franco arenosa. En el Cuadro 1 se puede observar que para el riego de presiembra, los rangos de gastos se estrechan a medida que la longitud aumenta. El límite inferior de los rangos aumenta a razón de 1.0 l s^{-1} m^{-1} por cada 50 m de longitud, mientras que el límite superior se encuentra acotado por el gasto máximo no erosivo en la mayoría de los casos. Este efecto se debe principalmente a la alta conductividad hidráulica de este tipo de suelos, la cual exige gastos mayores a medida que la longitud del terreno aumenta.

Cuadro 1. Rangos de gastos unitarios adecuados para el riego de presiembra en suelos de textura franco arenosa, lámina de riego de 10-14 cm y un coeficiente de rugosidad de 0.02-0.04.

Pendiente	Longitud (m)						
(cm/100m)	50	100	150	200	250	300	350
	Gastos unitarios (l s^{-1} m^{-1})						
0	1.5-12.0	2.5-12.0	3.5-12.0	4.5-12.0	5.5-12.0	6.5-12.0	10-12.0
1	1.5-12.0	2.5-12.0	3.5-12.0	4.5-12.0	5.5-12.0	6.5-12.0	10-12.0
2	1.5-12.0	2.5-12.0	3.5-12.0	4.5-12.0	5.5-12.0	6.0-12.0	
3	1.5-12.0	2.5-12.0	3.5-12.0	4.5-12.0	5.0-12.0		
4	1.5-12.0	2.5-12.0	3.5-12.0	4.5-12.0			
5	1.5-10.0	2.5-10.0	3.5-10				
6	1.5-8.8	2.5-8.8	3.5-8.8				
7	1.5-7.8	2.5-7.8					
8	1.5-7.1	2.0-7.1					
9	1.5-6.5						

Continuando con el riego de presiembra (Cuadro 1), los rangos de gastos se mantienen casi constantes entre el límite inferior y el gasto máximo no erosivo a medida que la pendiente aumenta. Sin embargo, a partir de cierta pendiente la restricción es total, ya que no existen gastos adecuados. La pendiente máxima para que existan gastos adecuados disminuye con la longitud. Esto se debe principalmente a que, en el sistema de riego por melgas cerradas con bordos de contención en el extremo final de la longitud, la eficiencia y uniformidad del riego son

muy sensibles al incremento simultáneo de longitud y pendiente por la acumulación de agua en dicho extremo.

En el Cuadro 2 se muestra que para el riego de auxilio, tanto la pendiente como la longitud ejercen una mayor restricción sobre los rangos de gastos adecuados en relación al riego de presiembra. El límite inferior de estos rangos aumenta con la longitud a razón de 2.5 l s^{-1} m^{-1} por cada 50 m hasta los 150 m y no se tienen gastos adecuados para longitudes mayores a este valor. La pendiente máxima para que existan gastos adecuados disminuye con la longitud en una mayor proporción en relación al riego de presiembra. Estos efectos ocurrieron porque se consideraron láminas de riego menores en relación al riego de presiembra.

Cuadro 2. Rangos de gastos unitarios adecuados para el riego de auxilio en suelos de textura franco arenosa, lámina de riego de 6-10 cm y un coeficiente de rugosidad de 0.04-0.15.

Pendiente	Longitud (m)						
(cm/100m)	50	100	150	200	250	300	350
	Gastos unitarios (l s^{-1} m^{-1})						
0	2.0-12.0	4.5-12.0	6.5-12.0				
1	2.0-12.0	4.5-12.0	6.5-12.0				
2	2.0-12.0	4.5-12.0					
3	2.0-12.0	4.5-12.0					
4	2.0-12.0	4.5-12.0					
5	1.5-10.0	4.0-10.0					
6	1.5-8.8	4.0-8.8					
7	1.5-7.8						

Suelos de textura arcillosa

En los Cuadros 3 y 4 se presentan los rangos de gastos adecuados para los riegos de presiembra y auxilio, respectivamente, en suelos con textura arcillosa. En ambos casos, la restricción ejercida por el incremento de la longitud sobre los rangos de gastos eficientes es mínima debido a la baja conductividad hidráulica de los suelos arcillosos. En cambio, el efecto restrictivo de la pendiente, por sí misma e interactuando con la longitud, sobre los rangos de gastos adecuados se mantiene aún en este tipo de suelos.

Cuadro 3. Rangos de gastos unitarios adecuados para el riego de presiembra en suelos de textura arcillosa, lámina de riego de 12-16 cm y un coeficiente de rugosidad de 0.02-0.04

Pendiente	Longitud (m)						
(cm/100m)	50	100	150	200	250	300	350
	Gastos unitarios (l s^{-1} m^{-1})						
0	0.5-12	0.5-12	0.5-12	1.0-12	1.0-12	1.0-12	1.0-12
1	0.5-12	0.5-12	0.5-12	1.0-12	1.0-12	1.0-12	1.0-12
2	0.5-12	0.5-12	0.5-12	1.0-12	1.0-12	1.0-12	1.0-12

3	0.5-12	0.5-12	0.5-12	1.0-12	1.0-12	1.0-12
4	0.5-12	0.5-12	0.5-12	1.0-12	1.0-12	
5	0.5-10	0.5-10	0.5-10	1.0-10		
6	0.5-8.8	0.5-8.8	0.5-8.8			
7	0.5-7.8	0.5-7.8				

Cuadro 4. Rangos de gastos unitarios adecuados para el riego de auxilio en suelos de textura arcillosa, lámina de riego de 8-12 cm y un coeficiente de rugosidad de 0.04-0.15

Pendiente	Longitud (m)						
(cm/100m)	50	100	150	200	250	300	350
	Gastos unitarios (l s^{-1} m^{-1})						
0	0.5-12.0	1.0-12.0	0.5-12.0	0.5-12	0.5-12	1.0-12	1.0-12
1	0.5-12.0	1.0-12.0	0.5-12.0	0.5-12	0.5-12	1.0-12	1.0-12
2	0.5-12.0	1.0-12.0	0.5-12.0	0.5-12	0.5-12	1.0-12	
3	0.5-12.0	1.0-12.0	0.5-12.0	0.5-12			
4	0.5-12.0	1.0-12.0	0.5-12.0				
5	0.5-10.0	0.5-10.0					
6	0.5-8.8	0.5-8.8					
7	0.5-7.8	0.5-7.8					
8	0.5-7.0						

CONCLUSIONES

Un enfoque estocástico como el aquí planteado para describir el proceso de infiltración en la simulación del riego por gravedad permite cuantificar y acotar el nivel de incertidumbre inducido por la variabilidad espacial de dicho proceso sobre los índices de eficiencia predichos y el diseño de los sistemas de riego.

El esquema de simulación estocástica aquí propuesto puede aplicarse a diversas escalas espaciales como pueden ser a nivel de finca, módulo de riego, distrito de riego o región, caracterizando la variabilidad de los parámetros de infiltración en la escala espacial correspondiente

Los rangos de gastos adecuados presentados como resultados pueden utilizarse como guías para diseñar de manera eficiente y confiable el riego por melgas rectas cerradas en suelos de textura franco arenosa y arcillosa de la región lagunera.

El programa de cómputo desarrollado puede utilizarse directamente como herramienta para diseñar el riego por melgas rectas bajo diversos escenarios y condiciones de interés práctico.

Con modificaciones leves, el programa puede adaptarse para el sistema de riego por surcos. También puede utilizarse para ampliar los resultados tabulares aquí presentados para otros tipos de suelos.

BIBLIOGRAFÍA

Brooks, R.H., and A.T. Corey. 1964. Hydraulic properties of porous media. Hydrology Paper 3. Colorado State Univ., Fort Collins, CO.

Green, W.H., and C.A. Ampt. 1911. Studies on Soil Physics I. The flow of air and water through soils. Journal of Agricultural Science IV (Part I): 1-24.

Rawls, W.J., and D.L. Brakensiek. 1982. Estimating soil water retention from soil properties. J. Irrig. and Drain. Div., ASCE 108: 166–171.

Rubinstein, R.Y. 1981. Simulation and the Monte Carlo method. John Willey and sons Inc.

SAS Institute Inc., 1999. SAS/STAT User's guide, Version 6, Fourth edition Volume 2.

Strelkoff, T. 1990. SRFR: *A* computer program for simulating flow in surface irrigation, furrows-basins and borders. WCL report #17, US Water Conservation Laboratory, Phoenix, AZ.

USDA, 1974. Border irrigation, National Engineering Handbook, Chapter 4, Sect.15. Soil Conservation Service. USDA. Washington D.C.

Walker, W.R. and G.V.Scogerboe. 1987. Surface Irrigation: theory and practice. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. 386p.

RESIDUOS ORGÁNICOS PROCESADOS: ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL SUSTENTABLE

Grande, D.[1]., Losada, H.[1], Cortés, J.[1], Rivera, J.[1], Pérez-Gil, F.[2] y Domínguez, P.[3]

[1] Área de Desarrollo Agropecuario Sustentable. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186. Col. Vicentina, Delegación Iztapalapa, México, D.F. C.P. 04360. Tel. 5804 4600 Ext. 2532. Fax 5804 4930. e-mail: ifig@xanum.uam.mx

[2] Departamento de Nutrición Animal. Instituto Nacional de Nutrición "Salvador Zubirán". Vasco de Quiroga 15 Col. y Delegación Tlalpan. México, D.F., C.P. 14000. Tel. 5573 1200 Ext. 2820. Fax: 5655 1076.

[3] Instituto de Investigaciones Porcinas. Carretera al Guatao. Km. 1. Punta Brava, Ciudad de La Habana, Cuba. C.P. 19200. Tel. (537) 29 91 12. Fax: (537) 24 41 08. e-mail: iip00@ceniai.inf.cu

ANTECEDENTES

Como parte de las actividades del proyecto "Saneamiento Ambiental y producción de alimentos mediante el procesamiento de residuos orgánicos", financiado en un inicio por el Consejo de Estudios para la Restauración y Valoración Ambiental (CONSERVA), de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal y posteriormente por las autoridades de la UAM-Iztapalapa, se construyó en el Campus de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa una Planta para el Procesamiento de Residuos Orgánicos; en el presente trabajo se presentan las principales características del diseño, instalación y operación en que se fundamentó la construcción de dicha planta, la cual está por iniciar su funcionamiento y con la que se pretende mostrar el potencial de los residuos orgánicos procesados para la alimentación animal, en apoyo a una producción animal más sustentable.

PRODUCCIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Los residuos orgánicos representan recursos valiosos con numerosas posibilidades de aprovechamiento. En las zonas urbanas las mayores cantidades de residuos orgánicos se generan en los diversos niveles de la cadena producción-consumo de alimentos por lo que constituyen un componente importante de los residuos sólidos generados en dichas zonas. Según cálculos de las autoridades de las Delegaciones Políticas del Distrito Federal, se estima que en la ciudad de México se generan diariamente 12,000 toneladas de desperdicios provenientes de la recolecta domiciliaria, industrial y del acopio y distribución de alimentos, de las cuales aproximadamente el 53 % corresponde a residuos o desechos orgánicos. Por otra parte, el manejo y disposición de los residuos orgánicos es una actividad laboriosa y de costos elevados, sin que en muchos de los casos se obtengan beneficios para quienes realizan dichas

actividades, lo que justificaría la búsqueda de alternativas para su mejor aprovechamiento y disposición.

Por otra parte, el procesamiento y uso de residuos orgánicos procesados en la alimentación animal es una actividad todavía poco valorada, estudiada y promovida en México, a pesar de que representa una importante alternativa para la producción de alimentos de origen animal, como se ha demostrado en otros países (Figueroa, 1989; Heseker *et al*., 1996); además de que el procesamiento de residuos puede contribuir a elevar el ingreso y ocupación de los productores pecuarios, ofrece la posibilidad de obtener proteína de buena calidad, mediante la utilización de materiales no convencionales de bajo o ningún costo y con una elevada disponibilidad.

Finalmente, procesar y utilizar residuos orgánicos tendría todavía una razón prioritaria para las ciudades en este momento: contribuir a la disminución de la contaminación del medio ambiente. Por esta vía, se evitarían fermentaciones con la consecuente producción de metano que se retiene en la atmósfera y que afecta a la población del área metropolitana. Por otro lado, el reciclaje de los desechos hacia la alimentación animal, contribuiría a limitar el uso de rellenos sanitarios como forma de disposición final de la basura, el cual es el principal método utilizado actualmente, que además, en el mediano y largo plazo tiene un alcance limitado e incluso puede contaminar el subsuelo, y por tanto, los mantos freáticos.

GENERALIDADES SOBRE EL PROCESAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Para utilizar residuos orgánicos en la alimentación animal existen diferentes alternativas; algunas de las más promisorias requieren el tratamiento o procesamiento de los residuos orgánicos a diferentes escalas y mediante diversos métodos, antes de suministrarse a los animales; dichos métodos se pueden aplicar a desechos o residuos de muy diferente origen como por ejemplo desechos de rastro, subproductos de origen animal y desechos de pescado (Falla, 1994; Mendizábal, 1994; Parín y Zugarramurdi, 1994). En el caso de México, se considera que el método en el que se utiliza una elevada temperatura y presión es una alternativa viable para procesar los residuos destinados a la alimentación de los animales, por lo que la propuesta para el diseño, construcción y operación de la Planta de Procesamiento instalada y que se describe en el presente documento se basa en dicho enfoque.

CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UNA PLANTA PARA EL PROCESAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Para procesar y reciclar los residuos orgánicos en la alimentación animal, la planta instalada se basó en una tecnología de reciclaje utilizada en Cuba. En ésta tecnología, aplicada en ése país desde finales de la década de los sesentas, en un principio se utilizaron los desperdicios de cocina procesados para la alimentación de cerdos. Con este fin, se construyeron en la isla más de treinta plantas procesadoras distribuidas en su territorio, que en 1989 produjeron 1 200 000 ton de pienso líquido para la ceba de más de un millón de cerdos (Figueroa, 1989).

La labor de investigación en Cuba ha demostrado que el procesamiento de desperdicios alimentarios y orgánicos ofrece importantes beneficios económicos cuando se transforman en alimento para el ganado, contribuyendo eficazmente a reducir la contaminación ambiental.

El corazón de la tecnología de procesamiento es un Destructor Termo Mecánico (DTM), el cual tiene la función de triturar, esterilizar e incluso secar las materias primas a elaborar. La tecnología de procesamiento de residuos orgánicos es muy sencilla: la materia prima se carga en el destructor en proporciones adecuadas y se somete a un proceso de trituración, cocción y esterilización a temperaturas y presión elevadas, e incluso su secado, según el producto final de interés. Por lo tanto, se puede obtener un producto en forma pasta, el cual se puede almacenar en depósitos hasta su utilización final, y también se puede producir harina, la cual se envasa en sacos y se puede almacenar durante varios días o semanas hasta su uso final.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL DESTRUCTOR TERMOMECÁNICO (DTM)

El Destructor Termomecánico (DTM) o Reactor Termomecánico (RTM) es el corazón de la planta de procesamiento de residuos orgánicos, es un equipo compacto, de fácil instalación, eficiencia térmica y larga vida útil, el cual tritura, esteriliza y seca las materias primas. El equipo tiene una capacidad de 1.5 toneladas y funciona con vapor inyectado en una camisa interna y en un agitador dentro del aparato; realiza la separación automática de materias extrañas, está dotado de gran superficie de calentamiento y no requiere de la trituración previa de la materia prima. El equipo funciona a una presión de trabajo de 4 kg/cm^2.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PROPUESTA DE PROCESAMIENTO

El esquema general para el procesamiento de los residuos orgánicos en la planta piloto instalada consiste en la recolecta, trituración, homogeneización y esterilización a alta temperatura y presión de los residuos orgánicos en el equipo de tecnología cubana, con el objetivo de producir alimento para diversos animales domésticos como cerdos, bovinos e incluso peces.

La materia prima que se puede procesar en el equipo incluye una gran diversidad de residuos orgánicos, entre los que se pueden mencionar desechos de comida, desperdicios agrícolas, residuos de rastros, desechos de pescado, e incluso cadáveres de animales generados durante los procesos productivos de las granjas.

La temperatura de cocción de los desperdicios depende de las legislaciones higiénico-sanitarias vigentes en cada país. En Cuba fluctúan entre 121º C con un tiempo de procesamiento de 15 minutos para desperdicios de cocina y agroindustriales, o de 130º C con tiempo de procesamiento de 30 minutos para desechos de rastro y cadáveres de animales.

La Planta de Procesamiento de residuos se construyó en las instalaciones de la Unidad Iztapalapa de la UAM. El sitio seleccionado reúne las características idóneas para la construcción y operación de una planta de las características señaladas, tales como independencia, facilidad de acceso, así como la disponibilidad de infraestructura y servicios básicos (luz, agua y drenaje).

Con base en los productos iniciales utilizados, los productos finales que se obtendrán pueden ser pienso líquido, pasta proteica, harina de carne y hueso, harina de pescado o harina de salcocho o escamocha, los cuales representan recursos valiosos para la alimentación de diversos animales domésticos. En la Figura 1 se presenta un diagrama del procesamiento de residuos orgánicos en la planta instalada.

EQUIPAMIENTO BÁSICO DE LA PLANTA DE PROCESAMIENTO

El equipamiento básico de la planta instalada es el siguiente:

No	Equipo	Descripción
1	Reactor DTM-1500	Peso de 3,2 ton. Calentamiento con vapor a 4 Bar, potencia 11 Kw
2	Caldera	400-500 Kg Vapor/h, 10 Bar
3	Ciclón separador	Diámetro 800 mm
4	Condensador de vapor	Superficie de enfriamiento de 40-50 m^2
5	Colector de condensado	1-2 m^3

CONCLUSIONES

Un primer aspecto de la construcción e instalación de la planta es demostrar la factibilidad técnica y económica del procesamiento de residuos orgánicos, así como las posibilidades de su incorporación a un proceso industrial bajo las condiciones de México.

Adicionalmente se espera producir alimento para animales a precios bajos, con lo que se pretende demostrar que el procesamiento representa una alternativa que puede contribuir al abaratamiento del costo de producción del alimento para animales

Por otra parte, se pretende demostrar que el procesamiento de residuos puede ser una alternativa para elevar el ingreso y ocupación de los productores pecuarios, así como obtener proteína de buena calidad a partir de desechos procesados, para su incorporación en la dieta de la población.

Finalmente, y no menos importante, es el beneficio ecológico derivado de incorporar a un proceso de reciclamiento, materiales cuyo manejo y disposición final son costosos, además de que ordinariamente se desperdician e incluso provocan problemas de contaminación ambiental. Se pretende mostrar que procesar y utilizar residuos orgánicos contribuye a la disminución de la contaminación del medio en las ciudades, al limitar el uso de rellenos sanitarios como forma de disposición final de la basura, el cual es el principal método actualmente utilizado, que además, en el mediano y largo plazo tiene un alcance limitado.

BIBLIOGRAFÍA

Falla, L. 1994. Desechos de matadero como alimento animal en Colombia. Memoria del Taller Regional sobre Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal. Instituto de Investigaciones Porcinas y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. La Habana, Cuba, 5-8 de septiembre de 1994.

Figueroa, V. 1989. Nonconventional feeding for pigs in Cuba. Pig News and Inf. 10:(1):29-33.

Heseker A., Beckhausen W.S., Flachowsky G. and Kamphues J. 1996. Food wastes –a new component in pig feeding as a challenge for the mixed feed manufacturing industry. Proceedings of the Workshop, Unconventional Feedstufss, held in the Bundesforschungsanstalt fur Landwirtschaft, Braunscheweig-Volkentçrode, 10-11th April 1996., Lanbauforschung-Volkerode-Sonderheft. 1996, No. 169, p. 377.

Mendizábal, F. 1994. Procesos de deshidratación y/o hidrólisis de los subproductos de origen animal. Memoria del Taller Regional sobre Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal. Instituto de Investigaciones Porcinas y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. La Habana, Cuba, 5-8 de septiembre de 1994.

Parín, M. y Zugarramurdi, A. 1994. Aspectos económicos del procesamiento y uso de ensilado de pescado. Memoria del Taller Regional sobre Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal. Instituto de Investigaciones Porcinas y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. La Habana, Cuba, 5-8 de septiembre de 1994.

MANEJO INTEGRADO DE PRACTICAS CULTURALES PARA EFICIENTAR EL USO DE AGUA EN MAÍZ FORRAJERO.*

[1]Rodolfo Faz Conteras, Gregorio Nuñez Hernández y Juan Guillermo Martinez

[1]Investigadores del Campo Experimental de la Laguna INIFAP Matamoros Coah.
E´mail faz.rodolfo@inifap.gob.mx *Proyecto financiado por Fundación Produce Región Lagunera

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas del país, la mayor limitante de la producción agrícola es la disponibilidad de agua para riego. En estas áreas el agua se obtiene del subsuelo ó de la captación del agua de lluvia en presas de almacenamiento. De estas fuentes, la más segura es la del subsuelo, por lo que la producción agrícola se apoya en ella. Esta condición ha desequilibrado la estabilidad del acuífero, debido a que la extracción, es superior a la recarga natural, ocasionando que los niveles de bombeo lleguen a una profundidad considerable a través del tiempo. Por lo tanto se incrementan los costos de extracción, con referencia al concepto del incremento de potencia de los equipos de bombeo y el consumo de energía para operarlos.

En la actualidad la Comarca Lagunera es la principal cuenca lechera del país. Por lo cual la actividad agrícola se ha enfocado a la producción de forrajes, ocupando en la actualidad el 62 % de la superficie de siembra, con lo que se utiliza el 74 % del volumen de agua total extraída del subsuelo, (SAGAR, 1999). La superficie que se siembra con agua de bombeo, ha contribuido a incrementar la profundidad del nivel freático a razón de 1.75 m., por año, con lo que se elevan los costos de extracción, afectando la economía de los productores.

En el verano del 2000 había un total de 103,018 hectareas sembradas, de las cuales 59,047 (57.32 %) fueron con agua de bombeo, y de estas 45,874 fueron con forrajes (77.69 %) de acuerdo a estadisticas de SAGAR 1999. El cultivo del maíz en riego con agua de bombeo ocupó un superficie de 15,140 has.

Para hacer un uso eficiente del agua se requiere entender la dinámica Agua-Suelo-Planta. En la región es conocido que para una producción optima del cultivo del maíz se requiere de la aplicación de 4 riegos de auxilio Faz *et. al.* (1999) con lo que es factible obtener 2.91 Kg. de forraje seco por metro cubico de agua aplicado.

Algunas estrategias que pueden desarrollarse para incrementar la eficiencia de uso de agua en el cultivo del maíz son las siguientes: La utilización de híbridos de maíz precoces para llegar a cosecha en un menor tiempo y disminuir el número de riegos de auxilio, Evaluar siembras en seco que permite utilizar el agua de riego a partir de la siembra. Utilizar sistemas de riego por goteo subsuperficial, con el que se incrementa la eficiencia de aplicación lográndose ahorros de 20 a 30 % del agua de riego. Por lo anterior en el presente trabajo se plantea como objetivo generar información para reducir la lamina de agua que se aplica al cultivo del maíz en la región.

ANTECEDENTES

Para hacer un uso eficiente del agua se requiere entender la dinámica Agua-Suelo-Planta. En la región es conocido que para una producción optima del cultivo del maíz se requiere de la aplicación de un riego de siembra más 4 riegos de auxilio Faz *et. al.* (1999) con lo que es factible obtener 2.91 Kg. de forraje seco por metro cubico de agua aplicado.

Algunas estrategias que pueden desarrollarse para incrementar la eficiencia de uso de agua en el cultivo del maíz son las siguientes: La utilización de híbridos de maíz precoces para llegar a cosecha en un menor tiempo y disminuir el número de riegos, Evaluar siembras en seco que permite utilizar el agua de riego a partir de la siembra. Utilizar sistemas de riego por goteo subsuperficial, con el que se incrementa la eficiencia de aplicación lográndose ahorros de 20 a 30 % del agua de riego.

La utilización de híbridos de maíz de ciclo más corto, reducen los requerimientos de riego al permitir la cosecha en menos tiempo, por lo que en algunas regiones de USA se esta popularizando su uso, Tolk et. al. (1998) y Howell *et. al.* (1998). Al comparar un híbrido de con uno de ciclo tardío se obtuvo una diferencia de consumo de agua de 13 cm en un período de 12 días de diferencia Howell *et. al.* (1998). En este mismo estudio el rendimiento fue superior en el híbrido de ciclo largo, aunque la eficiencia de transformación de agua a materia seca fue la misma, 3.02 Kg./m^3 .

El utilizar siembras en seco permite aprovechar el agua desde el mismo momento en que se aplica el riego de establecimiento ya que en maíz tradicionalmente las siembras se realizan en húmedo, la siembra en seco tiene algunos inconvenientes, como son; La invasión de malezas, y la capa dura que se forma en la superficie del suelo cuando estos son de origen arcilloso. En maíz la

emergencia es afectada en primer lugar por la temperatura seguida por el contenido de humedad y las condiciones físicas del terreno, Schneider y Gupta (1985), en la región en las fechas normales de siembra del maíz la mayor limitante son las malezas y las condiciones físicas del terreno, pero en la actualidad existen métodos químicos de control de malezas, y el aspecto físico se atenúa con siembras poco profundas que de acuerdo con Gupta (1988) pueden ser de 2.5 cm ó menos.

Una tecnología que puede innovar la manera de aplicar el agua a los cultivos es el riego por goteo subsuperficial, en la región se ha demostrado que en riego por goteo superficial se han logrado ahorros de 30 % en el volumen de agua utilizado, (villarreal y Moreno, 1970) además de los ahorros en este sistema no se presentan condiciones anaeróbicas (Rubio y Villarreal, 1971), condiciones que favorecen el desarrollo de enfermedades, e inhiben el funcionamiento de la raíz Grattan (1997), aunque cave mencionar que cuando el sistema de riego por goteo no se instala de manera adecuada muchas de sus características desaparecen, (Aguirre y Chairez, 1974).

El riego por cintilla, distribuye el agua con alta precisión y ayuda a controlar pérdidas por percolación profunda, Fulton et. al. (1991) y al enterrar los laterales se reduce la superficie evaporativa disminuyendo las perdidas por este concepto, Snyder, et. al. (1989). Litte, (1993) reporta que de un total de 58 sistemas evaluados la eficiencia de distribución de agua varió entre 55 y 82 % por manejo inadecuado de los sistemas por parte del productor ó mal diseño. Hanson et. al. (1995) mencionan que algunas veces se produce más en riego por cintilla y en otras en riego por superficie lo que si fue consistente fue el ahorro de agua en riego por goteo.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Se estableció un experimento para comparar el consumo de agua de un genotipo de ciclo corto contra un de ciclo intermedio, bajo dos sistemas de siembra y de riego. Este es el primer año de trabajo de tres programados para incrementar la posibilidad de evaluar los tratamientos en un año con temperaturas y sequía extremos. La cosecha se realizó cuando el grano alcanzó la etapa de madurez conocida como un tercio de la línea de leche.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en Bloques al Azar con cuatro repeticiones en un arreglo de parcelas divididas, donde la parcela mayor fue el factor cultivo y la parecela menor el nivel de riego, la unidad experimental fue de 150 m^2, la parcela útil de 24.3 m^2.

T1 Siembra en seco híbrido ciclo corto 2 auxilios (40, 60 dds)
T2 Siembra en húmedo híbrido ciclo corto 3 auxilios (35, 52 y 69 dds)
T3 Siembra en húmedo híbrido ciclo corto 4 auxilios (35, 52 69 y 84 dds)
T4 Siembra con riego subsuperficial ciclo corto (0.7 E_0)
T5 Siembra en seco híbrido ciclo intermedio 2 auxilios (40, 60 dds)
T6 Siembra en húmedo híbrido ciclo intermedio 3 auxilios (35, 52 y 69 dds)
T7 Siembra en húmedo híbrido ciclo intermedio 4 auxilios (35, 52 69 y 84 dds)
T8 Siembra con riego subsuperficial ciclo intermedio (0.7 E_0)

Para controlar el volumen de agua aplicado se utilizó un medidor de flujo tipo "Parshall". La información climática se obtuvo de la estación metereólogica del campo experimental ubicada a 20 metros del sitio experimental. En el caso de la cintilla se evaluaron varios emisores para conocer el volumen por hora, la cintilla se enterró entre 35 y 40 cm de profundidad.

A la cosecha se evaluó la producción de forraje verde y seco y se tomaron muestras para realizar el análisis bromatológico para definir el efecto de los tratamientos de riego sobre la calidad nutritiva del forraje que se obtenido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la fenología del cultivo el híbrido de ciclo más corto alcanzó menor altura en comparación con el híbrido de ciclo más largo, estas diferencias se mostraron tanto en la altura de la planta como de la mazorca. El número de hojas verdes que poseía cada híbrido al momento de la cosecha estadísticamente fue similar, lo que indica que no hay un efecto de los tratamientos a que se sequen las hojas al manejar menor volumen de agua (cuadro 1).

No se encontraron diferencias significativas en producción de forraje verde y seco entre híbridos, las diferencias en rendimiento se manifestaron en los tratamientos de riego, donde los rendimientos más altos se obtuvieron en el testigo, seguido por el tratamiento donde se aplicó un riego menos y el de cintilla. El rendimiento mas bajo se registró en el tratamiento donde se sembró en seco y se aplicaron solo dos riegos de auxilio, indicando con esto que no fue posible ahorrar agua de riego al sembrar en seco (Cuadro 2).

De acuerdo a esta información se puede decir que en este ciclo de estudio es factible obtener un buen rendimiento al aplicar tres riegos de auxilio sin afectar el rendimiento aunque sería prudente evaluar este comportamiento por más ciclos.

CUADRO 1 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE MAÍZ EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CELALA-INIFAP 2001

Tratamiento	Altura de Planta	Altura de mazorca	N° hojas verdes	N° hojas secas.
Híbrido de ciclo corto	2.14 b	0.86 b	9.42 a	5.95 a
Híbrido de ciclo intermedio	2.50 a	1.19 a	9.11 a	7.62 a
Testigo (4 riegos de aux.)	2.38 a	1.05 ab	10.17 a	5.52 a
3 riegos de aux	2.39 a	1.15 a	8.63 a	7.50 a
SS + 2 aux	2.26 ab	0.91 bc	9.30 a	7.07 a
Cintilla (riego por goteo)	2.24 b	0.98 bc	8.97 a	7.05 a

CUADRO 2 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE MAÍZ EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CELALA-INIFAP 2001

Tratamiento	FV (ton/ha)	MS (%)	FS (ton/ha)
Ciclo corto	53.22 a	31.57 a	16.82 a
Ciclo inter	47.29 a	34.44 a	16.13 a
Testigo	60.49 a	31.20 a	18.78 a
3 riegos de Aux	50.44 b	34.40 a	17.30 ab
SS + 2 Aux	42.35 c	34.80 a	14.71 c
Cintilla	47.76 bc	31.60 a	15.11 bc

Otro aspecto importante en la producción de forraje es su contenido de grano, al respecto se hizo una evaluación de la producción de mazorca, para relacionarlo con el contenido de grano del forraje producido, en el Cuadro 3 se presentan los datos de producción de mazorca, se observa que el híbrido de ciclo corto superó al de ciclo intermedio en producción de mazorca tanto en base a peso fresco como en base a peso seco, sin embargo no se reflejó de manera significativa en el porcentaje de mazorca del forraje a un nivel de $P \leq 0.05$, la diferencia fue significativa as un nivel de $P \leq 0.09$.

En el aspecto de los tratamientos de riego los rendimientos más bajos se presentaron en el tratamiento sembrado en seco, el resto de los tratamientos aunque numéricamente difieren, estadísticamente son similares

CUADRO 3 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE MAÍZ EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CELALA-INIFAP 2001

Tratamiento	MAZF	MSZ	MAZS	PMAZ
Ciclo corto	16.24 a	51.45 a	8.40 a	49.67 a
Ciclo inter	13.34 b	51.43 a	6.94 b	42.93 a
Testigo	17.32 a	52.60 a	9.11 a	48.54 a

3 riegos de Aux	15.83 a	54.20 a	8.56 a	49.98 a
SS + 2 Aux	11.41 b	46.52 b	5.35 b	36.11 b
Cintilla	14.59 a	52.40 a	7.65 a	50.74 a

CONCLUSIONES

El rendimiento de forraje verde y seco estadísticamente fue similar entre genotipos, pero diferentes entre tratamientos de riego, los rendimientos más altos se obtuvieron en el testigo, tanto para forraje verde como para forraje seco, seguido por el tratamiento donde se disminuyó un riego de auxilio y por el de la cintilla. El menor rendimiento se registró en el tratamiento donde se sembró en seco y se aplicaron solo dos riegos de auxilio.

En producción de mazorca, el híbrido de ciclo corto superó estadísticamente al de ciclo intermedio, aunque esto no se reflejó de manera significativa en el porcentaje de mazorca del forraje a un nivel de $P \leq 0.05$, la diferencia fue significativa as un nivel de $P \leq 0.09$.

En el aspecto de los tratamientos de riego los rendimientos más bajos se presentaron en el tratamiento sembrado en seco, el resto de los tratamientos aunque numéricamente difieren, estadísticamente son similares

BIBLIOGRAFÍA.

Aguirre, L. O. Y P. Chairez G. 1974 Bulbos de humedecimiento bajo riego por goteo. Inf. de Inv. Programa de suelos CIANE-INIA-SAG.

Faz, C. R., G. Nuñez H., Y F. E. Conteras G. 1999 Manejo de riegos en la producción de maíz forrajero. En componentes tecnológicos para la producción de ensilados de maíz y sorgo INIFAP-CIRNOC CELALA.

Fulton, A. E. , J. D. Oester, B. R. C. J. Phene and D. A. Goldhamer 1991 Reducing drainwater: Forrow vs. subsurface drip irrigation. California Agr. Vol. 45 Nº 2. pp 4-6.

Grattan, S. R. 1997 Controlling phitophtora root rot. In: Drip irrigation for row crops University of California Davis Publication 3376.

Gupta, S.C. , E. C. Schneider, and J. B. Swan 1988 Planting depth and tillage interactions on corn emergence. Soil Sci. Soc. Am. J. 52:1122-1127.

Hanson, B., A. Fulton, W. Bendix, and D. May 1995 Drip irrigation of row crops: An overview Irrigation Jurnal April 1995.

Howell, T.A., J. A. Tolk, A.D. Schneider, and S. R. Evett 1998 Evapotranspiration, yield, and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity. Agron. J. 90:3-9.

Litte, G. E. Hills D. J. And B. R. Hanson 1993 Uniformity in pressurized irrigation systems depends on design, installation. California Agr. Vol Nº 3 pp 18-21.

Tolk, A.D., T. A. Howell, and S. R. Evett 1998 Evapotranspiration and yield of corn grown on three high plains soils. Agron. J. 90:447-454.

SAGAR, 1999 Resumen de actividades económicas en la Comarca Lagunera, Delegación en la Región Lagunera. Publicación especial del Siglo de Torreón Enero de 2000.

Schneider, E.C. and S. C. Gupta 1985 Corn emergence as influenced by soil temperature, matric potential, and aggregate size distribution. Soil Sci. Soc. Am J. 49:415-422.

Snayder, R. L., S. R. Grattan, And L. J. Schwanki 1989 Drough tips for vegetable and field crop production. University of California Leaflet 21466 pp 24.

OPTIMIZACIÓN DEL USO DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE ENSILADOS DE SORGO.

[1]Rodolfo Faz Conteras Gregorio Nuñez Hernández y Juan Guillermo Martinez

[1]Investigadores del Campo Experimental de la Laguna INIFAP Matamoros Coah.
E´mail faz.rodolfo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad del agua en la región es un problema por razones geográficas, por lo que la producción de los cultivos, está basada en la disponibilidad de agua almacenada en las presas y del agua extraída del subsuelo, en años cuando el volumen de agua almacenados en las presas es bajo el problema se acentúa, y por otro lado el manto freatico que se abate año con año ha resultando en un incremento en los costos de energía usada para su extracción.

Con la situación anterior es de importancia buscar nuevas alternativas ó mejorar las ya existentes para sostener la producción lechera regional que es de gran importancia para la región y para el país.

El sorgo se ubica entre los cultivos que hacen un uso más eficiente del agua que se les aplica, en comparación con otros cultivos, además existe información que dentro de especies se presenta variabilidad en la respuesta al uso de agua, por lo que resulta de interés profundizar en estos aspectos para mejorar el uso de agua regional.

En el presente trabajo se planteo como objetivo determinar, cual es el comportamiento del cultivo del sorgo cuando se le aplican dos o tres riegos de auxilio en su etapa de desarrollo. En este cultivo existe poca información acerca de sus necesidades hídricas en la región, por lo que resulta de interés generar información al respecto, también es cierto que en la etapa final el cultivo esta acumulando fotosintatos en el grano, y se debe considerar que la relación uso de agua y producción de materia seca es lineal.

El cultivo del sorgo ha resultado dentro del patrón de cultivos forrajeros regional como uno de los más eficientes en el uso del agua, con producciones de 2.88 kilogramos de materia seca total por metro cubico de agua aplicada, en un solo corte y producciones de 1.89 kilogramos de materia seca total por metro cubico de agua aplicada, en dos cortes.

ANTECEDENTES

El cultivo del sorgo es conocido por sus características fisiológicas que lo identifican como un cultivo que se adapta a condiciones adversas de humedad. Sin embargo en la región a pesar de tener problemas con la disponibilidad de agua, no se han generado suficientes trabajos enfocados a conocer los requerimientos hídricos de este cultivo. Por lo que en la actualidad no se tiene un calendario de riegos para este cultivo. Sin embargo dadas las características tan similares con el cultivo del maíz, cultivo que en la región se ha identificado como de los de mayor eficiencia para el uso del agua Farias *et. al.* (1983), el sorgo puede ser probado bajo el calendario de riegos generado para maíz con el que se han logrado los mejores rendimientos de grano, Faz y Reta (1990).

Aunque la información acerca del comportamiento del sorgo a la aplicación del riego es escasa, en la región se han hecho evaluaciones con sorgos productores de grano que dan una idea del comportamiento del cultivo en la región, Carrillo (1991, 1991a y 1992) reporta rendimientos de grano superiores a 9 ton./ha. Aplicando un riego de siembra y cuatro de auxilio en siembras de primavera, y tres riegos de auxilio en siembras de verano, también menciona que el rendimiento se incrementa en cierta proporción a ciclos de cultivares mas prolongados, considerando el mismo numero de riegos de auxilio.

En producción de forraje seco se han logrado obtener 13.49 ton/ha. en un período de 102 días aplicando un riego de aniego y tres auxilios Farías (1978), también se le ha comparado con el resto de los cultivos forrajeros mas utilizados en la región, y ha resultado ser de los cultivos mas eficientes en el uso del agua, con producciones de 2.88 kg. de materia seca total por metro cubico de agua aplicado, Farías *et.al.* (1993).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para lograr los objetivos del presente trabajo, se establecieron dos experimentos en el Campo Experimental de la Laguna, la siembra se realizó en húmedo el 28 y el 17 de Abril en 1997 y 1998 respectivamente, aplicando una dosis de fertilización a la siembra, de 120 unidades de Nitrógeno más 80 de Fósforo y posteriormente se aplicaron 40 unidades más de Nitrógeno antes del primer riego de auxilio. Los tratamientos estudiados fueron: dos calendarios de riego; C1 (tres riegos de auxilio) y C2 (dos riegos de auxilio), en 1997 y en el siguiente año se estudiaron también dos calendarios de riego, incluyendo un riego más, en ambos calendarios y 4 híbridos de sorgo; Nervadura Café (NC), Marfil, CB-111 y Beefbuilder (BEEF).

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en Bloques al Azar en cuatro repeticiones, en un arreglo de parcelas divididas, la parcela mayor (calendarios de riego) fue de 24 surcos espaciados a 0.80 m por 10 m de largo, y la parcela menor (variedades) fue de 6 surcos, y la parcela útil de 16.80 m^2.

Las variables medidas fueron: La producción de forraje verde (FV) y seco (FS), en la etapa de desarrollo correspondiente a grano masoso. Se pesó el forraje total en verde y se tomó una muestra de 4 tallos en 1997 y 5 en 1998 para secarse en la estufa y determinar el porcentaje de materia seca y estimar la producción de forraje seco.

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 como la relación entre producción de forraje seco y los metros cúbicos de agua evapotranspirada durante el ciclo.

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.

Los datos Físicos y de fertilidad del suelo en el sitio experimental indican un nivel de Nitrógeno y Fósforo aceptable, pobre en materia orgánica, y rico en Potasio, un PH fuertemente alcalino característico de la región, la Conductividad Eléctrica (CE) indica un suelo sin problemas de salinidad, y la textura es franco arcilloso en el sitio 1 y arcilloso en el sitio 2.

Evaluación del rendimiento. Algunas variables importantes en el rendimiento del sorgo se presentan en el Cuadro 1, las diferencias que se encontraron están relacionadas con el genotipo. Los datos de población en 1997 fueron diferentes por efecto de humedad, este año fue más húmedo que 1998 lo que favoreció un mayor establecimiento de hijuelos, dentro de variedades se observa que los sorgos de grano por tener una menor altura favoreció un mayor numero de tallos por planta, por el contrario cuando el genotipo desarrolló una mayor altura disminuyó el numero de tallos por unidad de superficie, y se incrementó el acame de tallos.

CUADRO 1.- Datos de alturas, rendimiento de forraje en verde y en seco, en el cultivo del sorgo ciclos de primavera.1997 y 1998 CELALA-INIFAP.

Trat.	Población (pl/ha)		Alturas (cm)		Acame (miles)	
	1997	**1998**	**1997**	**1998**	**1997**	**1998**
C1	239 a	195	2.15	2.17	8.05	26.7
C2	212 b	231	2.13	1.76	7.34	15.1
NC	173 c	132 c	2.44 b	2.25 b	11.35 b	20.50 a
CB-111	264 b	253 b	1.91 c	1.74 c	0.00 c	0.00 c
MAR	322 a	323 a	1.53 d	1.29 d	0.00 c	0.00 c
BEEF	143 d	143 c	2.69 a	2.58 a	19.44 a	63.30 b
CV	8.44	11.27	6.24	7.81	97.22	86.93
CAL	**	NS	NS	NS	NS	NS
VAR	**	**	**	**	**	**

En el Cuadro 2 se observa que los calendarios de riego no afectaron significativamente los porcentajes de materia seca (MS) durante los dos años de estudio, dentro de variedades en los dos ciclos se presentaron diferencias significativas estadísticamente. Los materiales de sorgo grano (CB - 111 y Marfil) presentaron valores más altos de materia seca al momento de la cosecha, que se realizó cuando el cultivo llegó a la etapa de desarrollo de grano masoso,

La producción de forraje verde fue afectada por los calendarios de riego de manera significativa en 1997, pero no en 1998. Aunque las diferencias de las medias son grandes estas fueron significativas solo a un nivel de $p \leq 7$ %. Dentro de variedades las diferencias se presentaron solamente en 1998, en 1997 solo a un nivel de $p \leq 7$ %, en este concepto de producción de forraje verde se observa que la producción disminuye al aplicar un riego menos, así como con el material que se utilice, el mayor rendimiento lo tuvieron los materiales identificados como forrajeros principalmente por su mayor altura, al tener tallos mas grandes, que es donde se almacena una gran cantidad de agua, esto se observó en los dos años de estudio.

El rendimiento de forraje seco se afectó de manera significativa por los calendarios de riego estudiados, el mayor rendimiento se obtuvo al aplicar un mayor número de riegos (C1). En 1997 el rendimiento se redujo en un 14.85 % y en 1998 un 26.02 % con la aplicación de un riego menos. Dentro de variedades no se presentaron diferencias significativas en 1997, pero en 1998 las diferencias fueron altamente significativas, el mejor rendimiento lo obtuvo la variedad Beefbuilder y el menor la variedad de Nervadura Café (NC).

Las diferencias entre variedades en el ciclo de 1998 se atribuyen a que fue un año con menos precipitación respecto a 1997, así como al tipo de terreno donde se desarrollo el trabajo con menor velocidad de infiltración, después de aplicar el riego la humedad bajaba solo 50 cm en promedio en el sitio 2 mientras que en el sitio 1 después de un riego la humedad alcanzaba hasta más de 70 cm, aplicando laminas similares, por lo que se puede decir que de las variedades probadas NC fue la mas sensible a los factores mencionados reduciendo su rendimiento de manera significativa.

CUADRO 2.- Datos de alturas, rendimiento de forraje en verde y en seco, en el cultivo del sorgo ciclos de primavera.1997 y 1998 CELALA-INIFAP.

Trat.	(%) Materia seca		Forraje verde		Forraje seco	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
C1	32.55	30.43	56.27 a	56.83	18.17 a	17.14 a
C2	33.03	29.12	47.69 b	44.02	15.47 b	12.68 b
NC	28.33 b	23.12 c	56.41	53.82 a	15.89	12.51 b
CB-111	38.29 a	32.37 ab	44.85	47.79 b	17.16	15.77 a
MAR	35.13 a	35.12 a	47.76	43.09 b	16.78	14.91 a
BEEF	29.41 b	25.50 b	58.89	56.99 a	17.45	16.45 a
CV	9.28	15.23	10.22	10.00	15.15	14.94
CAL	NS	NS	**	NS	**	*
VAR	*	**	NS	**	NS	**

Otro aspecto de interés que se estudió en el presente trabajo lo es lo referente a la producción de panoja y el porcentaje de panoja del forraje, los datos se presentan en el Cuadro 3. En el ciclo de 1997 se encontraron diferencias significativas dentro de calendarios de riego, y dentro de variedades en los dos ciclos.

CUADRO 3 Datos de población, rendimiento de panoja en seco, y porcentaje de panoja, en el cultivo del sorgo ciclos de primavera.1997 y 1998 CELALA-INIFAP.

	Población /ha (miles)		Producción de Panoja ton/ha		Porcentaje de Panoja del forraje	
Trat	1997	1998	1997	1998	1997	1998
C1	239 a	195	5.11 a	3.88	28.44	23.00
C2	212 b	231	4.11 b	2.28	27.18	16.85
NC	173 c	132 c	3.85 c	2.73 b	24.64 c	21.84 b
CB-111	264 b	253 b	6.58 a	4.11 a	39.21 a	26.13 ab
MAR	322 a	323 a	5.27 b	3.99 a	31.79 b	26.77 a
BEEF	143 d	143 c	2.74 d	1.46 c	15.62 d	17.42 c
CV	8.44	8.46	13.72	25.8	18.37	26.94
CAL	**	NS	*	NS	NS	*
VAR	**	**	**	**	**	**

En 1997 el rendimiento de panoja se redujo significativamente en un 17 % al reducir el numero de riegos, en el siguiente ciclo el rendimiento se redujo un 41 % pero esta reducción de acuerdo al análisis estadístico no fue ocasionada por efecto de los tratamientos. Dentro de variedades la producción de panoja registró diferencias estadísticas altamente significativas en los dos años de estudio, sobresalieron las variedades Marfil Y CB-111 que son variedades productoras de grano, y las variedades productoras de forraje produjeron una menor cantidad de panoja, de manera general en los dos años el efecto de los tratamientos de riego indica que la aplicación de un mayor numero de riegos favorece la producción de panoja y dentro de variedades la de mayor estabilidad fue Marfil seguida por NC que presentaron reducciones de un 24 % y 33 % de panoja respectivamente entre años, Aunque en promedio CB-111 fue la que produjo una mayor cantidad de panoja en los dos ciclos.

El porcentaje de panoja no fue afectado por los tratamientos de riego solamente se presentaron diferencias altamente significativas dentro de variedades, desde este punto de vista el mejor porcentaje lo presentaron las variedades de grano, CB-111 y Marfil y el menor porcentaje las variedades Beefbuilder y Nervadura Café (NC).

Evaluación de calidad de la Cosecha.

En la calidad del forraje se registraron diferencias significativas en 1998 por efecto de tratamientos de riego, incrementándose de manera significativa el contenido de fibras (FAD Y FND) cuando se aplicó un riego menos y la Energía Neta de Lactancia (ENL) se incrementó al aplicar un riego más, con lo que se puede decir que una estrés en el cultivo incrementa las fibras y disminuye la ENL.

La mayor respuesta en calidad se registró dentro de los tratamientos de variedades, solamente en PC y FND en el ciclo de 1998 no se encontraron diferencias significativas, de acuerdo a los datos se encontró que los sorgos forrajeros (Befbuilder y Nervadura Café) presentaron los valores mas altos de fibras y menor valor energético, los sorgos de grano estudiados presentaron menores valores de fibra y mayor energía de lactancia.

CUADRO 4 valores de parámetros de calidad nutricional, en el cultivo de sorgo bajo dos calendarios de riego ciclos de primavera.1997 y 1998 CELALA-INIFAP.

	Parámetros de calidad de forraje							
	PC (%)		FAD		FND		ENL	
TRAT	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998
C1	10.26	9.00	36.18	39.10 b	51.88	55.26 b	1.476	1.455 a
C2	9.92	8.27	36.41	40.29 a	52.68	57.52 a	1.477	1.441 b
NC	10.26 a	9.15	36.64 b	40.05 ab	51.37 b	55.38	1.473 bc	1.444 bc
CB-111	10.73 a	8.68	33.56 c	39.64 b	49.76 b	57.54	1.497 ab	1.449 b
MAR	10.21 a	8.73	35.50 bc	38.23 c	53.00 b	55.51	1.480 ab	1.461 a
BEEF	9.20 b	7.98	39.50	40.87 a	54.84	57.11	1.454 c	1.438 c
C.V.	7.68	10.54	6.04	2.28	5.87	3.72	1.38	0.53
CAL	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	**
VAR	*	NS	**	**	*	NS	**	**

Eficiencia de Uso de Agua. (EUA)

La eficiencia del agua se tomó como la relación entre cantidad de forraje seco producido a través del ciclo en relación con la evapotranspiración, durante el ciclo, en el Cuadro 5 se presenta la información, se observa que las eficiencias mas altas se presentaron en 1997, año en que la producción fue mayor y la evapotranspiración menor, en el ciclo de 1998 se evapotranspiró una lamina mayor de agua por haberse incrementado un riego mas de los planeados, ya que, el cultivo empezó a presentar sintamos de deficiencia de agua desde etapas muy tempranas, esto fue ocasionado por haber sido un año mas caluroso que el anterior, así como a condiciones de terreno.

En los dos años desde el punto de vista de eficiencia de agua, como una relación de forraje seco producido y lamina evapotranspirada, el cultivar Beefbuilder fue el más sobresaliente, seguido por los sorgos productores de grano, el cultivar NC fue el que mostró una menor eficiencia de uso de agua, por tener un menor rendimiento de forraje seco y posible mente su mayor sensibilidad a condiciones adversas de clima y terreno.

CUADRO 5 Datos de población, rendimiento de panoja en seco, y porcentaje de panoja, en el cultivo del sorgo ciclos de primavera.1997 y 1998 CELALA-INIFAP.

	Forraje seco (ton/ha)		Laminas (cm)		EUA (kg./m^3)	
Trat	1997	1998	1997	1998	1997	1998
C1	18.17 a	17.14 a	60.84	74.60	2.98	2.29
C2	15.47 b	12.68 b	47.08	57.89	3.28	2.19
NC	15.89	12.51 b	53.96	66.25	2.94	1.88
CB-111	17.16	15.77 a	53.96	66.25	3.18	2.38
MAR	16.78	14.91 a	53.96	66.25	3.11	2.25
BEEF	17.45	16.45 a	53.96	66.25	3.23	2.48

CONCUSIONES

El rendimiento de forraje seco se afectó de manera significativa por los calendarios de riego estudiados. En 1997 el rendimiento se redujo en un 14.85 % y en 1998 un 26.02 % con la aplicación de un riego menos. Dentro de variedades en 1998 las diferencias fueron altamente significativas, el mejor rendimiento lo obtuvo la variedad Befbuilder forrajero y el menor la variedad de Nervadura Café (NC). El rendimiento de panoja se redujo significativamente en un 17 % al reducir el número de riegos. Dentro de variedades la producción de panoja registró diferencias estadísticas altamente significativas en los dos años de estudio, sobresalieron las variedades Marfil y CB-111 que son variedades productoras de grano, las variedades productoras de forraje produjeron una menor cantidad de panoja, de manera general en los dos años el efecto de los tratamientos de riego indica que la aplicación de un mayor numero de riegos favorece la producción de panoja.

Los sorgos forrajeros (Befbuilder y Nervadura Café) presentaron los valores mas altos de fibras y menor valor energético, los sorgos de grano presentaron menores valores de fibra y mayor energía de lactancia. Las eficiencias de uso de agua mas altas se presentaron en 1997, el cultivar Beefbuilder fue el más sobresaliente, seguido por los sorgos productores de grano, el cultivar NC fue el que mostró una menor eficiencia de uso de agua, por tener un menor rendimiento de forraje seco.

BIBLIOGRAFÍA

Carrillo, A.J.S. 1991 Respuesta agronómica de 30 genotipos de sorgo grano evaluados bajo riego en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación. CAELALA-INIFAP-SARH.

Carrillo, A.J.S. 1991a Comportamiento de 14 genotipos de sorgo grano del COTERSE evaluados en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación. CAELALA-INIFAP-SARH.

Carrillo, A.J.S. 1991 Respuesta agronómica de genotipos de sorgo grano evaluados en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación. CAELALA-INIFAP-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.
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 Nº 6 CAELALA-INIA-SARH.
Faz, C. R. Núñez, 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.

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE HUMEDAD DE SUSTRATOS DE ARENA Y PÓMEZ PARA EL USO SUSTENTABLE DEL AGUA EN INVERNADEROS.

Miguel A. Segura-Castruita1, Ana R. Ramírez S[2]., Guillermo García L[1]., Pablo Preciado R[1]., Miguel Enríquez S[1]. y José E. Frías R[1].

1 Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón. DEPI. Torreón, Coahuila.
dmilys@hotmail.com
[2] Alumno tesista de la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Maestría en Irrigación. ITT.

INTRODUCCIÓN

Los invernaderos, se utilizan como alternativa para hacer un uso sustentable del agua son sistemas de producción que no utilizan suelo, sino otro material o mezclas de materiales conocido como sustrato (Abad *et al*., 1996). Los sustratos pueden ser minerales u orgánicos y desempeñan un papel de soporte para la planta y como contenedor del agua que ellas necesitan (Abad *et al*., 1991). No obstante, algunos materiales son costosos (Cadahia, 2000); a excepción de la arena (Moinereau *et al*., 1987). Por esta razón, los materiales de origen natural y los desechos industriales, tienen un papel importante en las actividades agrícolas y en la obtención de sustratos (Yaloon y Arnold, 2000). Una de las principales características que debe tener un sustrato es una elevada capacidad de almacenamiento de agua; sin embargo, información que indique el comportamiento de la humedad aprovechable para las plantas en los diferentes sustratos, a través del tiempo es escasa. En la Región Lagunera existen maquiladoras que elaboran pantalones de mezclilla y que utilizan piedra pómez para suavizarlos y despeluzarlos (Investigación y Desarrollo, 2000). El material pomáceo, una vez finalizado el proceso es desechado, lo que representa para las compañías un problema de acumulación de desechos industriales. Las partículas pomáceas de tamaño lapilli (2-5 mm de diámetro), en condiciones naturales, dan una mayor capacidad de retención de humedad en suelos arenosos de origen volcánico (Segura *et al*., 2005). Este material, actúa como un compensador de humedad en el suelo o en sustratos para invernadero (Segura, 2003) pero no se probó. Con base en lo anterior, los objetivos de la investigación fueron: evaluar la capacidad de retención de humedad de sustratos elaborados con una mezcla de arena y pómez para determinar la factibilidad del uso de piedra pómez de desechos industriales en la elaboración de sustratos, con el fin de realizar un uso eficiente del agua.

1 Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón. DEPI. Torreón, Coahuila. dmilys@hotmail.com
[2] Alumno tesista de la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Maestría en Irrigación. ITT.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio e invernadero del Instituto Tecnológico de Torreón, Coahuila. El sitio experimental se localiza entre los 25° 36' 45'' y 25° 36' 47'' latitud norte y los 103° 22' 19'' y 103° 22' 21'' de longitud oeste con una altitud de 1,159 msnm.

Metodología.

La investigación se dividió en tres etapas: a) selección del material de experimentación, b) análisis de laboratorio, c) trabajo de invernadero.

Selección del material de experimentación. Como se evaluó la aplicación de diferentes cantidades de pómez en un sustrato de arena [16% a capacidad de campo (CC) y 11% a punto de marchitamiento permanente (PMP)] (Porta *et al*., 1999), que almacena agua fácilmente disponible, pero que la pierde rápidamente (Calderón y Cevallos, 2003), de fácil obtención y económico. Por otra parte, el material pomáceo se obtuvo de dos fuentes diferentes, el primero se adquirió en un establecimiento de mercado [pómez sin haber sido utilizada en un proceso industrial (Pn)] y el segundo de desechos de una maquiladora de la región [pómez con proceso industrial (Pi)]. Cada material de pómez se trituró y se tamizó para llevarlo a un diámetro entre 2.38 a 3.35 mm, tamaño de partícula que retiene una mayor cantidad de agua en sus poros (68%) (Segura, 2003; Segura *et al*., 2005). Posteriormente, todas las partículas de pómez (Pn, Pi y Pi) se sometieron a un lavado con agua fría. Parte de la Pi, se lavó con agua caliente, para eliminar residuos industriales (Sandoval y Brizuela, 2002), de tal manera que se tuvieron partículas de Pi lavadas únicamente con agua fría (Pif) y Pi lavadas con agua fría y caliente (Pic). Finalmente, la arena y las partículas de pómez (Pn, Pif y Pic) se dejaron secar a temperatura ambiente y a la sombra, después se obtuvo una muestra de aproximadamente 0.5 Kg de cada material (arena y pómez) para ser analizados en el laboratorio.

Análisis de laboratorio. Las determinaciones físicas y químicas se realizaron de acuerdo con van Reeuwijk (ISRIC, 1995); las cuales fueron: densidad aparente, espacio poroso total, pH y capacidad de intercambio catiónico, al inicio del experimento en arena y pómez, y en los diferentes tratamientos (sustratos preparados). Por otra parte, se determinaron las constantes de humedad (CC y PMP) [SSI, 1996] y la curva de liberación de agua con tensiones de columna de agua para la arena y los sustratos preparados (De Boot *et al*., 1974), para determinar el comportamiento de humedad en ellos.

Trabajo de invernadero. Se evaluó por quintuplicado el efecto de la aplicación de 10, 20, 30 y 40%, en base a volumen, de material pomáceo (Pn, Pif y Pic) y un testigo (0% de pómez) en

500 g de arena, sobre la variación en el contenido de agua por gravimetría (SSI, 1996) a través del tiempo y con una temperatura promedio de 25° C, para lo cual se efectuaron los siguientes pasos

a) Se peso cada maceta (tratamientos y testigo) y sus repeticiones, para conocer el peso seco total (ST) [arena + pómez + bolsa] y se les agregaron, a cada una, 500 ml de agua, para saturarlas, dejándolas así por un tiempo de 48 horas.

b) Transcurrido el tiempo se perforaron las bolsas de todos los tratamientos por la base, para drenar el exceso de agua, hasta que la frecuencia de goteo fue de una gota cada 10 segundos (Preciado *et al*., 2002), asegurando con esto, que el sustrato se encontraba en su máxima capacidad de retención de humedad. En este momento se registró el peso húmedo inicial de cada maceta, que al restarle el ST se obtuvo el peso de agua inicial o el contenido de humedad inicial (HI).

c) En una primera parte de la evaluación, se registró el peso de las macetas diariamente a las 12:00 hrs. del día. El momento de riego, para llevarlas al HI, a todas las macetas, fue cuando llegaron a un peso igual a ST más el 11% del peso de la arena (PMP a). Se realizaron dos riegos (al inicio y cuando la arena llegó al peso de PMP + ST), con el propósito de observar el comportamiento del agua a través del tiempo. En la segunda parte, el peso húmedo inicial, al segundo riego, se tomo como base para establecer la frecuencia de riego del testigo y de los dos tratamientos que retuvieron más humedad a través del tiempo. El punto critico de riego, en esta segunda etapa, fue cuando el peso llegó a la CC (SSI, 1996) de la arena sumada al ST, debido a que el agua es considerada como fácilmente disponible a una tensión mayor que -33KPa (Cadahia, 2000; SSS, 2003). Para dar seguimiento, se registraron los datos diariamente a las 12:00 hrs. por un periodo de veintitrés días.

El proceso completo se repitió por dos ocasiones para observar si el comportamiento a través del tiempo era el mismo, una vez que el material se sometía a secado al aire y a la sombra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características Físicas, Químicas y Micromorfológicas de la Arena, Pómez y Sustratos Preparados. El material arenoso contiene arenas de muy gruesas hasta arenas muy fina; sin embargo, la suma de los contenidos de arena gruesa y media representan más del 75% del total, siendo la arena media la que se encuentra en mayor cantidad (65%) y en menor cantidad

las arenas finas y muy gruesas; esto significa que el agua en este sustrato no sería drenada con excesiva facilidad (Calderón y Cevallos, 2003).

La arena y las partículas de pómez presentan características físicas y químicas distintas a las relacionadas con los tratamientos, resultado de la mezcla de estos materiales (Cuadro 1). Las diferencias en porosidad (P) de los distintos tratamientos con respecto a la arena, se debe a la presencia de material pomáceo, ya que dentro del sistema arena, las partículas de pómez participan como pequeñas esponjas rígidas (Daniels *et al*., 1999) con un alto contenido de poros (60%), de los cuales el 15% son poros de conducción y 45% corresponde a poros de almacenamiento (Segura *et al*., 2003). A consecuencia de lo anterior, la porosidad aumenta con tendencia positiva (R^2 = 0.9115) al incrementar la cantidad de pómez en la arena. Asimismo, el material pomáceo también influye en la capacidad de retención de agua de los sustratos, el cual es mayor que CC y PMP de la arena (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características físicas y químicas de la arena, pómez y sustratos preparados.

Tratamientos	Descripción	Da† g cm^{-3}	pH agua 2:1	P‡ %	CIC□ cmol Kg^{-1}	CC◊ %	PMP♣ %	CCsv♥ %
	Pómez	0.6	5.9	68.0	10.1	24.2	6.3	Nd
T0■	Arena	1.6	7.4	38.8	6.4	16	11	38
T1▲	Pn△	1.41	7.2	38.7	10.8	16.8	4.9	39
T2♦	Pn	1.40	7.4	39.8	10.5	15.6	5.2	40
T3☼	Pn	1.35	7.4	39.8	10.8	15.3	5.1	40
T4▫	Pn	1.33	7.3	41.8	10.8	17.6	8.1	42
T1	Pif⌂	1.42	7.3	41.7	11.1	15.9	4.6	42
T2	Pif	1.42	7.3	42.7	11.3	16.4	6.0	43
T3	Pif	1.33	7.5	45.4	10.2	14.2	3.6	44
T4	Pif	1.34	7.3	43.8	10.3	18.9	7.7	43
T1	Pic*	1.41	7.2	40.4	10.7	16.3	4.5	41
T2	Pic	1.40	7.4	42.8	10.9	16.2	5.9	42
T3	Pic	1.35	7.4	43.1	10.8	15.7	4.9	43
T4	Pic	1.30	7.2	42.5	10.9	18.3	7.6	43

■T0: Testigo (0% pómez), ▲T1: arena con 10% de pómez, ♦T2: arena con 20% de pómez, ☼T3: arena con 30% de pómez, ▫T4: arena con 40% de pómez, △Pn: pómez natural, ⌂Pif: pómez de desecho industrial lavada con agua fría, *Pic: pómez de desecho industrial lavada con agua caliente,†Da: densidad aparente, ‡P: porcentaje de porosidad, □CIC: capacidad de intercambio cationico, ◊CC: capacidad de campo, ♣PMP: punto de marchitamiento permanente, ♥CCsv: capacidad de campo del sustrato a tensiones de columna de agua.

La arena y los sustratos en general presentan una capacidad de intercambio catiónico (CIC) baja (SSI, 1996). No obstante, la diferencia entre la CIC de la arena y de los sustratos con pómez es aproximadamente de 4 a 5 cmol K^{-1}.

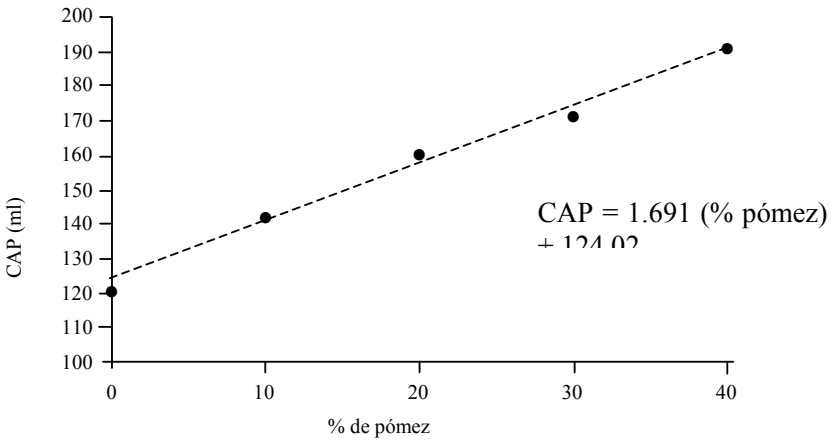


Figura 1. Comportamiento de la CAP promedio con respecto al incremento del porcentaje promedio en base a volumen del material pomáceo (Pn, Pif y Pic) en la arena.

Comportamiento de la Humedad. La capacidad de almacenamiento (CAP) de la arena en base a peso (24%) y en base a volumen (38.8%) fue mayor que la reportada en la literatura (16%) [Sumner, 2000], situación que se debe a que el sustrato no fue sometido a ningún tipo de succión ni de tensión. No obstante, la capacidad de almacenamiento de agua CAP de los diferentes tratamientos tuvo una relación positiva al porcentaje de material pomáceo (r^2 = 0.9912); es decir, al aumentar la cantidad de pómez en la arena, la humedad inicial se incrementó (Figura 1). Lo anterior se debe al aumento en el espacio poroso y a la disminución de la densidad aparente en cada tratamiento (Cuadro 1). En cada uno de ellos la CAP aumentó, de tal manera que la humedad inicial fue diferente entre el testigo y los tratamientos; sin embargo, los que retuvieron más de 180 ml de agua fueron el Pn(4), Pif(3), Pif(4) y Pic(4), aunque los valores de la Pif(3) y (4) fueron mayores que Pn(3) y (4) y Pic(3) y (4).

Frecuencia de Riegos. El punto crítico de riego fue de 80 ml (CC de arena), se tomó así cuando se consideró que la capacidad de campo del testigo arena por columna de agua fue de 38.8% en base a volumen, por lo que se aseguró la existencia de agua fácilmente disponible. La humedad, en la arena y los tratamientos de mayor CAP (30 y 40% de pómez), tuvo diferente comportamiento a través del tiempo; de tal manera que, para llegar al punto crítico de riego (80 ml), los días que transcurrieron fueron diferentes, como ejemplo se muestra el testigo y los tratamientos Pif(3) y Pif(4) en la Figura 2.

Cuadro 3. Tratamientos de mayor capacidad de retención de humedad en base a volumen, punto crítico de riego y humedad fácilmente disponible comparados contra la arena.

Tratamiento	CCsv♣ (%)	PCsv♥ (%)	HFAv♦ (%)
Arena (testigo)	38.8	25.7	13.2
Pn(3)	38.9	19.9	19.0
Pn(4)	41.8	17.7	24.1
Pif(3)	44.4	19.2	25.2
Pif(4)	43.8	18.3	25.5
Pic(3)	43.1	20.4	22.7
Pic(4)	42.5	17.6	24.9

♣CCsv: capacidad de campo en base a volumen, ♥PCsv: punto crítico de riego en base a volumen, ♦HAFv: humedad fácilmente disponible en base a volumen.

El testigo tardó tres días aproximadamente para llegar al punto crítico de riego; mientras que, los tratamientos con 30 y 40% de pómez de desecho industrial lavada con agua fría (Pif), tardaron de 10 a 13 días respectivamente. Esto significa que para mantener un porcentaje de humedad mayor que 25% pero menor que 39% en base a volumen (14% de humedad fácilmente disponible), en la arena se aplicó agua cada tres días, de tal forma que en veintidós días se regó un total de siete veces; en contraste, se dieron tres y dos riegos en el mismo lapso de tiempo al Pif(3) y al Pif(4) respectivamente.

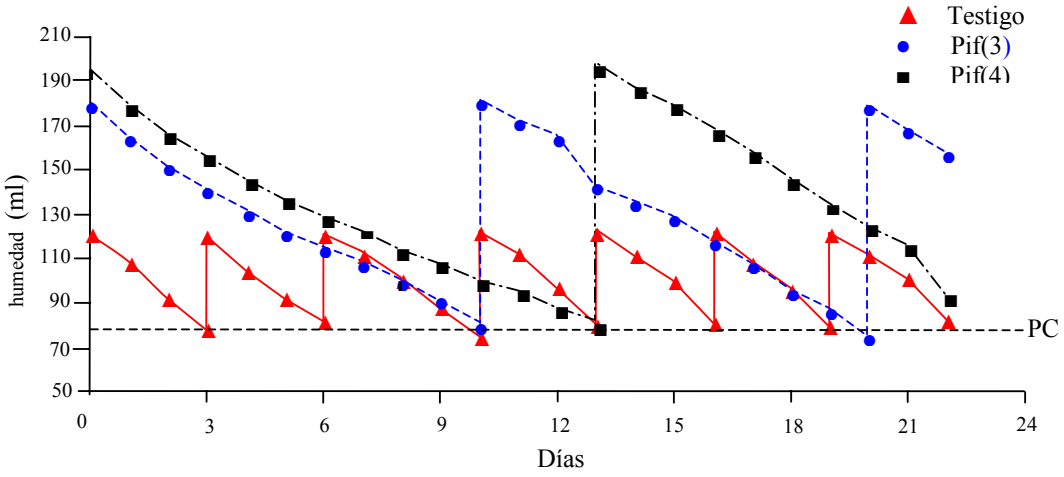


Figura 2. Comportamiento de la humedad a través del tiempo para la arena y los tratamientos Pif(3) y(4).

Al relacionar los contenidos de humedad contra el tiempo, se encontró que la relación es inversa (Cuadro4); no obstante, la disminución en el porcentaje de la humedad, dada por la pendiente **β** de la ecuación, es distinta entre la arena y los tratamientos. De acuerdo a estas ecuaciones, la menor perdida de humedad, en los tratamientos con el 30% de pómez, se presenta en el tratamiento Pif(3) y en el caso de aquellos con 40%, se tiene en el Pif(4). Sin

embargo, el mayor porcentaje de humedad, al tiempo cero, se encuentra en el Pif(3) (43.75%) con una R^2 = 0.9889, superior a todos los demás tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Relación entre los contenidos de humedad con respecto del tiempo en el testigo y los diferentes tratamientos (arena-pómez) a una temperatura promedio de 25° C.

Tratamiento	$H = \beta t + C^{\Diamond}$	R^2
Arena (testigo)	H = -4.0922 t + 39.074	0.9646
Pn (3)	H = -2.5335 t + 39.08	0.9837
Pn (4)	H = -2.4178 t + 40.97	0.9867
Pif (3)	H = -2.4671 t + 43.753	0.9889
Pif (4)	H = -2.0138 t + 42558	0.9755
Pic (3)	H = -2.5057 t + 42.32	0.9661
Pic (4)	H = -2.2288 t + 40.786	0.9832

$^{\Diamond}$H: porcentaje de humedad en base a volumen, **β**: proporción de perdida de humedad por día que transcurre, t: tiempo en días, C: porcentaje de humedad a un tiempo cero.

El comportamiento del agua en los tratamientos de arena con pómez se debe a una diferencia de potenciales matriciales (Miller y Gardner, 1962; Baver *et al*., 1980; Hillel, 1982), debido a que cada tratamiento corresponde a un sistema compuesto por dos subsistemas, donde el subsistema arena tiene un potencial matricial mayor que el de la pómez; lo cual provoca que el agua retenida en la arena se evapore primero y después la que está en la pómez. No obstante, se podría pensar que el material pomáceo retiene fuertemente el agua; sin embargo, la humedad en la pómez está retenida a una tensión menor que 0.0024 KPa (Segura *et al*., 2005), esto significa que los sustratos arena-pómez almacenan agua fácilmente disponible para las plantas y por lo tanto pueden ser empleados como sustratos para la producción en invernaderos, propiciando un ahorro considerable de agua.

CONCLUSIONES

La mezcla del 30% de pómez en base a volumen con arena, tiene una retención de humedad inicial del 44.40%, siendo la humedad fácilmente disponible de 56%. La piedra pómez de desecho industrial, se puede utilizar como un compensador de humedad en la elaboración de sustratos de arena, económicos y de fácil obtención. La capacidad de retención de humedad y de liberación del agua que el material pomáceo confiere al sustrato, puede ayudar a hacer un uso sustentable del agua en la producción de cultivos en invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

Abad, M. 1991. Los sustratos hortícolas y la técnica del cultivo sin suelo. In: La horticultura española en la C.E. Eds. L. Rallo y F. Nuez. Ediciones de Horticultura S.L., Reus.

Abad, M., P. Noguera y V. Noguera. 1996. Turbas para semilleros. In: II Jornadas sobre semillas y semilleros hortícolas. Congresos y Jornadas, 35/36. Juntas de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla, España.

Baver, L.D., W.H. Gardner y W.R. Gardner. 1980. Física de suelos. Trad. Rodríguez y R., J.M. UTEHA.

México, D.F.
Cadahia L., C. 2000. Cultivos hortícolas y ornamentales.- 2ª. Ed. Ediciones Mundi-Prensa. México, D.F.
Calderon S., F. y F. Cevallos. 2003. Los sustratos. www.drcalderonlabs.com/index.html
Daniels, R. B., and R. D. Hammer. 1992. Soil Geomorphology. John Wiley & Sons. Inc. U.S.A.
De Boodt, M., O. Verdonck, y I. Cappaert. 1974. Methods for measuring the water release curve of organic substrates. Acta Horticulturae. 37. 2054-2062.
Hillel, D. 1982. Introduction to soil physics. Academic Prees. Orlando, Florida. U.S.A.
Investigación y Desarrollo. 2000. Enzimas que suavizan y deslaven la mezclilla. http://www.invdes.com.mx/anteriores/junio2000/htm/mezcl.html
Miller, D.E. and W.H. Gardner. 1962. Water infiltration into stratified soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 26, 115-118.
Moinereau, J., P. Hermann, J.C. Favrot y L.M. Riviere. 1987. Les substrats-Inventaire, caractéristiques, ressources. In: Les cultures hors sol. 2e éd. Dir. D. Blanc. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris.
Porta C., J., M. López-Acevedo R. y C. Roquero L. 1999. Edafología, para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. México.
Preciado R., P., G. Baca C., J.L. Tirado T., J. Kahuashi S. L. Tijerina Ch. y A. Martínez G. 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. Terra 20: 267-276.
Sandoval V., M. y B. Brizuela A.P. 2002. Horticultura intensiva en invernaderos. XXXI Congreso Nacional de Ciencia del Suelo. Montecillos, Texcoco Edo. de México.
Segura C., M.A. 2003. Escalas de observación en los estudios de génesis de suelos: caso de los suelos de humedad residual. Tesis de Doctorado. Programa en Edafología. IRENAT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México.
Segura C., M.A., C.A. Ortiz S. y M.C. Gutiérrez C. 2003. Localización de suelos de humedad residual con el uso de imágenes de satélite: Clasificación automática supervisada de la imagen. Terra 21-2. 149-156.
Segura C., M.A., C.A. Ortiz S. Y M.C. Gutiérrez C. 2005. Factores que influyen en la capacidad de retención de humedad de los suelos de origen pomáceo de Puebla-Tlaxcala, México. Terra (en revisión).
Soil Survey Investigation. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Report No. 42 Version 3. U.S.D.A., N.R.C.S. and N.S.S.C. U. S. Government Printing Office. Washington, D. C.
Soil Survey Staff. 2003. Soil Taxonomy. Ninth edition. USDA. Natural Resources Conservation Service. U. S. Government Printing Office. Washington, D. C.
Sumner, M. 2000. Handbook of Soil Science. CRC PRESS. New York. USA.
Van Reeuwijk, L. P. 1995. Procedures for Soil Analysis. Tech. Pap. No 9. 4th ed. ISRIC, Wageningen, Netherlands.
Yaalon, D.H. and R.W. Arnold. 2000. Attitudes toward soils and their societal relevance: then and now. Soil Science. 165(1). 5-12.

PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE DIVERSOS CULTIVARES DE SANDÍA TRIPLOIDE EN LA REGIÓN LAGUNERA

M. Victoria Huitrón Ramírez[1], Juan Cabrera Reyes[1], Rogelio A. Aldaco Nuncio[1], Jorge A. Orozco Vidal[1], Jesús Olague Ramírez[1], Víctor Martínez Cueto[2], Josefina Martínez Saldaña[3], Maria de Jesús Meléndez Aguilar[1] y Francisco Camacho Ferre[4].

[1] Instituto Tecnológico de Torreón, [2] UAA "Antonio Narro" Unidad Laguna, [3] INIFAP, Gómez Palacio, [4] Grupo de Investigación "Producción Vegetal en Sistemas de Cultivo Mediterráneos" Universidad de Almería, España. e-mail: vhuitronmx@yahoo.com.

INTRODUCCIÓN

Las mejoras conseguidas en el cultivo de sandía han contribuido a incrementar su producción y consumo, ya que aparte de adaptar la semilla a las condiciones climáticas, también se ha buscado la funcionalidad en el fruto. En el desarrollo de nuevos productos para el mercado, se enmarca la introducción de nuevas variedades y cultivares híbridos con mejores características agronómicas; pero también se ha dado importancia a la resistencia a enfermedades, mejor contenido nutricional y a la variación en el tamaño y forma, así como la diversidad en color de piel y pulpa. Sin embargo, la popularidad de la sandía se debe en gran medida a la introducción de híbridos triploides o sandía sin semilla, los cuales han colaborado al crecimiento continuo que desde hace años se viene dando en las exportaciones de este fruto; dentro de éstos, se incluyen, cultivares con pulpa de colores novedosos, como es el caso de los de color amarillo.

Los datos de producción de sandía en la Comarca Lagunera para el año 2003 fueron de 50 046 t obtenidas en una superficie e 1567 ha, obteniéndose un rendimiento promedio de 32 t ha^{-1} (Barajas, 2005). Con la finalidad de dar solución al problema de baja productividad que presentan los cultivos de sandía en esta región, principalmente en aquellos donde las condiciones salinas del suelo y del agua, afectan de manera negativa al peso del fruto y por ende a la producción, se han planteado experimentos a tres años que comprenden la evaluación de cultivares tanto diploides como triploides, así como la utilización de técnicas modernas que consiguen aumentar la cantidad de flor amarrada para obtener una mayor cantidad de número de frutos por planta cultivada. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en diversos parámetros productivos, en los cultivares triploides: Freedom, Independence, Liberty y Revolution; todos ellos del tipo "Crimson", es decir con carne rosada y piel de color verde variegado.

La elección de los cultivares por parte de los productores obedece a dos criterios: El primero está relacionado con la adecuación del cultivo al medio que dispone para obtener mayor productividad; el segundo, es un criterio de mercado, relacionado con la demanda de frutos con características determinadas. En la Comarca Lagunera aproximadamente el 95 % de la sandía que se siembra es negra (corteza verde oscuro); sin embargo, a nivel nacional son los híbridos de corteza rayada (variegados) los que predominan.

Con los cultivares ensayados, todos ellos con implantación en las comarcas sandieras de diversos Estados de la República y con las técnicas tradicionales de amarre de fruto utilizando insectos polinizadores, concretamente *Apis melifera*, se tiene como objetivo caracterizar estos cultivos con parámetros productivos cuantificables, al fin de obtener un marco de referencia para el resto de experimentos planteados en años venideros, siguiendo en el cultivo un proceder estándar en cuanto a labores culturales, que sirvan para comparar nuestros resultados con los que se tienen estadísticamente de modo global sobre la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el ciclo agrícola primavera-verano del 2006 en la pequeña propiedad “Mariano Matamoros” del Sector “Azufrera” ubicado en el km 29 de la carretera Torreón-Saltillo en el Municipio de Matamoros, Coah. Las operaciones realizadas antes del trasplante fueron: barbecho, rastreo, cruza, nivelación, marcado de cama, fertilización base, formación de zanjas o camas y colocación de cintilla de riego y acolchado de camas con polietileno negro de 80 galgas de espesor y 2 m de ancho. La cantidad total de fertilizante aportado en el ciclo fue 170 kg de N, 100 kg de P_2O_5 y 50 kg de K_2O, aplicando la fórmula inicial 60-80-00 al momento de la formación de las camas y distribuyendo el resto según la etapa fenológica, mediante fertirriego utilizando un venturi para tal efecto.

La siembra de las variedades se llevó a cabo el 3 de febrero en turba (peat moss) en charolas de poliestireno. El trasplante se realizó el 25 de marzo a cielo abierto, en un suelo franco limoso con 0.26 % de materia orgánica y pH de 7.4, teniéndose una distancia de 2 m entre hileras de plantas y 1.20 m entre plantas. Los cultivares que se evaluaron fueron: Freedom, Independence, Lyberty y Revolution, cuyas características son las siguientes: Freedom oblonga; Independence y Liberty, ambos cultivares precoces de forma redonda a oval con rayas verde intenso y Revolution: Cultivar del tipo Allsweet de forma ovalada de madurez

intermedia y con rayas oscuras y anchas. Todas, según informes procedentes de las empresas productoras de semillas, con un peso de fruto de 9 a 12 kg.

Los experimentos fueron planteados de acuerdo al diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron los cultivares mencionados arriba. La superficie de parcela dedicada al experimento fue de 307.2 m^2, teniendo al inicio 6 plantas triploides y dos diploides del cultivar Jenny, por cada parcela elemental. El marco de plantación fue de 2.0 m x 1.20 dando una densidad de 4166 plantas por hectárea. Las parcelas estaban, para evitar los efectos bordes, en el centro de una plantación de melones, cultivar Cruiser, con una superficie aproximada de 10 ha. Para la polinización de esa superficie, tanto melón como sandía, se introdujeron 10 colmenas.

Los parámetros productivos evaluados fueron: peso medio del fruto, número de frutos por planta, producción (medida en peso de fruto obtenido por planta y en peso de fruto obtenida por unidad de superficie). En cuanto a parámetros para determinar la forma externa del fruto, se midieron perímetros longitudinales, perímetros transversales y se obtuvo la relación entre ambos para conocer si el fruto era esférico u oblongo.

Para la medición de estos parámetros, después de contabilizar los frutos, se pesaron cada uno mediante una báscula tipo reloj con capacidad de 10 kg; así mismo, se seleccionaron tres de ellos para determinar mediante cinta flexible, los perímetros longitudinal y transversal. En cuanto al análisis estadístico que se empleó fueron Pruebas de Rango Múltiple empleando el paquete estadístico Statgraphics 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros productivos

Existen diferencias significativas entre variedades en cuanto al parámetro peso medio del fruto, formándose dos grupos, uno representado por Revolution y Freedom , estando el de menor peso representado por Independence y Liberty (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros productivos de cultivares de sandía triploide.

Cultivares	Peso medio del fruto en kg	Número de frutos por planta	kg de frutos por planta	kg de frutos por m^2
Freedom	5.50a	1.83a	10.28a	0.87a
Independence	4.43b	1.83a	9.96a	0.61a
Liberty	5.10b	2.22a	9.42a	1.16a
Revolution	7.48a	2.50a	18.69a	0.97a
Cociente f	17.08	0.30	1.69	0.99
p-valor	0.0000	0.8235	0.2371	0.4395

Este parámetro tiene una componente genética muy fuerte, habrá que ver los resultados que se obtienen a lo largo de los años venideros con la repetición de este experimento. No obstante el peso medio del fruto, en todos los cultivares, es menor que el que facilitan las empresas vendedoras de las semillas de estos cultivares. Queremos de nuevo resaltar el papel que juega la calidad de agua y suelo en este parámetro, tal como se ha indicado en apartados precedentes, tanto suelo como agua son medios de cultivo muy salinos, de baja calidad y con poco contenido de materia orgánica.

En los demás parámetros medidos no existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos, aunque se desean realizar las siguientes puntualizaciones:
El número de colmenas introducidas en la plantación es deficiente según reportes de Maroto *et al.* (2002) y Camacho y Fernández (2000), quienes recomiendan un número de 4 a 6 colmenas/ha. Sin embargo, el número de colmenas que se introdujeron en la plantación donde se estableció esta investigación fue de 1/ha.

En cuanto a la atracción de la flor de la sandía para la abeja, comparada con la flor de melón, lo es en menor grado, ya que ni por el color, ni por el néctar de la flor (la sandía no tiene), la sandía supera a la del melón. Esta circunstancia influyó también negativamente en el número de flor amarrada ya que la superficie de sandía con respecto a melón representa el 0.3%.

No obstante, el porcentaje de planta diploide (polinizadora) en relación a triploide, en el total de la plantación es del 25%. Maroto *et al*. (2002) y Camacho (2003), reportan que no se debe de bajar el porcentaje del 33.3%, colocando las sandías triploides y diploides en la misma línea, en un proceso de puesta de dos triploides a una diploide. Cualquier otra distribución y porcentaje influye negativamente en la productividad de la explotación. Recordemos que la flor masculina de la sandía triploide tiene muy poco polen y parte de él es no viable. En este sentido cabe destacar que las condiciones de salinidad del suelo y del agua propiciaron una baja considerable de número de plantas de ambos tipos; sin embargo, la pérdida de planta diploide fue determinante en la disminución del amarre de fruto.

Parámetros de forma de fruto

No existen diferencias significativas entre los distintos cultivares para estos parámetros. La relación PL/PT es un índice para conocer la forma del fruto. A medida que esa relación es mayor la forma es más oblonga apartándose más de la forma esférica.

Tabla 2. Parámetros de forma de fruto de cultivares de sandía triploide

Tratamiento	Perímetro Longitudinal (PL) cm	Perímetro Transversal (PT) cm	PL/PT
Freedom	79.0a	57.6a	1.37a
Independence	70.3a	62.5a	1.13a
Liberty	71.3a	63.1a	1.13a
Revolution	90.7a	61.8a	1.48a
Cociente f	8.48	0.74	30.01
p-valor	0.0002	0.5347	0.0000

Estos parámetros de forma van estrechamente ligados a las características genéticas de los cultivares, además tienen su importancia cara al mercado, ya que existen consumidores en que la forma del fruto tiene especial relevancia en la elección del mismo. En el caso que nos ocupa, el fruto más oblongos fueron los cultivares Freedom y Revolution, siendo los que menos los cultivares Independence y Liberty.

CONCLUSIONES

Existen diferencias significativas en el parámetro peso medio del fruto, resultando los frutos más pesados los correspondientes a los cultivares Freedom y Revolution y los menos pesados Independence y Liberty. El resto de parámetros productivos extraídos no presentaron diferencias significativas.

En cuanto a parámetros de forma, todas las variedades experimentadas tienen forma oblonga en mayor o menor medida, no apareciendo en estos parámetros diferencias significativas.

Se recomienda a futuro considerar incrementar el número de colmenas con el propósito de mejorar el amarre de fruto, así como el número de plantas del cultivar diploide para asegurarnos mayor cantidad de polen viable.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo, hacen patente su agradecimiento Al Ing. Edgar Toledo de NUNHEMS y al Ing, César Cantú de GBM por facilitarnos material para este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Barajas, E.S., 2005. Evaluación de genotipos de sandía (*Citrullus lanatus*) comparados con la variedad regional Improved Peacock WR.124. Tesis de Licenciatura. UAAANUL. Torreón, Coah.

Camacho, F., 2003. El cultivo de sandía invernada. En: Técnicas de producción en cultivos protegidos. Ed. Camacho, F. Caja Rural Intermediterránea. Almería, España.

Camacho, F., Fernández, E.J., 2000. El cultivo de la sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral español. Colección Agricultura. Instituto La Rural. Caja Rural de Almería.

Maroto, J.V., Miguel, A., Pomares, F., 2002. El cultivo de sandía. Fundación Caja rural de Valencia. Ediciones Mundiprensa.

Juárez, B. 2005. Programa de mejoramiento genético de sandía en Géminis. Memorias de Horticultura 2003. UAAAN UL, Torreón, Coah.

CALIDAD NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE MAÍZ, SORGO Y CEREALES DE GRANO PEQUEÑO PARA FORRAJE

Gregorio Núñez Hernández[1] y Jesús Arturo Payán García[2]

[1] Investigadores del Campo Experimental La Laguna-INIFAP y [2] Campo Experimental Delicias- INIFAP.
Blvd. José Santos Valdez 1200. Matamoros, Coah.
nunez.gregorio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los forrajes son importantes en la alimentación de los rumiantes por razones nutricionales y económicas. De manera general, la calidad nutricional de los forrajes se relaciona con la respuesta productiva del ganado. Un primer paso es evaluar la calidad nutricional a través de análisis de laboratorio para inferir sobre su relación con la producción animal. Por otra parte, los principales factores que están asociados con la calidad nutricional de los forrajes son: el estado de madurez, especie de forrajes, métodos de conservación, clima, fertilidad del suelo y variedades. Respecto a este último factor existe evidencia de variación en composición química y digestibilidad de materia seca y la materia orgánica entre híbridos y variedades de maíz, sorgo y cereales de grano pequeño de invierno. El objetivo de este estudio fue evaluar diferencias entre variedades de maíz, sorgo y cereales de grano pequeño para forraje a través de análisis de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se utilizaron muestras de híbridos de maíz Garst 8285, AS-911 y 9802 obtenidas de un ensayo que se sembró el 8 de abril del 2002 en el Campo Experimental La Laguna. La dosis de fertilización de N-P-K fue 120-80-00 al momento de la siembra y posteriormente 80 unidades de nitrógeno antes del primer riego de auxilio. La densidad de población fue de 106,000 plantas /ha y el calendario de riegos de auxilio a los 28, 52, 67 y 80 después de la siembra. La cosecha se efectuó cuando la línea de leche presentó un avance de 1/3 en el grano.

Las muestras de sorgo de las variedades Beef Builder, Fame y BMR-201 se obtuvieron de un ensayo sembrado el 5 de abril del 2003. La densidad de siembra fue de 14 kg/ha y los riegos de auxilio se aplicaron a los 34, 56, 76, y 85 días después de la siembra. La cosecha se realizó cuando el grano se estuvo en estado lechoso-masoso.

Las muestras de las variedades de Avena Cuahutemoc, Triticale AN-31, Cebada capuchona San Marcos y Trigo Anahuac se obtuvieron de un ensayo que se sembró el 3 de

diciembre de 2003. La fertilización fue 160-00-00 para N-P-K, respectivamente. La densidad de siembra fue de 150 kg/ha y se aplicaron tres riegos de auxilio a los 8, 35, y 77 dds. La cosecha se efectuó al inicio de la floración.

Los forrajes fueron secados en una estufa de aire forzado a 60 °C y molidas en un molino Wiley a un tamaño de partícula de 1 mm. El contenido de proteína cruda se determinó mediante el procedimiento Kjeldahl. La proteína soluble se determinó a través del método de fosfato-borato descrito por Roe y Sniffen (Fox *et al.* 2000). La fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina ácido detergente se determinaron de acuerdo a Van Soest *et al*. (1991). El contenido de ceniza y la determinación de grasa (extracto etereo) se efectuaron de acuerdo a la AOAC (1990). El total de nutrientes digestibles (TDN) y la energía neta lactancia se estimó de acuerdo a la NRC (2001).

Los análisis estadísticos se efectuaron de acuerdo a un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones de manera independiente para las muestras obtenidas de cada experimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de laboratorio de las variedades de los forrajes evaluados se presentan en el Cuadro 1. Los valores de proteína cruda fueron de 7.23 a 8.50%; de la cuál, 43.27 a 44.27 % fue proteína soluble. No hubo diferencias estadísticas (P>.05) entre híbridos. Las concentraciones de fibra detergente ácido variaron de 33.30 a 38.23% y de 55.40 a 65.93 % en fibra detergente neutro, pero no fueron estadísticamente diferentes (P>0.05). Las concentraciones de lignina variaron de 6.30 a 8.06 %, pero no hubo estadísticamente diferencias (P>0.05). Las concentraciones de carbohidratos fermentables variaron de 18.43 a 27.60 %, (P>0.05). La digestibilidad *in vitro* varió de 66.40 % a 72.60 % con diferencias estadísticas entre variedades de maíz (P<0.05). Con respecto al valor energético de los forrajes, el TDN varió de 53.24 a 57.23 %, y la energía neta de 1.23 a 1.35 Mcal/kg de materia seca (P<0.05).

Las concentraciones de proteína cruda de las variedades de sorgo fueron diferentes estadísticamente (P>.05) entre variedades. Los valores fueron de 6.20 a 8.55%; de la cual, de 24.67 a 30.55 % fue proteína soluble. Las concentraciones de fibra detergente ácido variaron de 38.25 a 43.12 % y la fibra detergente neutro de 54.82 a 62.35 %, con diferencias estadísticas (P<0.05) entre variedades. Las concentraciones de lignina fueron de 9.30 a 11.95 %, pero estadísticamente no fueron diferentes (P>0.05). De manera similar, las concentraciones de

carbohidratos fermentables variaron de 22.62 a 26.57 %, (P>0.05). La digestibilidad *in vitro* varió de 61.16 a 71.59 % con diferencias significativas entre variedades de sorgo (P<0.05). El TDN varió de 48.06 a 50.95 % sin diferencias estadísticas (P>0.05), al igual que la energía neta de lactancia que fue de 1.09 a 1.18 Mcal/kg de materia seca entre variedades.

La proteína cruda de los cereales fue de 9.87 a 12.10 %; de la cual, del 39.72 a 50.35 % fue proteína soluble. Las concentraciones de proteína cruda no fueron diferentes estadísticamente (P>.05) entre variedades. Las concentraciones de fibra detergente ácido variaron de 35.92 a 41.60 % y la fibra detergente neutro de 57.35 a 63.40 %, con diferencias estadísticas (P<0.05) entre variedades. Las concentraciones de lignina fueron de 6.45 a 7.60 %, pero estadísticamente no fueron diferentes (P>0.05). Las concentraciones de carbohidratos fermentables variaron de 15.15 a 18.40 %, con diferencias estadísticas (P>0.05). La digestibilidad *in vitro* varió de 61.19 a 68.65 %, pero las diferencias no fueron significativas (P>0.05). El TDN varió de 49.77 a 55.19 y la energía neta de 1.13 a 1.29 Mcal/kg de materia seca. (P<0.05).

Los híbridos de maíz evaluados se consideran de regular calidad nutricional. Chalupa (1995) señala que un ensilaje de maíz de alta calidad nutricional con un 50% de grano y 35% de materia seca, tiene 8.0% de PC y 1.68 Mcal/kg de ENl. En relación al sorgo para forraje, las variedades evaluadas se consideran de regular calidad nutricional. Chalupa (1995) señala valores de 64% de FDN, 7.5% de PC y 1.36 mcal/kg de ENl para sorgos de buena calidad nutricional. Los cereales de grano pequeño también se consideran forrajes de regular calidad nutricional. La NRC (2001) reporta para el ensilaje de cebada, un promedio de 12.0% de PC, 56.3 % de FDN, 60.2% de TDN y 22.3% de CNF. En ensilaje de avena se señala 12.9% de PC, 60.6% de FDN, 56.8% de TDN y 15.4% de CNF y para el ensilaje de trigo 12% de PC, 59.9% de FDN, 57.2% de TDN y 17.8% de CNF.

CONCLUSIONES

Existieron diferencias en el valor energético del forraje, entre variedades de maíz, sorgo y cereales de grano pequeño de importancia en la producción de leche de bovino.

El forraje de las variedades de maíz, sorgo y cereales de grano pequeño evaluadas se considera de regular calidad nutricional.

BIBLIOGRAFIA

Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC, Arlington VA.

Chalupa, W. 1995. Requerimientos de Forrajes de Vacas Lecheras. En: La Importancia de los Forrajes en la Optimización Económica. Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutricion y Manejo. Noviembre 13-14. Torreon Coah. P 19-28.

Fox, D. G., Tylutki., M. E. Van Amburg., L. E. Chase., A. N. Pell., T. R. Overton., L. O. Tedeschi., C. N. Rasmussen, and V. M. Durbal. 2000. The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excresion. Animal Science. Mimeo 213. Cornell University. 236 p.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE TRIPLE COSECHA ANUAL DE FORRAJE PARA LA REGIÓN LAGUNERA

Gregorio Núñez Hernández[1] , Rodolfo Faz Contreras[1] y J. Guillermo Martínez Rodríguez [1]

[1] Investigadores del Campo Experimental La Laguna-INIFAP. Blvd. José Santos Valdez 1200. Matamoros, Coah. nunez.gregorio@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

La producción de forrajes en la región lagunera es una actividad agrícola básica en los sistemas intensivos de producción de leche, ya que los forrajes llegan a representar hasta el 60% de la alimentación del ganado en producción. La alimentación del ganado está constituida principalmente por alfalfa y ensilaje de maíz, y en menor grado por ensilaje de sorgo y forrajes de invierno como; cereales de grano pequeño y ballico anual. Sin embargo, la mayoría de las explotaciones no es autosuficiente y compra forraje para cubrir sus necesidades de forraje. En la región es posible aumentar la producción de forraje mediante una triple cosecha de cultivos al año, ya sea con una doble cosecha de sorgo mas una de cereales de grano pequeño en invierno o una doble siembra de maíz mas cereales de grano pequeño en invierno. El maíz para forraje tiene alta productividad, contenidos bajos de proteína y buen valor energético (Peña *et al.* 2002). El sorgo forrajero tiene ventajas en alta productividad de materia seca por unidad de superficie, resistencia a déficit de humedad en el suelo, eficiencia en el uso del agua y tolerancia a suelos salinos en comparación al maíz forrajero, pero su calidad nutricional es menor (Bolsen, 2004). Los cereales de grano pequeño como la avena, trigo, triticale y cebada son forrajes que pueden producir forraje con alto contenido de proteína y energía, pero sus producciones son bajas en estado de crecimiento vegetativo a embuche, pero al inicio de la floración tienen una producción moderada y buena calidad nutricional (Collar y Aksland, 2001). El objetivo de este trabajo fue generar información de opciones para desarrollar sistemas de triple cosecha de forrajes al año.

MATERIALES Y METODOS

Producción de maíz en primavera y verano.

Se realizaron dos experimentos para evaluar la producción y calidad nutricional de híbridos de maíz para forraje en la región Lagunera en primavera y verano del 2003. El experimento 1 se sembró a tierra venida el día 14 de Abril, mientras que el experimento 2 se sembró el 23 de junio. La dosis de fertilización fue 240-80-00 unidades de nitrógeno, fósforo y

potasio. La densidad de población varió de 90,000 a 100,000 plantas/ha en los dos experimentos. Los riegos de auxilio se suministraron a los 28, 46, 66 y 84 días después de la siembra en el experimento 1, y a los 25, 45 y 65 días en el experimento 2. La cosecha se efectuó cuando el grano presentó 1/3 a ½ de avance de la línea de leche (línea que separa el almidón sólido del almidón líquido).

Producción de sorgo forrajero

La siembra se realizó en húmedo el 5 de Abril del 2003, empleando una densidad de siembra de 14 kg/ha de semilla. Se evaluaron variedades de sorgo forrajero, grano y nervadura café. La dosis de fertilización a la siembra fue 120-80-00 de N-P-K, respectivamente. Antes del primer y tercer riego de auxilio, se aplicaron fertilizaciones de 60-00-00 empleando urea ácida líquida. El calendario de riegos de auxilio fue a los 34, 56, 76 y 85 días después de la siembra. La cosecha se efectúo cuando el grano estuvo en la etapa de desarrollo de lechoso-masoso a masoso. Después del primer corte, se fertilizó con 60-00-00 y se aplicaron dos riegos de auxilio a los 23 y 53 días después del corte. La cosecha se realizó cuando el grano presentó estado lechoso-masoso.

Producción de cereales de grano pequeño en otoño-invierno.

Se establecieron dos experimentos el 3 de diciembre del 2002. Se evaluaron variedades de avena, trigo, cebada, triticale y centeno cosechadas en embuche (experimento 1) y al inicio de floración (experimento 2). Se aplicaron un riego de siembra, sobreriego a los 8 días, 35 días y 77 días. En las variedades mas tardías se aplicó un riego adicional a 100 días. La producción de forraje en verde se determinó cuando cada variedad alcanzó el estado de madurez establecida en cada experimento.

En todos los experimentos se tomaron muestras representativas para determinar la concentración de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), y la digestibilidad *in vitro* (DIV) mediante un aparato de espectroscopia de reflectancia en el cercano infrarrojo previamente calibrado.

Todos los experimentos estuvieron en diseños de bloques al azar con cuatro repeticiones. En los experimentos de maíz y sorgo, las parcelas experimentales fueron cuatro surcos de 0.76 cm de ancho y 8 m de largo, y en el caso de los cereales de grano pequeño de 6 x 3 m. Los experimentos se analizaron estadísticamente de acuerdo a los procedimientos descritos por Steel y Torrie (1989).

RESULTADOS

Maíz primavera. El ciclo a cosecha varió de 93 a 110 días. La producción media fue 68.52 ton/ha de materia verde y 22.41 ton/ha de materia seca. Los híbridos de maíz mas sobresalientes tuvieron producciones mayores de 21 ton de materia seca por hectárea ($P<0.05$). EL promedio de proteína cruda fue 7.8 % y la digestibilidad 71.9 %. Los híbridos con más de 72 % fueron estadísticamente superiores a los demás híbridos ($P<0.05$). La concentración de fibra detergente neutro fue 53.7 %.

Maíz verano. El ciclo a cosecha varió de 95 a 104 días. La producción media fue 60.75 ton/ha en materia verde y 20.35 ton/ha de materia seca por hectárea. Solo los híbridos con un rendimiento de materia seca mayor de 18 ton/ha fueron estadísticamente superiores a los demás ($P<0.05$). El promedio de proteína cruda fue 9.0% y la digestibilidad *in vitro* 74.6 %. Los híbridos con más de 75 % de digestibilidad fueron estadísticamente ($P<0.05$) superiores a los demás híbridos. La concentración de fibra detergente neutro fue 57.6%.

Sorgo Primer corte. Los días al primer corte fluctuaron de 93 a 114 días. La producción media de forraje fue 71.85 ton/ha de materia verde y 18.43 ton/ha de materia seca. Las variedades con más de 16.5 ton/ha tuvieron rendimientos superiores ($P<0.05$). La concentración de proteína cruda promedio fue 7.8 % y la digestibilidad 59.72 %. La concentración de fibra detergente neutro fue 66.36 %.

Sorgo segundo corte. Los días a cosecha variaron de 62 a 94 días. La producción promedio de forraje fue 61.28 ton/ha de materia verde y 14.85 ton/ha de materia seca. La concentración de proteína cruda promedio fue 7.8 % y la digestibilidad 59.1 %. La concentración de fibra detergente neutro fue 62.91.

La producción total de forraje verde en los dos cortes varió de 100.33 a 158.72 ton/ha, mientras que la producción de forraje seco varió de 25.96 a 44.57 ton/ha. Las variedades forrajeras tuvieron las mayores producciones de forraje, mientras que las variedades de nervadura café y grano con menor producción de forraje fueron mas digestible.

Cereales de grano pequeño. En estado de embuche los días a cosecha variaron de 83 a 110 días. La producción media de forraje fue de 41.24 ton/ha de materia verde y 6.0 ton/ha de materia seca. El porcentaje promedio de proteína cruda fue 15.27 % y la digestibilidad 75.95 %. La concentración de fibra detergente neutro fue 57.62 %. Al inicio de floración, los días a cosecha variaron de 103 a 121 días. La producción media de forraje fue de 46.59 ton/ha de materia verde y 11.34 ton/ha de materia seca. El porcentaje de proteína cruda fue 10.73 % y la digestibilidad 71.70 %. La concentración de fibra detergente neutro fue 62.33 %.

En el Cuadro1 se presenta un resumen del sistema de triple cosecha

considerando maíz-primavera, maíz-verano o sorgo con dos cortes en primavera-verano y cereales de grano pequeño-otoño-invierno con opciones de cortarse en estado de embuche y al inicio de floración.

CONCLUSIONES

La opción con maíz forrajero primavera + maíz forrajero verano tuvo mejor producción de forraje seco por hectárea y mayor digestibilidad *in vitro*.

La opción con sorgo forrajero con dos cortes tuvo menor producción de materia seca por hectárea y menor digestibilidad *in vitro*; por lo cual se sugiere para terrenos donde no sea conveniente la siembra de maíz.

La opción de cereales de grano pequeño con corte en embuche permite obtener forraje con mayor porcentaje de proteína cruda y digestibilidad *in vitro*, pero menos producción de materia seca por hectárea.

La opción de cereales de grano pequeño con corte al inicio de floración permite obtener mayor producción de forraje seco por hectárea, un porcentaje regular de proteína cruda y un nivel aceptable de digestibilidad *in vitro.*

BIBLIOGRAFIA

Bolsen, K. K. 2004. Sorgum Silage: A Review of 25 Years of Research at Kansas State University. A paper for the Southeast Dairy Herd Mngt. Conf, Macon, GA;

Collar, C. And G. Aksland. 2001. Harvest Stage Effects on Yield and Quality of Winter Forage. 31st California Alfalfa and Symposium. Modesto, CA, UC. Cooperative Extension University of California, Davis.

Peña. R. A., G. Núñez H., y F. González C. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Tec. Pec. Mex. 40:215-228.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583.

Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics (2nd Ed). McGraw-Hill Book Company.

TENDENCIAS ECONOMICAS DEL SECTOR AGROPECUARIO EN LA REGION LAGUNERA 1970-2005.

Ramón Reyes P [1] y Gregorio Núñez [2]

[1] Estudiante del Quinto semestre de Doctorado en Manejo sustentable de los Recursos Naturales en las Zonas Áridas y Semiáridas FAZ-UJED. [2]Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias en la Comarca Lagunera.
Reye.ramon@gmail.com

INTRODUCCION

El liderazgo de la región lagunera como polo de desarrollo agropecuario no es un tema novedoso ya que su presencia en el entorno nacional data del último tercio del siglo XIX como el principal productor de algodón en México. El cultivo del algodonero y el trigo fue la dupla que se significó uno de los principales impulsores del crecimiento económico de la región, de manera paulatina estos cultivos fueron desplazados (por la vid, nogal y cultivos forrajeros) como consecuencia lógica de la flexibilidad principalmente del sector privado para responder al declive del algodón como cultivo principal en la región. La consolidación de la actividad pecuaria, principalmente la producción de leche y la producción de carne de ave han modificado como consecuencia lógica la tendencia y la estructura de la producción agrícola, favoreciendo de manera directa la dominancia de los cultivos forrajeros en la región. Con el propósito de evaluar las tendencias económicas agropecuarias se analizó la información obtenida de fuentes oficiales correspondiente al período de estudio y se seleccionaron los siguientes indicadores: a) Porcentaje de aportación al valor de la producción agropecuaria de los sectores productivos b) Tendencias de la producción por grupos de cultivos c) Aportación al valor bruto de la producción agropecuaria por actividad: agrícola y pecuaria d) Aportación al valor bruto de la producción ganadera por la actividad pecuaria d) Aportación al valor bruto de la producción agrícola por grupo de cultivos.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó o el año 2006, y comprende el período de 1970-2005. Se seleccionó o este período por ser el más completo respecto a la disponibilidad de información de los sectores productivos. La información se presenta en períodos de cinco años para aligerar la variación que se tiene de un año a otro en la información relacionada al valor de la producción agropecuaria y sus principales fuentes. La investigación parte del método analítico sintético y el método estadístico. Los cultivos se clasificaron por grupos y del padrón regional se

seleccionaron aquellos que ocuparon mayor superficie. Básicos: trigo, maíz, sorgo, fríjol; Forrajeros: alfalfa, avena, zacates, maíz, sorgo; Industriales: algodón, cartamo, sorgo escobero; Hortalizas: tomate, melón, sandia, chile; Frutales: vid, nogal y palma datilera. Los datos de los aspectos económicos como el valor de la producción agropecuaria se dan a partir de finales de los años sesenta, es por ello que el análisis se da a partir de 1970. La información estadística de los datos relativos al valor de la producción agropecuaria y sus componentes, para la región lagunera referidos a la unidad básica de superficie cosechada (hectárea), se analizaron como datos absolutos y relativos; esto es, en términos absolutos como hectáreas cosechadas, toneladas de producto, toneladas por hectárea, valor, costos. Así como la expresión relativa en forma de porcentajes en relación a diversos parámetros como totales, promedios de los principales cultivos en la región. Posterior a esto se sintetizó la información para poder obtener una visión global (como grupos de cultivo y como agricultura en general) aquí se contrastó la información relativa a la agricultura con la del sector pecuario para poder establecer relaciones entre las diferentes variables que intervienen en el proceso productivo y explicar el impacto de estas en la estructura productiva del sector agropecuario. La representatividad de los cultivos y actividades pecuarias seleccionadas se representan en las figuras correspondientes en las que se observa que porcentaje de la superficie han ocupado y qué aportación al valor bruto de la producción han aportado desde 1970.

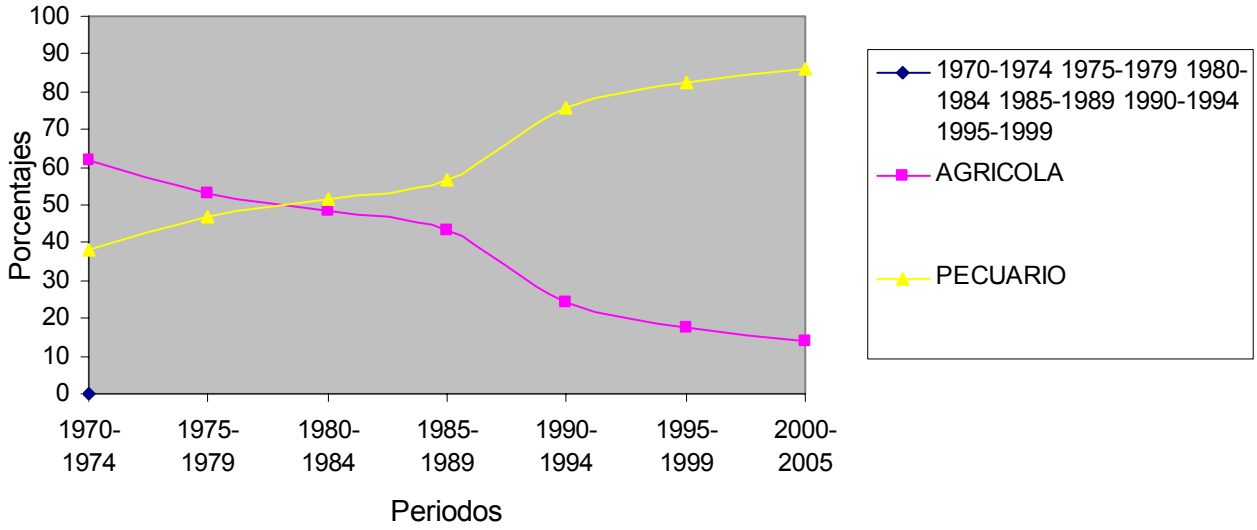


Figura 1. Aportación al valor de la producción agropecuaria por los sectores agícola y pecuario

RESULTADOS Y DISCUSION

El cambio espectacular en la estructura agropecuaria regional se entiende más fácilmente si se observa la dinámica de crecimiento del sector ganadero en la región y el consecuente reacomodo de la estructura agrícola caracterizada por el desplazamiento de cultivos tradicionales como el algodón y el trigo por cultivos forrajeros como alfalfa y avena. Estos cambios han reorientado el flujo de la economía regional, en la figura confirmamos un claro desplazamiento del sector agrícola en sus aportaciones al valor bruto de la producción agropecuaria. En el periodo 1970-2005, su decremento ha sido permanente pues de 62% que generaba del VBP en 1970, en la actualidad no rebasa el 15%. De manera paralela su desplazante; el sector pecuario, en el mismo período mantiene su incremento de manera constante en el período 1980-84 se homologan y en la actualidad aporta mas del 86%.

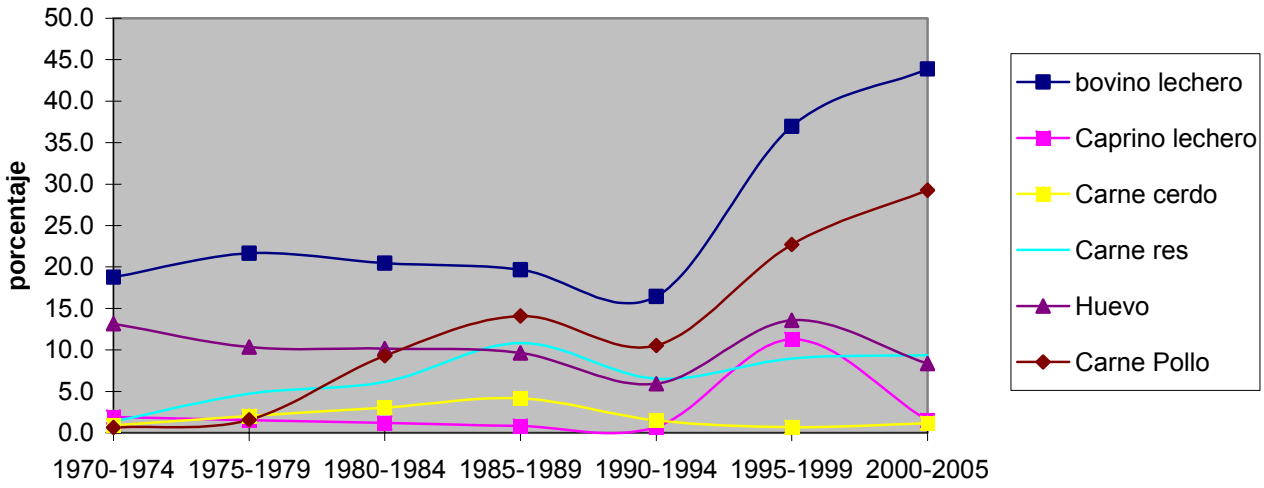


Figura 2. Aportacion al sector agropecuario por actividad pecuaria

Un análisis mas particular del sector pecuario, en ese mismo periodo, nos permite constatar la supremacía del sector lechero (cuando nos referimos al sector lechero asumimos que es leche de ganado bovino, en caso de referirnos a leche de otra especie se precisaría leche de cabra, por ejemplo) pues su aporte al valor bruto de la producción pecuaria ha crecido de 44.5% en el periodo 1970-74 a 51.2% en el 2000-05. Sin duda la actividad pecuaria que le sigue en importancia por su aportación al VBP es el de la producción de carne de Pollo que en 1970-74 aportaba 1.3%, y en 2000-05 se ha incrementado a casi 28%. En la actualidad su aportación solo es superada por el de la leche. Por el contrario la explotación de aves de postura, es una actividad que de manera paulatina pero sostenida ha perdido importancia en la región en el período 1970-74 en que su aportación fue de 33.4%, de manera reciente en el periodo 2000-05 su aportación es solo de 8%. Por otro lado, la actividad relacionada a la producción de carnes (cerdo y res) se mantiene de manera discreta, al inicio del período de estudio ambas aportaban 2 y 4%, respectivamente, los porcinos tuvieron repuntes importantes en toda la década de los ochentas llegando a aportar hasta 6.3% y en el caso de los bovinos de carne estos alcanzaron hasta un 14.8% en 1980-95. La actividad en el sector ganadero se amplia hasta sectores de la producción de miel, de lana, carne de ovino, animales de trabajo, sin embargo, los sectores seleccionados son los mas importantes en la región pues este grupo se mantiene desde 1970 en un rango de aportación al VBP pecuaria de 87.5-99.4% alcanzados en 85-89 y 95-99 respectivamente. Sin duda la producción de leche es el sector mas consolidado, sin embargo, este sector a tenido períodos altibajos en los que francamente su producción no a aportado los porcentajes esperados como en 1985, año en el que solamente

aportó 14.65% y otros en los que su aporte ha estado por encima del 50% como en 1977, 2000, 2001, 2002,2003.

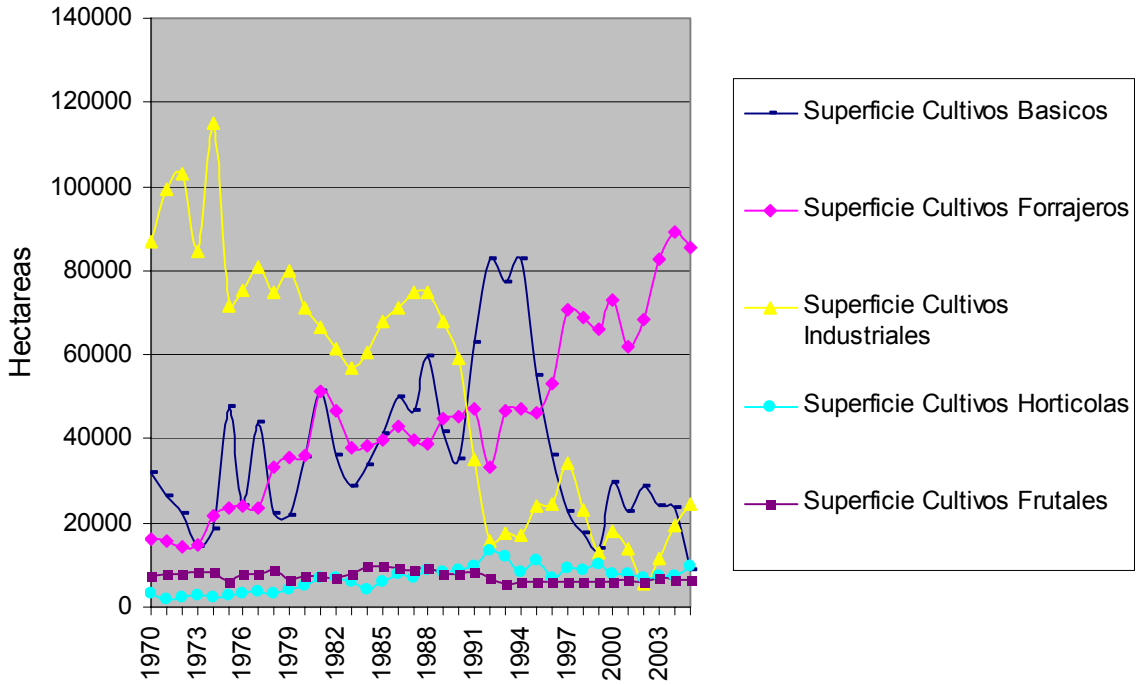


Figura 3. Distribucion de la superficie irrigada de acuerdo al tipo de cultivo en la Region Lagunera 1970-2005.

Un enfoque mas centrado en la actividad agrícola de la región nos indica que si sumamos la superficie anual de cada grupo de cultivos desde 1970 hasta 2005, nos damos cuenta que de cada grupo de cultivos se han establecido: 1, 623, 868 has de forrajeros; 1, 318,920 has de básicos; 241,414 has de Hortalizas: 1, 901,266 hectáreas de Industriales y 263,847 has de frutales. De 1970 a 2005 el grupo de cultivos que mayor repunte ha tenido en la actualidad es el de los forrajeros, pasando de 16,042 (que significaban un 10.8% de la superficie total) que se sembraban en 1970 a 85,403 hectáreas (51.4% del total de la superficie sembrada en la región) en 2005, esto es 432% mas que en 1970. Por mucho el cultivo forrajero mas importante que se ha establecido en La Laguna es la alfalfa, su superficie a evolucionando de 10,328 en 1970 a 39,398 hectáreas en 2005, esto es 281% más que en 1970. En 2005 la alfalfa ocupa un 46% de la superficie dedicada a forrajes. En 1970 el sorgo forrajero tenia una superficie de apenas 716 hectáreas y el maíz forrajero se establece de manera permanente en la región a partir de 1974 con apenas 2903 hectáreas. En el 2005 el maíz y sorgo forrajeros

ocupan 23,916 y 7,651 hectáreas respectivamente. Los cultivos Industriales en el periodo de 1970-74 llegaron a significar el 65.6% de la superficie total y su aportación al valor bruto de la producción agrícola fue de 61.7%. En el período mas reciente 2000-05 la superficie ocupada por ese grupo de cultivos solo alcanza el 10.2% y su aportación al valor bruto de la producción agrícola es de 11.3%. Cuando citamos el grupo de cultivos industriales sin duda el principal referente es el cultivo del algodonero el cual se significó durante mucho tiempo como el principal productor en la Republica Mexicana. En 1970-74, el algodón ocupó en la región 8,7491 hectáreas, esto es casi el 93% de los cultivos industriales, y en 2000-05 la superficie ocupada por este cultivo descendió hasta 10,024 hectáreas, pero sigue ocupando el 82% de los cultivos industriales en la región. A pesar de que la Laguna nunca se ha distinguido como productora de cultivos básicos, este grupo de cultivos de 1970-2005 ha ocupado 1, 318,920 has, solamente abajo del grupo de cultivos forrajeros e Industriales. En este periodo se destaca principalmente el cultivo del trigo que en 70-74 ocupaba poco más del 50% de la superficie dedicada a cultivos básicos. Esto fue hasta inicios de los ochenta cuando el cultivo de maíz tiende a incrementarse en la región auspiciado por la banca de crédito oficial, en 80-84 promedio 20,430 hectáreas, lo que significaba un 37% de la superficie ocupada por ese grupo de cultivos. La etapa más importante en este período es en 1990-94 cuando la superficie de maíz promedia 41,000 hectáreas en la región. En ese mismo periodo y de manera paralela dentro de ese grupo el cultivo de fríjol tuvo su etapa más abundante con 18,997 hectáreas. En la actualidad el cultivo del fríjol tiene poca importancia en 00-05 solo se sembraron 1200hectareas en promedio, limitándose al área de autoconsumo.

BIBLIOGRAFÍA.

SAGARPA. 1970-2004. Anuarios estadísticos de la Producción Agropecuaria. Delegación en la Comarca Lagunera Durango y Coahuila. Subdelegación de planeaciòn y Desarrollo Rural.

Mascorro, V. et al. 1990. La Producción agropecuaria en la Comarca Lagunera (1960-1990). Universidad Autónoma de Chapingo. Subdirección de Investigación. Departamento de Investigación. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.

Ríos, F. 1997. Los cambios en el patrón de cultivos en la Comarca Lagunera 1978-1995. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Economía Agrícola.

ESTUDIO DEL SISTEMA INTENSIVO DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA REGIÓN LAGUNERA.

Gregorio Núñez Hernández[1], Rodolfo Faz Contreras[1], Armando Moreno Hernández[1], María de Jesús Hernández Carrillo[2] y Juan Guillermo Martínez Rodríguez[1].

[1] Investigadores Campo Experimental La Laguna-INIFAP. [2] Alumna de la Facultad de Agricultura y Zootecnia. FAZ – UJED. Blvd. José Santos Valdez 1200. Matamoros, Coah.
nunez.gregorio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La región hidrológica No. 36 de los ríos Nazas y Aguanaval se localiza en los Estados de Durango, Coahuila y Zacatecas. En la parte baja se localiza una de las cuencas lecheras más importantes del país (Región Lagunera). Esta Región, dispone de agua proveniente de ocho acuíferos, de los cuales se extrae 930 Mm^3 (millones de metros cúbicos) y se recarga 513 Mm^3. Por consiguiente, se tiene un desbalance de 415 Mm^3 de agua. La ganadería lechera es la actividad agropecuaria que más se ha desarrollado en los últimos años. En estas explotaciones, la alfalfa es el principal forraje. El problema de escasez de agua se ha visualizado de una manera simplista, relacionándolo con el crecimiento de la superficie de alfalfa. Una visión con enfoque de sistema puede ayudar a entender y buscar una mejor solución al problema. El objetivo de este trabajo fue estudiar el sistema de producción de leche en la Región Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

La caracterización del sistema intensivo de producción de leche se efectuó con información de 43 explotaciones lecheras representativas del sistema intensivo de producción de leche mediante encuestas a propietarios y encargados durante el período de 2000 a 2004. Otro estudio para analizar el proceso de producción de forrajes se hizo con información de ocho explotaciones lecheras. Se obtuvo información de suelos mediante análisis de muestras de Acuerdo a Castellanos *et al*. (2000). Semanalmente, se registró las actividades involucradas en los procesos de producción de los diferentes forrajes en cada explotación. El estudio de eficiencia de riego se realizó con registros de gastos de entrada y salida, largo y ancho de melgas, tiempo de avances de riego a cada 20 m, pendiente y textura del suelo. Esta información se analizó con el modelo SIRMOD. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva.

El estudio de la calidad del forraje, estructura del hato y producción de leche se llevó a cabo con información de otras 10 explotaciones lecheras. Se muestrearon silos y pacas de forrajes. Las muestras se analizaron de acuerdo a los procedimientos de Goering y Van Soest

(1970). Se determinó proteína cruda, fibra neutro detergente, fibra ácida detergente, lignina y energía neta de lactancia. El análisis de la estructura del hato se realizó con el número de cabezas de ganado de las diferentes clases. Se obtuvo información de producción y calidad de la leche. La información se analizó mediante estadística descriptiva. Se estimaron los requerimientos de forraje mediante el modelo CPM (Chalupa *et al.* 1998). El modelo considera el valor nutricional de los forrajes, características del ganado, condiciones de clima y manejo del ganado.

RESULTADOS Y DISCUSION.

La superficie dedicada a la producción de forrajes fue de 101 a 250 hectáreas por explotación, los principales cultivos fueron alfalfa, maíz primavera y verano, así como avena en invierno. En más del 80% de las explotaciones lecheras, se realizaron compras adicionales de forraje para terminar de cubrir sus necesidades de forraje. El gasto disponible de agua para riego fue de 0.6 a 1.0 lps. Se observó que el número de vacas en producción en la mayoría de las explotaciones fue más de 1000 vacas con producciones superiores a 8,000 litros de leche por lactancia. La relación vaca-superficie más frecuente fue de 7.6 a 10.0 vacas por hectárea.

En la producción de forrajes, se observó que las texturas de suelo predominantes fueron migajón franco y migajón arcilloso. En relación a los elementos mayores, en la mayoría de los predios se observaron niveles de 4.96 a 346, 4.45 a 258.8 y de 20.60 a 4356 Kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. En elementos menores, se tuvieron niveles bajos, principalmente de manganeso, fierro, zinc y cobre. El pH de los suelos varió de 6.9 a 8.9, aunque en la mayoría de los suelos, los valores fueron de 8.1 a 8.5. Por otra parte, la salinidad del suelo varió de 0.26 a 5.18 mmhoos/cm, y el porciento de sodio intercambiable de 0.19 a 13.40.

En la producción de alfalfa, el período de siembra mas frecuente fue de noviembre a diciembre. La fertilización de fósforo varió de 104 a 208 kg/ha El número de riegos fue de 8 a 11 y el número de cortes de 8 a 10 en el primer año. En el segundo año de producción, se aplicaron en la mayoría de las ocasiones de 10 a 14 riegos. Los rendimientos de forraje fueron 19.8 y 20.9 ton/ha de heno en el primer y segundo año, respectivamente (Cuadro 1). En maíz forrajero, las siembras se efectúan principalmente del 20 de marzo al 31 de abril en primavera, y después del primero de julio en el ciclo de verano. La densidad de siembra fue superior a 90 mil plantas por hectárea. La fertilización de nitrógeno fue inferior a 150 unidades por ha. El número de riego más frecuente fue de 3 a 4 en primavera, y 3 en verano. La cosecha se efectuó principalmente de 90 a 110 días en los dos ciclos. La producción fue de 41.21 y 36.47 ton/ha

de forraje verde, en primavera y verano, respectivamente. En sorgo, las siembras se efectuaron principalmente del 21 de marzo al 30 de abril. La densidad de siembra mas frecuente fue de 12 a 14 kg/ha. La fertilización fue menor a 150 unidades de nitrógeno y 60 unidades de fósforo. Se observaron variaciones en la aplicación de los calendarios de riego, así como en los días a cosecha. El rendimiento fue de 47.1 ton/ha de forraje verde. La avena fue la principal especie de forraje en invierno. Las siembras se realizaron de finales de septiembre a finales de octubre. La densidad de siembra varia de 100 a 250 kg/ha, siendo más frecuente una densidad de 100 a 150 kg/ha. La fertilización fue menor a 100 unidades de nitrógeno y 80 unidades de fósforo. Se aplican con mayor frecuencia cuatro riegos de auxilio. La cosecha se efectúa de 97 a 134 días. El rendimiento fue de 12. 81 ton/ha de heno. En general, la eficiencia de aplicación de riego considerando todos los forrajes, fue de 61 % y las pérdidas por conducción de 10 a 40 %.

La calidad nutricional en los henos de alfalfa evaluados, se clasificó como buena, ya que los valores de proteína cruda fueron superiores a 18% y tuvieron menos de 40% y 30 % de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido, respectivamente (Cuadro 2). Los valores de energía neta de lactancia variaron de 1.3 a 1.4 Mcal/kg. Este forraje se utiliza en la alimentación de todas las clases de ganado lechero a niveles bajos (2 kg/animal/día) y moderados (6 kg/animal/día). Los ensilados de maíz tuvieron una concentración normal de proteína cruda de 8.2 %. La concentración de fibra detergente neutro promedio fue de 55.2% y la de fibra detergente ácido de 35.6 %. En la mayoría de los casos, el ensilado de maíz fue de baja a regular calidad nutricional con un valor energético menor de 1.3 Mcal/kg de MS (Chalupa, 1995). El ensilado de maíz se utiliza principalmente en vacas productoras tanto en niveles bajos (5 kg/vaca/día) como en niveles altos (18 kg/vaca/día), así como en vacas secas, y becerras en desarrollo. El ensilado de sorgo y el heno de avena son forrajes de baja calidad nutricional, ya que tienen un porcentaje bajo de proteína cruda, altas concentraciones de fracciones fibrosas y un valor energético alrededor de 1.1 Mcal/kg de MS (Bolsen, 2004). Estos forrajes se utilizan principalmente en la alimentación de vacas secas y becerras mayores de seis meses de edad.

Las vacas representan del 50 al 60 % del hato, las vacas secas el 8% y el resto las vaquillas en desarrollo. Las producciones diarias de leche promedio en los hatos fue de 16.6, 26.6 y 37.3 litros diarios para vacas bajas, medianas y altas productoras (Cuadro 3). El contenido de grasa y proteína de la leche fue 3.6 y 3.3 %, respectivamente. A través del modelo, se estimó que las necesidades de materia seca fueron de 6.311.5 a 7.547.8 kg por vaca al año, dependiendo de su nivel de producción. Los forrajes constituyen de 40 % a 80 % de forraje en las raciones y de 85 a 95 % durante el período seco. En total, las necesidades de forraje se estimaron de 3,755 a 3,900 kg de materia seca por vaca al año.

CONCLUSIONES

Las explotaciones lecheras en la Región lagunera, se caracterizan por un gran número de animales, una alta relación vacas-superficie de forrajes y la compra de forraje para complementar las necesidades del ganado a través del año.

Las producciones de forrajes alternativos a la alfalfa como maíz, sorgo y avena tienen rendimientos de forraje promedios bajos con gran variación, así mismo, la eficiencia de riego se considera baja.

Los ensilados de maíz y sorgo, y así como el heno de avena tienen baja calidad nutricional, por lo cual, sé proporciona en cantidades bajas a las vacas en producción o a animales en desarrollo y vacas secas.

Las vacas de la Región tienen altas demandas de materia seca y forraje, lo cual se relaciona a su alto nivel de producción.

BIBLIOGRAFIA

Bolsen, K. K. 2004. Sorgum Silage: A Review of 25 Years of Research at Kansas State University. A paper for the Southeast Dairy Herd Mngt. Conf, Macon, GA;

Castellanos, J.Z., J.X. Uvalle.B., y A. Aguilar. S. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y agua. Collección INCAPA. 226.

Chalupa, W., R. Boston., Ch. J. Sniffen y D. G. Fox. 1998. Development of dairy cow nutritional models. *In*: Advanced Dairy Workshop. Torreón, Coah. 1-42.

Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents procedures and some applications). USDA-ARS Agric. Handbook No. 379.

Undersander, D., D. R. Mertens, y N.Thiex. 1993. Forage analices Procedures. Forage Testing Association. Omaha. NE. 154 p.

PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum,* L.) CON EL USO DE MICROTUNELES Y ACOLCHADO PLASTICO

Josefina Martínez S. Tomas Medina C. Marco A. Vuelvas C.
[1]CENID RASPA, [2]CIRCE Campo Experimental Bajío
e-mail: martinez.josefina@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate es una de las hortalizas de mayor importancia para México; se ha incrementado su producción desde principios de los noventas debido a aumentos en superficie cosechada y a mayores rendimientos por hectárea. Es necesario modificar la tecnología de producción en el cultivo de tomate para hacerlo más competitivo y rentable, con excelentes niveles de presentación. De tal manera, que satisfagan los estándares de calidad, que son requeridas en los mercados internacionales, ya que esta hortaliza esta entre las primeras 10 que se exportan a Estados Unidos. (CIDH 2002). Una de las tecnologías en desarrollo que permite utilizar los sistemas de riego, el acolchado de suelo y los fertilizantes, es el riego por goteo y la plasticultura, con la modalidad del uso de los túneles y acolchados plásticos se ha demostrado que estas técnicas contribuyen significativamente en el incremento de los rendimientos, debido a que imponen una mayor eficiencia en el manejo y nutrición de las plantas con respecto al medio ambiente, esta técnica aplicada en diversas formas propicia condiciones más óptimas para el desarrollo de los cultivos, obteniendo una mayor cantidad y calidad de productos, además permite generar alimentos en épocas propicias sobre todo cuando el producto es limitado en el mercado.

Uno de los grandes problemas que se presentan en el bajío son las bajas temperaturas en los primeros meses del año. Para obtener hortalizas tempranas como en el caso del cultivo de tomate, por consiguiente con el uso de acolchados y túneles, es posible lograr cultivos tempranos y de buena calidad, con buenas oportunidades de comercialización tanto en el mercado nacional como en el de exportación

El objetivo de este trabajo fue cuantificar los beneficios de las cubiertas plásticas con acolchados y túneles, para obtener mejor calidad, precocidad y mayores rendimientos en el cultivo de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación fue financiada por Fundación Guanajuato Produce, A. C., el trabajo se desarrollo en el CIR Campo Experimental Bajío, de Celaya, Gto.

***Manejo del cultivo*.-** La preparación del suelo se realizó en forma tradicional con un barbecho cruzado, rastreo, nivelación y diseño de riego. Las líneas principales del distribuidor fueron de polietileno de 2 ” de diámetro. Las líneas regantes de 1.8 m se colocaron de acuerdo a los tratamientos, los cuales se establecieron con cintilla de calibre 8 mil y con presión de operación de 0.6 Kg cm^2, a 0.3 m la distancia los emisores. Cada línea regante quedó ubicada al centro de dos hileras de plantas separadas.

***Siembra*.** La siembra se realizó la Segunda quincena de diciembre en un invernadero de clima controlado con el híbrido 7075 indeterminado.

***Acolchado*:** Después de la colocación del sistema de riego por cintilla, se colocó el acolchado con una acolchadora mecánica y se utilizó un plástico negro y verde de 1.40 m de ancho, espesor 125 micras, perforado a 0.30 m a doble hilera.

Figura1. Túneles con diferentes colores de plástico en el cultivo de Tomate.

***Microtúneles*.** Los arcos de los microtúneles fueron de varilla de 3/8” de pulgada corrugada, se sujetaron con alambre recocido. Los arcos tuvieron una altura de 0.70 m y se cubrieron de acuerdo a los tratamientos con plástico color verde y transparente. Se realizaron muestreos para detectar plagas dentro de los túneles. En la figura 1 se observan los diferentes

tratamientos con microtúneles así como el desarrollo de la planta dentro de la estructura. Los túneles se colocaron antes del trasplante y se retiraron a los 35 días después del trasplante.

***Diseño experimental*.** Se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones, las parcelas grandes fueron dos épocas de transplante la primera el 15 de enero del 2003 y la segunda el 15 de Febrero del 2003, la parcela mediana la combinación de colores de acolchado y colores de cubierta de túneles

Acolchado negro con túnel verde.

Acolchado negro con túnel transparente

Acolchado verde con túnel verde

Acolchado verde con túnel transparente

En el Campo experimental Bajío las heladas del 18 al 21 de marzo, daño al cultivo de la primera fecha de trasplante (15 de enero). La parcela experimental de cada tratamiento es de una camas de 1.80 m de ancho por 10.0 m de largo cada una y en cada cama se sembraron una hilera de jitomate y la separación entre plantas fue de 0.30 m.

Las variables fueron número de corte y rendimiento total.

Figura 2. Desarrollo de la planta de tomate con espalderas y entutorado.

Fertilización. La fertilización fue de acuerdo a las recomendaciones del campo experimental, con la fórmula 120-60-00 y se aplicó fraccionado.

Tutores o espalderas. Como tutores, se utilizó bambú cuyas vareta fueron de 2.5 m de altura con un diámetro de cinco centímetros, la colocación de cada tutor fue con la distancia de tres m, en el centro del surco y se enteraron a 0.40 m. Se utilizó malla comercial de plástico, con cuadros de 0.20 m por 0.20 de 2 metros de ancho que se intercaló entre los tutores. Para la sujeción de la malla se entremetió alambre galvanizado, en la parte superior y en el centro de la malla, esto fue con la finalidad de proporcionarles más resistencia a los tutores. Figura 2 se observa el desarrollo de la planta de tomate y los tutores de bambú y malla de plástico.

***Podas*.** Las podas se efectuaron cada ocho días quitando los brotes de los tallos laterales, al igual que las hojas más viejas.

Cosecha. La cosecha se realizó a los 15 mayo después del trasplante donde se realizaron 7 cortes.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados obtenidos en rendimiento de tomate de cada uno de sus cortes se presentan en el cuadro 1 en donde todos los tratamientos con acolchado y túnel obtuvieron mayores rendimientos en cada uno de sus cortes.

Cuadro 1. Rendimiento de Tomate por corte en kg ha^{-1} de los tratamientos de acolchado y túneles.

Acolcha/tunel	**1°**	**2°**	**3°**	**4°**	**5°**	**6°**	**7°**	**total**
Ver/transpa	543.4	3801	543.4	10971	7613	19302	14534	67931
Ver/ver	886.9	4450	886.9	13868	9536	18841	16252	78208
Neg/ver	461.4	2812	461.4	11884	8315	18338	10715	64614
Neg/transpa	246.1	2820	246.1	11535	9459	20591	14201	69782
Ver/sintunel	0	1353	0	3707	3614	7026	7598	27200
Neg/sintunel	0	1471	0	3840	4286	12724	11638	41193
Precio $/Kg	**6**	**6**	**6**	**5.5**	**5**	**4**	**2**	

El inicio de cosecha fue a los 12 de mayo días después del trasplante, donde la cosecha de tomate del primero al quinto corte se obtuvo un precio de compra entre 5.00 y 6.00

pesos el kilo. (cuadro1). Es una de las ventajas de utilizar acolchado y túneles, además del adelantar la cosecha se tiene mejores precios en el mercado. Sin embargo los tratamientos con acolchado y sin túnel se tiene menos rendimiento se inicia la cosecha mas tarde 15 días después.

Por medio de la técnica de acolchado y túnel en las etapas tempranas de desarrollo de la planta se obtiene un adelanto en la cosecha de 15 días en relación a los testigos sin túneles y esto se refleja en un mejor precio de venta en el mercado. Este rubro puede ser una justificante para la utilización de esta tecnología en la producción en los cultivos hortícola como el jitomate.

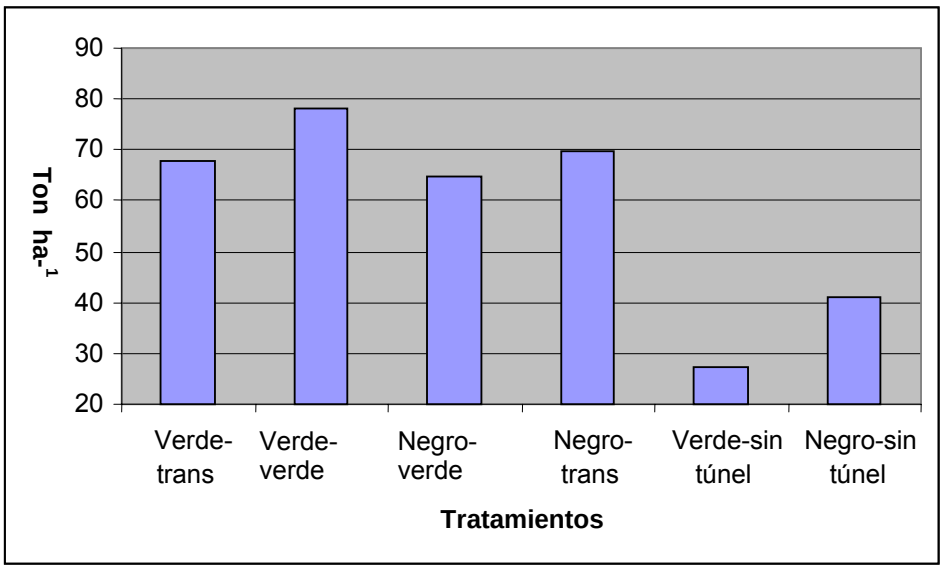


Figura 1 Rendimiento total de cada uno de los tratamientos de tomate.

Los resultados obtenidos de rendimiento total del tomate se presentan en la figura 1 en donde se obtuvo mayores rendimientos en los tratamientos con acolchado y túnel. El tratamiento mas alto fue el de acolchado verde y túnel verde en donde se obtuvo un rendimiento de 78 ton.ha^{-1}, el tratamiento acolchado negro con túnel transparente se obtuvo un rendimiento de 69 ton.ha^{-1}, el acolchado verde con túnel transparente fue de 67 ton.ha^{-1}, y acolchado negro con túnel verde fue de 64 ton.ha^{-1}.

El rendimiento mas bajo fue el acolchado verde sin túneles con 27 ton.ha^{-1}, a este tratamiento se desarrollo maleza dentro del acolchado. El acolchado negro sin túnel tuvo un rendimiento de 41 ton.ha^{-1}, esto fue debido quizás a que estos tratamientos no tenían túneles y

fueron sembrados en fechas tempranas, las temperaturas externas fueron bajas. Además estos dos tratamientos se cosecho a los 15 después de los tratamientos que tenían túnel.

CONCLUSIONES

Con acolchado y túnel se obtuvo un adelanto en la cosecha de 15 días en relación a los testigos sin túneles

Se obtuvieron mejores rendimientos en los tratamientos con túneles y acolchado.

Se refleja en un mejor precio de venta en el mercado.

BIBLIOGRAFIA.

Bustamantes O., González H.V., Liverio M. M. y Zavaleta M. E. 1999. Cambios fisiológicos y micro climáticos inducidos en jitomate por una cubierta flotante. Agrociencias . Colegio de Postgraduados. Vol.33.num1 pags.31-39.

Burgeño B. H. 1996. La fertigación. Los elementos minerales de la fertilización y su relación suelo-planta. Unidos Mexicanos.

Martínez S. J. y Flores L. L. F. 2003. Agricultura Protegida. Túneles para cultivo Capitulo 5 Libro Tecnico No. 1 INIFAP CENID-RASPA. SAGARPA

Martínez S., J. 1999. Evaluación de quipo para acolchado plástico en Canaleta. VIII Congreso de Horticultura. Manzanillo. Col. México 55 P

Martínez S. J., Martínez R. J. G., Mendoza M., S. F., Macias R. H. 2002.Producción de Melón con espaldera, riego por goteo y acolchado plástico. XXXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Pag. 219.

Martínez S. J. Mendoza M. S F., Macias., 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.

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

Salisburry, B. F. y C. W. Ross. 2000. Fisiología de las Plantas Desarrollo Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana Pag. 261-610

SEQUIAS HISTÓRICAS DE LOS ULTIMOS 500 AÑOS DE LA PARTE BAJA DE LA CUENCA NAZAS-AGUANAVAL

José Villanueva Díaz[1], Roque Morán Martínez[1]
Julián Cerano Paredes[1], Juan Estrada Ávalos[1],

[1]INIFAP 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

Las actividades agropecuarias de la Comarca Lagunera dependen en alto grado del suministro de escurrimiento y de la recarga del acuífero del agua producida en la parte alta de las cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval, que se estima alcanza un volumen medio anual de 1,189 x 10^6 m^3, pero de los cuales 1,047 x 10^6 m^3 (88 %) corresponden al río Nazas y solo 142 x 10^6 (12.0%) al río Aguanaval (Descroix et al., 2002; IMTA, 1997). Este volumen es dedicado en su totalidad con fines agrícolas, donde de manera general, la eficiencia de riego es baja en comparación con aquella que se deriva de los volúmenes extraídos del acuífero con ese mismo fin (Comisión Nacional del Agua, 2004). Ambos sistemas endorreicos drenan de manera natural de occidente a oriente y de sur a norte hacia las lagunas de Mayrán y Viesca, respectivamente, sitios que se ubican en la parte más baja (1,100 m) de la región hidrológica 36. La construcción de presas con fines de irrigación en puntos estratégicos de estos sistemas hidrológicos originó la disecación paulatina de estos reservorios naturales que ahora lucen desérticos, con una vegetación xerófita y numerosos componentes halófitos. Actualmente, el agua captada en las presas ubicadas en el río Nazas, se libera durante la estación de crecimiento para irrigar una superficie promedio de 67,000 ha $año^{-1}$, acción que altera de manera significativa el patrón natural de los escurrimientos durante el año para ajustarse al ciclo de desarrollo de los cultivos y que afecta de igual manera el bosque de galería con repercusiones en su dinámica y estabilidad del ecosistema

Para el caso del río Aguanaval, no obstante el escaso volumen de escurrimiento que fluye por su cauce para soportar actividades productivas en la Comarca Lagunera, su importancia estriba en la aportación de agua para riego superficial y recarga del acuífero en la región de Viesca y Matamoros y en el sostenimiento de un ecosistema de galería, en cuyos márgenes se genera la recarga del manto freático. El entendimiento histórico de la presencia de sequías, su duración, intensidad y frecuencia son de valor fundamental para el manejo y planificación de los recursos hídricos; diseño de estructuras hidrológicas, determinación de posibles escenarios climáticos y disponibilidad de agua para diversas actividades económicas y

para consumo humano. Los datos climatológicos e hidrométricos existentes en la cuenca Nazas-Aguanaval son tan cortos y de limitada calidad que inhiben cualquier intento de conocer la variabilidad hidroclimática en el tiempo, en este sentido, los anillos de árboles constituyen la fuente más apropiada para analizar el comportamiento histórico de las sequías, su intensidad, duración y posibles tendencias. De esta manera, el objetivo del presente trabajo es plasmar en este documento la información que se tiene sobre las sequías históricas que se han detectado con anillos de árboles en los últimos cinco siglos para la parte baja de la cuenca Nazas-Aguanaval.

MATERIALES Y METODOS

Área de Estudio

La cuenca Nazas-Aguanaval abarca una superficie total de 55,377 km^2 y forma parte de la región hidrológica 36 en los estados de Durango, Zacatecas y Coahuila, donde los ríos Nazas y Aguanaval tienen un área de drenaje de 35,577 y 19,800 km^2, respectivamente (Figura 1). El régimen de flujo del río Nazas es de carácter perenne y se caracteriza por poseer una descarga máxima de 25 a 74 $m^3 s^{-1}$ en la estación de verano (junio – octubre) y una mínima de 1 a 8 $m^3 s^{-1}$ en las estaciones de invierno y primavera. Por otra parte, el flujo del río Aguanaval es de corta duración, con un máximo de 10 días de flujo continuo, especialmente en la estación de verano y ocasionalmente en el otoño. La geología de la cuenca Nazas-Aguanaval se encuentra dominada por rocas riolíticas, con suelos someros (20 a 60 cm de profundidad) y clasificados morfológicamente como litosoles y vertisoles, aunque también se encuentran presentes otras ordenes de suelos. El clima es subtropical con un régimen de precipitación de verano, donde el 80% de la precipitación se presenta desde mediados de junio hasta las primeras semanas de octubre. La precipitación total anual varía desde menos de 300 mm $año^{-1}$ en la parte baja (<1,200 m) a más de 1000 mm en elevaciones superiores (2,800 a 3,300 m) de la cuenca (Estrada et al., 1993; Descroix et al., 2002). La temperatura media varía de 8 a 24 ^oC en la parte alta, aunque fluctúa de 14 a 20 ^oC para un gran porcentaje de la cuenca. Una vegetación de bosque mixto de coníferas domina las altas elevaciones (2,400 a 3,200 m), pero en elevaciones inferiores (<1,200 m) los encinares, chaparrales y vegetación semidesértica son las comunidades dominantes.

METODOLOGÍA

Núcleos de crecimiento, incrementos o virutas se obtuvieron con un taladro de Pressler de árboles seleccionados de sabino o ahuehuete (*Taxodium mucronatum* Ten.) localizados a lo largo de los márgenes del río Nazas en su tramo Presa Francisco Zarco – Sapioriz, Durango (25° 16' 02", 103° 44' 42"; 1205 m); de manera similar, núcleos de crecimiento de pino piñonero (*Pinus cembroides* Zucc.) se colectaron en árboles seleccionados de un rodal de piñonero ubicado cerca de la cúspide de la Sierra de Jimulco, Torreón, Coahuila (103° 13' 27", 25° 08' 59"; 2840 m). Los núcleos de crecimiento, se identificaron, montaron y pegaron en secciones acanaladas de madera para facilitar su manejo; posteriormente estas se pulieron intensamente con diversos grados de lija. En el laboratorio de Dendrocronología del INIFAP y con la ayuda de un estereomicroscopio trinocular de alta resolución, los anillos se contaron y fecharon al año exacto de su formación mediante el uso de técnicas dendrocronológicas estándar (Stokes y Smiley, 1968). La técnica del fechado cruzado o cofechado utilizada para determinar el año exacto de formación de cada crecimiento, consistió en la identificación de patrones comunes de la variación interanual de los anillos de crecimiento, que se repiten de una muestra a otra, de tal forma, que a cada anillo de crecimiento, se le asignó una fecha exacta al año de su formación. Una vez fechadas las muestras, cada crecimiento individual (anillo total) se midió con un sistema de medición VELMEX con una resolución de 0.01 mm. El cofechado, calidad de la respuesta climática y exactitud de la medición de cada anillo se verificó con el programa COFECHA, el cual correlaciona períodos de 50 años con traslape entre períodos de 25 años (Holmes, 1983). Las tendencias biológicas (competencia, liberación) y geométricas, se removieron con el programa ARSTAN, al insertar una curva exponencial negativa o línea recta a la serie de medición y luego al dividir cada valor anual de medición entre el valor obtenido de la curva. Esto creó una serie de índices normalizados (cronologías) con media de 1.0 y varianza homogénea (Cook, 1987).

Para determinar la influencia del clima en el crecimiento estacional de las especies consideradas, se recopiló de la base climática ERIC (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1997) y de información climática proporcionada por la Comisión Nacional del Agua, aquellas estaciones climáticas 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 (RESPO) incluida en el paquete de Programas Dendrocronológicos de la Universidad de Arizona (DPL, por sus siglas en Inglés). 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 desarrollar la reconstrucción de precipitación en la longitud total de la cronología. A la serie de alta frecuencia (resolución anual) se le ajustó una curva decenal flexible para resaltar la presencia en la reconstrucción de eventos de baja frecuencia como sequías o períodos húmedos. Tanto la reconstrucción de la parte baja de la cuenca del Nazas como del Aguanaval se compararon entre sí para analizar similitudes y diferencias. Las reconstrucciones se compararon para subperíodos comunes de 50 años y se determinó la correlación entre ellas. La presencia de eventos climáticos comunes se interpretó como función al impacto de patrones circulatorios caso específico el Niño Oscilación del Sur.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cronología de ahuehuete respondió significativamente a la precipitación estacional del período julio-septiembre, período donde la cuenca baja del Nazas recibe más el 80% de la precipitación anual que no supera los 300 mm en esta región. La precipitación reconstruida se extiende por más de 500 años en la cuenca baja del Nazas y específicamente para el período 1500 – 2003. No obstante que esta área de la cuenca no aporta un volumen significativo al flujo de agua que circula por el río Nazas, si es de gran importancia para el mantenimiento de los ecosistemas semiáridos entre ellos matorrales y pastizales, fuente de forraje importante para una ganadería extensiva de significancia económica en esta parte de la cuenca. La reconstrucción indica la presencia de sequías recurrentes que se presentaron en los períodos 1509-1520, 1548-1559, 1621-1622, 1684-1691, 1758-1763, 1784-1789, 1809-1811, 1846-1849, 1860-1865, 1922-1923, 1949-1956, 1962-1963, 1981-1985 y 1995-2000. Episodios húmedos se observan para los períodos 1524-1528, 1647-1651, 1679-1685. 1700-1703, 1740-1750, 1871-1880, 1966-1970 y 1988-1992; además, se presentaron años individuales donde la precipitación superó en más del 100 % a la media reconstruida, caso específico los años de 1526, 1649, 1791,1830 y 1991 (Figura 2) (Morán et al., en publicación), situación que está muy relacionada con el efecto del Niño.

Para la parte media-baja de la cuenca del río Aguanaval, la cronología de pino piñonero respondió significativamente a la precipitación estacional septiembre – abril, es decir parte de la precipitación de verano, otoño e invierno, por lo que se desarrolló una reconstrucción de precipitación del período 1641 – 2002 (362 años). En esta región, los árboles de piñonero, no obstante ubicarse en elevaciones cercanas a los 3,000 m, constituyen un “proxy” adecuado de la precipitación que ocurre en altitudes inferiores (<1200 m) como las que caracterizan a la

parte media y baja del río Aguanaval, al explicar más del 50% de la variabilidad en precipitación observada en esta región. Sin embargo, es importante señalar que los árboles de piñonero en las condiciones ecológicas donde se desarrollan registran con mayor fidelidad aquellos años o períodos secos en que la precipitación constituye realmente un factor limitante para su crecimiento. Por otra parte, los árboles modulan con menor fidelidad aquellos eventos de precipitación extremos, donde gran parte de la precipitación se pierde como escorrentía, ya sea porque la precipitación rebasa la tasa de infiltración básica o bien después de haberse saturado la capacidad de almacenamiento del suelo, así como por presentarse en períodos donde la especie no está fisiológicamente activa.

La reconstrucción indica períodos de baja frecuencia en los que la precipitación estacional fue inferior a la media (156 mm), caso concreto son los períodos de 1658-1668, en el que solo un año (1667) mostró precipitación superior a la media; 1698-1705, 1761-1765, 1772-1775, 1785-1790, 1803-1813, 1819-1823, 1860-1863, 1890-1899, 1908-1910, 1916-1918, 1946-1957, donde los años de 1949 y 1952 tuvieron precipitación superior a la media; 1971-1976 y 1998-2002. Los períodos húmedos fueron menos frecuentes y se presentaron en los años 1655-1657, 1743-1747, 1756-1760, 1786-1791, 1833-1837, 1844-1848, 1958-1961, 1964-1971 y 1981-1987 (Figura 2). Muchos de los periodos secos se han detectado simultáneamente en reconstrucciones de precipitación para el norte de México y específicamente para reconstrucciones con anillos de árboles en las Sierras Madre Oriental y Occidental. De esta manera, los períodos secos de las décadas de 1660, 1690, 1790, 1810, 1860, 1890, 1920, 1950, 1970 y 1990, se encuentran presentes en reconstrucciones para Saltillo, Nuevo León y Tamaulipas en el noreste de México (Cerano, 2004; Villanueva et al., 2005) y episodios muy secos como el de las décadas de 1660, 1760, 1860 y 1950 también se encuentran presentes en reconstrucciones para el norte y noroeste de México (Diaz et al., 2002; Cleaveland et al., 2003).

La intensidad de estas sequías comunes ha variado de región en región acorde a las características fisiográficas de cada localidad, distanciamiento al océano, patrones circulatorios dominantes, etc.; sin embargo, es evidente que estas sequías de impacto generalizado han estado influenciadas de manera común por patrones circulatorios de gran magnitud, caso específico El Niño Oscilación del Sur, Monzón de Norteamérica o Monzón Mexicano, entre otros (Stahle et al., 1998). Es importante sin embargo, analizar a detalle la extensión de estas sequías y los probables mecanismos circulatorios que les dieron origen; de esta manera, será posible explicar los eventos de baja frecuencia que se han presentado de manera rutinaria cada 50 ó 100 años en el norte-centro de México y contar con los elementos técnicos para modelar posibles escenarios futuros del clima en esta región del norte de México, lo que es de gran valía

para la planeación del adecuado aprovechamiento de los limitados recursos hídricos con que cuenta esta región.

CONCLUSIONES

El entendimiento de la variabilidad hidroclimática es fundamental, para el manejo del agua, especialmente en una región sujeta a extrema presión social por los recursos hídricos disponibles. 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 registros instrumentales (precipitación y datos hidrométricos), como es en el caso de la Comarca Lagunera no se extienden más allá de los últimos 60 años. La integración de una red de cronologías de árboles en la cuenca Nazas-Aguanaval y cuencas circunvecinas es un proceso dinámico y es básico para generar una perspectiva histórica del clima, entender el presente y tener herramientas técnicas para analizar escenarios climáticos venideros y su impacto potencial en la disponibilidad de los recursos hídricos para diversos fines.

La reconstrucción de la precipitación estacional de la cuenca Nazas-Aguanaval constituye una primera aproximación para el entendimiento histórico de la variabilidad hidroclimática que ha caracterizado a esta región en los últimos 500 años. Las sequías son un fenómeno recurrente que afectan de manera frecuente no solo la cuenca Nazas-Aguanaval, si no también de manera simultánea otras cuencas del norte de México; lo cual se corrobora con la presencia de sequías comunes de alta intensidad y duración que afectaron igualmente desde el centro hasta el norte de México e inclusive centro y sur de los Estados Unidos de América. Así en los últimos seis siglos, estas sequías se han presentado hasta por períodos consecutivos de más de 40 años.

El volumen de flujo que drena hacia los tributarios que alimentan los ríos Nazas y Aguanaval, está relacionado significativamente con la precipitación; las reconstrucciones sin embargo, indican que en los últimos años, esta relación ha decrecido, lo cual puede atribuirse a cambios en el uso del suelo, situación que probablemente ha incrementado el flujo superficial en detrimento del flujo base; este último de mayor importancia en el sostenimiento de una vegetación riparia del cauce de estos ríos, donde se produce la recarga del manto freático. El análisis histórico hidroclimático no debe fundamentarse en el aspecto puramente técnico, si no que debe involucrar aspectos sociales y económicos. El entendimiento de la variabilidad hidroclimática a nivel de resolución anual y multianual, sin embargo es importante para planear un manejo sustentable a corto y mediano plazo de los recursos hídricos con que cuenta la

Comarca Lagunera y otras áreas consumidoras del agua que dependen de los recursos hídricos producidos en regiones hidrológicas enclavadas en la Sierra Madre Occidental.

BIBLIOGRAFÍA

Cerano, P. 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, J., B.T. Burns. 2003. "Tree-ring reconstructed winter precipitation and tropical teleconnections in Durango, Mexico", *Climatic change* 59: 369-388.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2004. Programa hidráulico regional 2002-2006, Región VII: Cuencas Centrales del Norte, Comisión Nacional del Agua. México, D.F. 30 pp.

Cook, E.R. 1987. "The decomposition of tree-ring series for environmental studies". *Tree-ring bulletin* 47: 37-59.

Descroix L, J.F. Nouvelot, M. Vauclin. 2002. Evaluation of an antecedent precipitation index to model runoff yield in the western Sierra Madre (North-west Mexico). *Journal of Hydrology* 263: 114-130.

Diaz, S., M.D. Therrell, D.W. Stahle, D.W., M.K. Cleaveland. 2002. Chihuahua winter-spring precipitation reconstructed from tree-rings, 1647 – 1992. *Climate research* 22 (3): 237-244.

Estrada A J., C. Bouvier, L. Descroix. 1993. Régimen pluviométrico.En: Loyer JY, Estrada-Avalos J, Jasso-Ibarra R, Moreno-Díaz L, editores. Estudio de los factores que influencian los escurrimientos y el uso del agua en la Región Hidrológica 36. INIFAP CENID – RASPA; ORSTOM, DEC. Gómez Palacio, Durango, México. Pp. 25-61.

Fritts, H.C. 1991. Reconstructing large-scale climatic patterns from tree-ring data, University of Arizona Press, Tucson, AZ. 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.

Stahle, D.W., R.D. D'Arrigo, 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, B.T., J. Villanueva-Diaz, L.G. Thompson. 1998. Experimental dendroclimatic reconstruction of the Southern Oscillation. *Bulletin of the american meteorological society* 70 (10): 2137-2152.

Stokes, M.A., T.L. Smiley. 1968. An introduction to tree-ring dating, The University of Chicago. 73 pp.

Villanueva, D.J., B.H. Luckman, D.W. Stahle, M.D. Therrell, M.K. Cleaveland, J. Cerano-Paredes, G. Gutierrez-Garcia, J. Estrada-Avalos, R. Jasso-Ibarra. 2005b. Hydroclimatic variability of the upper Nazas basin: water management implications for the irrigated area of the Comarca Lagunera. *Dendrocronologia* 22 (3): 215-223.

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS EN LOS SUELOS NOPALEROS DE MILPA ALTA FERTILIZADOS CON EXCRETA DE BOVINOS

Rivera J., H. Losada, J. Cortés, J. Vieyra D. Grande y R. Soriano

Depto de Biol. De la Reproducción. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina 09340 México, D.F. E-mail: rmjg@xanum.uam.mx

INTRODUCCION

De acuerdo con INEGI (2000) 7,000 hectáreas en Milpa Alta son dedicadas al cultivo del nopal con una producción estimada de 240,000 ton/año. Las características fisiográficas así como su estratégica posición, como parte de la ciudad han permitido su establecimiento y desarrollo. En la actualidad Milpa Alta produce el 70% de consumo nacional, así como una parte significativa es exportada a USA durante semana santa y fin de año. (Losada, 1996b). Debido a su cultivo intensivo y su constante producción durante el año, los productores de nopal utilizan altas concentración de fertilizantes (orgánicos e inorgánicos). En este sentido la producción de nopal en Milpa Alta se ha caracterizado por la utilización de altas concentraciones de estiércol fresco como fertilizante. Losada (1977) ha calculado la utilización de 600 ton/ha, estas cantidades pueden variar de acuerdo a la disponibilidad de recursos del nopalero; tamaño de parcela así como el nivel de intensificación.

METODOLOGÍA

Se evaluaron suelos de nopaleras de tres productores. Muestras de 250 gramos se tomaron entre los 10 y 40 cm, dependiendo de las condiciones del terreno. En cada nopalera se hicieron diez hoyos al azar, y el suelo extraído fue puesto en una cubeta donde una vez mezclada se tomo y se etiqueto la sub-muestra para su posterior análisis. La Información adicional fue colectada mediante una entrevista al dueño/trabajador de la nopalera, con la finalidad de conocer el manejo que el productor, da a la su nopalera (Jackson, 1982).

Tabla 1. Características de los suelo de los tres de productores de nopal en la zona de terrazas de Milpa Alta

Productor	Clase textural	pH	MO	CIC
1	Arcilloso Arenoso	6.26	3.83	16.0 *2.0* a
2	Arcilloso Arenoso	6.22	4.53	22.0 *3.46* a
3	Arcilloso arenoso	6.64	3.04	16.66 *5.68* a

CONCUSIONES

La textura de los suelos de las tres nopaleras, resulta similar debido a que los tres productores realizan prácticas similares debido al mismo origen de los suelos. Los resultados de pH fueron ligeramente ácidos en comparación con el productor 2, que mostró un valor ligeramente alcalino. Esto quizá fue porque al productor le gusta experimentar con diferentes fertilizantes "orgánicos" distintos al estiércol, debido a la creciente falta de estiércol entre los productores. Además, durante la colecta de muestras de suelo, el productor 2 reporto haber fertilizado tres meses antes de la recolección de las muestras. El cultivo de nopal es complejo y para su compresión integral del sistema debe considerarse no solo el factor suelo también es importante contemplar los aspectos social, económico, cultura y legal.

BIBLIOGRAFÍA

INEGI. 2000. XII CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA 2000. Resultados Preliminares. INEGI. http://www.inegi.gob.mx/. [Accessed 1 Sep 2000]

Jackson, M. L. (1982`). Análisis químicos de suelos. Barcelona Spain.

Losada, H; J. Vieyra; J. Cortés; P. Pealing; H. Martínez; M. López; L. Arias; A. Zamudio and G. Martínez. 1997. [online]. Urban agriculture and livestock in the City of Mexico: an option for a sustainable future. Canada, City farmer. http://www.cityfarmer.org/. [Access 12 June 1998]

VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA SATURADA DE UN SUELO TROPICAL DETERMINADA POR MÉTODOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Moreno Seceña Juan Carlos[1], Martínez Rubín de Celis Enrique [2], Landeros Sánchez Cesáreo [3] Andrade Sánchez Pedro [4] y López Martínez José Dimas[5]

[1]Estudiante de Maestría en Suelos, del Instituto Tecnológico de Torreón Coahuila; México. E mail: suelosit@gmail.com [2]Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón Coahuila. [3] Pofesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados Campus Veracruz.[4] Investigador del INIFAP, Matamoros Coahuila; México. [5] Profesor Investigador de la FAZ_UJED.

INTRODUCCIÒN

La variabilidad espacial de la conductividad hidráulica saturada e infiltración medidas con diferentes métodos han sido muy estudiadas (Zavattaro *et al*., 1999, Bosch y West, 1998). Sin embargo esta propiedad hídrica del suelo es muy variable que depende de sus características físicas, químicas y mecánicas del suelo. Algunos métodos solo consideran algunas características del suelo para determinar la conductividad hidráulica, luego de que el suelo es sometido a tratamientos de laboratorio que alteran las muestras originales. Sin embargo algunos métodos de campo resultan complicados y poco confiables. Es preciso mencionar que los métodos de campo son determinaciones insitu, que respetan la conformación real del suelo y las condiciones a las cuales están sometidas, dichas condiciones que pueden estar dadas por compactación del suelo, salinidad, % de materia orgánica, textura y estructura del suelo principalmente.

En la Región central de Veracruz, en las zonas de influencia de los Ingenios La Gloria y El Modelo, se tienen algunos problemas de drenaje y conductividad del agua en el suelo. Lo anterior poco estudiado pero identificado como un problema en la conductividad hidráulica del suelo. El cultivo de la caña de azúcar es un cultivo que demanda mucha maquinaria agrícola como fertilizadoras, alzadoras, cosechadoras entre otros. Por lo que no se descarta problemas de compactación en estos suelos. Se admite en tanto a escala de una parcela, que las propiedades del suelo de las que depende el flujo del agua y el transporte de partículas y elementos nutritivos, en particular la capacidad de infiltración y/o conductividad hidráulica, presentan una gran variabilidad en el espacio y el tiempo (Byers y Stephens, 1983). Con el fin de analizar los patrones de variabilidad espacial a escala de un suelo del trópico húmedo se llevó a cabo una campaña de medidas de la conductividad hidráulica, a través de métodos de laboratorio y de campo. Los objetivos de este trabajo son: a) caracterizar la variabilidad espacial

de la infiltración en términos estadísticos y b) comparar los resultados de conductividad hidraulica obtenidos con dos métodos de campo y de laboratorio.

MATERIALES Y MÈTODOS

El estudio se realizó en un predio particular, destinado a la producción de caña de azúcar, ubicado en el km 7.0 de la carretera Cardel-Chachalacas en el Municipio de Úrsulo Galván, Veracruz. El predio se ubica en las coordenadas geográficas de 96º 21' 54'' de longitud oeste al meridiano de Greenwioch y 19º 24' 58'' de latitud norte con una altura de 7 msnm. El trabajo se llevó acabo en los meses de Mayo - julio de 2005. La superficie del lote experimental fue de 13200 m^2, con 100 m de largo x 132 m de ancho. Para caracterizar la (K) de este lote, se dividió en 10 secciones proporcionales, donde al azar por cada sección se tomó un punto de referencia para aplicar los métodos para la determinación de la conductividad hidráulica saturada (K); en cada sección fue referenciada la textura y el % materia orgánica del suelo. El proyecto se dividió en dos fases operativas, la primera que consistió en la determinación de (K) por medio de métodos de campo y la segunda fase la determinación de la (K) por medio de métodos de laboratorio.

La determinación de la (K) por medio de métodos de campo, consistió en la utilización del método del pozo y el método del permeámetro de altura constante.

El método del pozo invertido (Figura 1) está basado en la infiltración de agua en el suelo, es utilizado para obtener la (K) de un suelo donde no existe un nivel freático presente. Lo anterior mediante un barreno que construye un pozo y éste se llena con agua hasta que el suelo alrededor y debajo esté prácticamente saturado, la velocidad de infiltración será casi constante.

Figura 1. Método del pozo invertido para (K).

El método del permeámetro de altura constante en muestras inalteradas, esta basado en la medición de la (K) sobre muestras de suelo obtenidas directamente del campo (Figura 2), sin que hayan sufrido ningún proceso de modificación. Lo anterior mediante un tubo de sección y longitud conocidas, por las que fluye agua. Si se aplica un gradiente hidráulico constante y se mide la descarga, se puede calcular la (K) aplicando la ley de Darcy:

$$K = \quad Q / (A\Delta H / L)$$

Donde:

K = Conductividad hidráulica en (cm/s).

Q = Descarga (cm^3 /s).

A = Area de la sección transversal de la muestra (cm^2)

ΔH = Diferencia de carga hidráulica (cm)

L = Longitud de la muestra (cm)

Figura 2. Obtención de muestras inalteradas

La segunda fase que fue la determinación de la de la conductividad hidráulica saturada por medio de métodos de laboratorio, estos métodos aplicados fueron el método del permeámetro de altura constante en muestras alteradas y la utilización del sofware Estimating generalized soil-water characteristics from textura (Saxton, 1986).

El principio del método del permeámetro de altura constante en muestras alteradas es el mismo que para muestras inalteradas, sólo que aquí las muestras de suelo a caracterizar, sufren un proceso de secado y tamizado, después de esto, se rellena un permeámetro de sección y longitud conocidas, por las que fluye agua. Se le aplica un gradiente hidráulico constante y se mide la descarga. Para esta determinación no es necesario utilizar tubos o permeámetros de gran tamaño, por manejo práctico se pueden utilizar permeámetros de menor longitud y diámetro (Figura 3).

Figura 3. Determinación de (K) en muestras alteradas.

El sofware Estimating generalized soil-water characteristics from textura, es un software, utilizado para calcular las principales características hidráulicas de los suelos, entre ellas la conductividad hidráulica saturada. Lo anterior a través de los parámetros de la composición textural de los suelos, por lo que resulta evidente que pasa por alto algunas otras características importantes de los suelos, que influyen en la (K), tales como: la compactación, la estructura, el % de materia orgánica y la salinidad de los suelos principalmente. Aunque este método se ha empleado y se a utilizado de manera práctica para referenciar la conductividad hidráulica del suelo, con resultados desde el punto de vfista práctico, positivos (Landeros *et al.,* 2005).

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadro 1), se muestran datos normales o esperados de acuerdo a la textura de cada muestra de suelo, aplicado para todos los métodos (Rawls, W.J. y D.L. Brakensiek. 1983).

Cuadro 1. Datos comparativos de la conductividad hidráulica (cm/hr) para un suelo del trópico por diferentes métodos.

TEXTURA	Arena-arcilla-Limo	% M.O.	POZO	M. INALT.	M. ALTER.	SOFWARE	Media
FRANCO	34.24-23.16-42.60	2.3	0.78	0.79	0.75	0.68	0.75

FRANCO	32.24-25.16-42.60	2.2	0.63	0.65	0.63	0.58	0.62
FRANCO	33.70-25.30-41.00	2.3	0.65	0.67	0.63	0.56	0.63
MIG. ARCILL.	37.88-30.12-32.00	2.1	0.43	0.43	0.40	0.35	0.40
MIG. ARCILL.	37.88-37.12-25.00	2.3	0.33	0.35	0.30	0.22	0.30
MIG. ARCILL.	37.88-37.12-25.00	2.2	0.35	0.36	0.30	0.22	0.31
MIG. ARCILL.	28.00-38.9-33.10	2.3	0.33	0.37	0.32	0.24	0.32
MIG. ARCILL.	16.00-39.80-44.20	2.3	0.37	0.39	0.37	0.29	0.36
ARCILLA	20.00-41.70-38.30	2.3	0.30	0.31	0.30	0.25	0.29
ARCILLA	22.50-42.00-35.50	2.3	0.30	0.32	0.30	0.23	0.29

Los resultados de la tabla anterior muestran que hay buena concordancia con los cuatro métodos aplicados, a pesar que los dos primeros miden la conductividad en campo. Aunque se observa que para este lote el método del sofware obtuvo los valores más bajos de conductividad hidráulica, lo anterior pudo deberse a que sólo considera los porcentajes de textura, sin considerar los contenidos de materia orgánica del suelo. Los contenidos de materia orgánica para cada sección oscilo entre los 2.1 – 2.3 por lo que esta fue similar en todas las secciones, por lo que no fue un factor que haya causado variación entre los métodos en estudio debido a la igualdad de condiciones.

Sin duda los métodos que más mostraron relación fueron los de campo debido a que sus diferencias no fueron amplias entre estos métodos. De acuerdo a una media ponderada, entre los cuatro métodos, se observa que el método más cercano a esta media es el del pozo. Así mismo, se observó para todos los métodos que al aumentar los porcentajes de arcilla en el suelo, disminuyó considerablemente la conductividad hidráulica del suelo.

CONCLUSIONES

Sea cual fuera el método empleado deben realizarse varias medidas para la determinación de la conductividad hidráulica del suelo, de tal forma que la media de los valores obtenidos sirva para mostrar la tendencia de la permeabilidad.

La eficacia y certidumbre de la medida de la conductividad hidráulica del suelo, además del método depende de la forma operativa y usos por los cuales se mide.

Los métodos de campo con respecto a los métodos de laboratorio, serán similares mientras más homogeneas sean las condiciones del suelo.

BIBLIOGRAFÌA

Bosch, D.D. y L.T. West. 1998. Hydraulic conductivity variability for two sandy soils. Soil Science Society of America Journal, 62: 90-98.

Byers, E. y B. D. Stephens, 1983. Statistical and stochastic analysis ofhydraulic conductivity and particle size in a fluvial sand. Soil ScienceSociety of America Journal, 47: 1072-1080.

K.E. Saxton 1986. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. Soil Sci. Soc. Amer. J. 50(4):1031-1036.

Landeros S. C., Lobato P. T. M., Magaña S. G., Movis G. A., Espinoza R. M. 2003.Tecnificación del Riego en Caña de Azúcar con Redes Pequeñas utilizando Tuberías de Baja Presión. Resumen del Mesa 7 Desarrollo y Transferencia de Tecnología de Riego y Drenaje, Resúmene-Memoria en CD XII Congreso Nacional de Irrigación. Pág. 190. Zacatecas, México. ISBN 968-5231-03-6.

Rawls, W.J. y D.L. Brakensiek. 1983. A procedure to predict Green and Ampt infiltration parameters. Proceedings of the National Conference on Advances in Infiltration, ASAE: 102-112.

Zavattaro, L., Jarvis, N. y L. Persson. 1999. Use of similar media scaling to characterize spatial dependence of near-saturated hydraulic conductivity. Soil Science Society of America Journal, 63: 486-492.

RELACIONES ESTADÍSTICAS ENTRE METALES PESADOS DE LOS SUELOS DEL RÍO BRAVO ASOCIADOS A PARÁMETROS EDÁFICOS

[1] Héctor Iván Márquez Bustillos, [2] Miguel Palomo Rodríguez, [3] Jorge L. Gardea Torresdey [3] y [4] Helvia Rosa Pelayo Benavides

[1] Estudiante de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (ICB), [2] Investigador de INIFAP (Campo Experimental La Laguna). [3] University of Texas at El Paso (Department of Chemistry), [4] Maestro Investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (ICB). hpelayo@uacj.mx

INTRODUCCIÓN

La importancia que tiene el estudio sobre metales pesados es por su elevada toxicidad, alta persistencia y rápida acumulación por los organismos vivos. Los metales pesados a diferencia de los contaminantes orgánicos, no pueden ser degradados químicamente o biodegradados por microorganismos. La Región Paso del Norte comprende el área del Río Bravo que se extiende desde la Presa El Elefante ubicada en la porción central de Nuevo México, hasta Fort Quintman, localizado a 129 km al oeste de El Paso, Texas. En el año 1887 la industria American Smelting and Refinery Company (ASARCO) se estableció a escasos metros del Río Bravo y operó por mas de un siglo (1887-1999) en la ciudad de El Paso, Texas emitiendo cientos de toneladas de plomo, arsénico y cadmio a las comunidades cercanas en ambos lados de la frontera, es decir Ciudad Juárez y El Paso, incluido el Río Bravo.

Tan solo en el periodo 1969 a 1971 el Departamento de Salud del Condado de El Paso encontraron que ASARCO había emitido mil toneladas de plomo al ambiente y para 1975 un estudio encontró una alta absorción de plomo en 43 por ciento de los habitantes que vivían en un radio de una milla de la planta y proyectaba niveles anormales de plomo en 2,700 niños de la localidad entre las edades de uno y diecinueve años de edad.

Los metales pesados una vez depositados en el suelo tienden a permanecer, al menos inicialmente, en los horizontes superficiales, siendo subsiguientemente sometidos a procesos de retención semejantes a los que ocurren en suelos naturales, con la salvedad de que suelen ser incorporados en mayores concentraciones y bajo formas complejas muy variables, dependiendo de la fuente contaminante; entre tales procesos cabe citar los relativos a precipitación como fase sólida del suelo (Méndez *et al.,* 2003), adsorción por coloides inorgánicos-arcillas, oxidos-oxihidróxidos de Fe-Mn y materia orgánica (Ellis y Knezeck, 1972), (Boluda, 1988).

Una de las alternativas de solución para los sitios contaminados por metales pesados, es la fitorremediación que la flora nativa del Río Bravo puede ofrecer, para lo cual Pelayo *et al.,*

(2003) de la UACJ puso en marcha un proyecto orientado a identificar especies vegetales dominantes con presencia de fitoquelatinas capaces de acumular metales pesados.

En la participación del proyecto colaboró un equipo multidisciplinario e interinstitucional, donde fue posible integrar la presente tesis de investigación. El objetivo fue valorar estadísticamente la relación que guardan los metales pesados de los suelos del Río Bravo, con diversos parámetros edáficos, a fin de coadyuvar en la interpretación que ofrece la abundancia o ausencia de los elementos determinados en tres localidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio se localiza sobre el lecho del Río Bravo, ubicado en el municipio de Ciudad Juárez, que se encuentra en la frontera norte del estado de Chihuahua. Su ubicación geográfica se localiza en los 31º 44' 27'' de latitud Norte y 106º 29' 22" de longitud Oeste, a una altura aproximada de 1144 metros sobre el nivel del mar. Fueron establecidas tres localidades de estudio, dos de las cuales giran en torno al sitio en que se ubica ASARCO, que por varias décadas emitió contaminantes a la atmósfera, además de un sitio de comparación ubicado hacia el Valle de Juárez. Los sitios de estudio corresponden para: a) Localidad ubicada sobre el Río Bravo y próxima a la planta ASARCO, b) Localidad ubicada en las compuertas del Río Bravo de la Acequia Madre y c) Localidad ubicada en San Isidro.

Para cada una de las tres localidades de estudio, se tomó como estrategia la identificación de las 10 comunidades vegetales mas abundantes que prosperan a lo largo del Río Bravo; la profundidad de muestreo para suelo correspondió para la rizósfera de cada una de las 10 especies. Se delimitó un total de 44 sitios de muestreo para las tres localidades, correspondiendo a suelo una profundidad igual a la de rizósfera que presenta cada especie y donde preferentemente se registra la mayor densidad de las mismas. En el laboratorio de UTEP se determinaron los metales pesados Mn, Cu, Zn, Fe, Pb y Al, además los elementos totales Co, Ca, P, S, Mg, Ca, Na y K (US-EPA-, 1991). En el INIFAP-Campo Experimental Valle de Juárez, se determinó materia orgánica (MO), granulometría (arena, limo, arcilla), capacidad de intercambio catiónico (CIC), porciento de sodio intercambiable (PSI); además en extractos de saturación se analizó conductividad eléctrica, pH y los iones solubles Ca, Mg, Na, K, HCO_3, SO_4 y Cl (Aguilar-Santelises *et al.,* 1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros edáficos que caracterizan a las tres localidades, presentan una abundante proporción de arena y bajas cantidades de arcillas, además de ser salinos no

sódicos y pobres en materia orgánica. La asociación de metales pesados totales con parámetros fisicoquímicos en general no muestra ninguna diferencia estadística significativa, sin embargo los parámetros que están más estrechamente relacionados, son arcilla-plomo (R^2=0.2877 ns), arcilla-manganeso (R^2= 0.2711 ns) e inversamente proporcional se tienen las relaciones entre arena-plomo (R^2= -0.2238 ns), arena-manganeso (R^2= -0.2611 ns), aunque con valores R^2 negativos lo que asume una disminución de los contenidos de plomo y manganeso, al aumentar los contenidos de arcilla, en tanto aumentan los contenidos de plomo y manganeso al aumentar el porcentaje de arcillas (Cuadro 1).

Manganeso total se asocia de manera no significativa con cloruros solubles (R^2 = 0.2652 ns), aunque la tendencia de regresión parece favorecer una relación que no es estadísticamente significativa. Otro grupo de relaciones no significativas pero que indican una clara tendencia, de estar asociadas, corresponde para capacidad de intercambio catiónico (CIC) con plomo y manganeso. La capacidad de los coloides para adsorber metales pesados, se encuentra asociada al contenido de arcillas. Aun cuando fue baja la presencia de arcillas en los tres sitios de estudio, estas se encuentran estrechamente relacionadas a CIC, donde ligeramente se excedió a 10 C mol (+) kg^{-1}.

Aunque los suelos arenosos de los sitios de estudio son pobres en arcillas coloidales y materia orgánica, deben ser también deficientes en humus, como lo describe Buckman y Brady (1991), aunque ocasionalmente los valores de materia orgánica excedieron al 2 %, debido a los desechos orgánicos y residuos vegetales y ramificaciones de las plantas arbustivas y herbáceas que prosperan sobre el lecho del Río Bravo.

Las relaciones funcionales de correlación que corresponden a elementos totales y parámetros fisicoquímicos de los suelos del Río Bravo y que son altamente significativas corresponden a CE-Na total (R^2 = 0.7134**), Cloruros solubles-sodio total (R^2 = 0.6821 ns), sodio soluble con sodio total (R^2 = 0.6405**), potasio soluble con sodio total (R^2 = 0.3575**), sodio soluble con azufre (R^2 = 0.4503**) y conductividad eléctrica con azufre (R^2 = 0.4168**), Cuadro 2. Existe otro grupo de parámetros que mostraron una correlación significativa al 5 % de probabilidad, destacando cloruros solubles y azufre (R^2 = 0.3651*), arcilla y fósforo (R^2 = 0.3181*), magnesio soluble y sodio total (R^2 = 0.3575*) y finalmente arena con calcio total (R^2 = 0.3358*). En términos generales el sodio total de las muestras de suelo, es el elemento que más influye en las relaciones que guarda con iones solubles.

	CE	Arena	Limo	Arcilla	MO	C	PSI	CIC	Ca+	Na+	K+	Mg+	HCO3-	SO4-	Cl-
Mn	0.1934 NS	**-0.2811 *S**	0.1972 NS	**0.2711 *S**	0.0642 NS	0.0033 NS	0.0807 NS	**0.2248 *S**	0.088 NS	0.1618 NS	0.0587 NS	0.1777 NS	0.0046 NS	0.1592 NS	0.1304 NS
Cu	0.1935 NS	-0.0941 NS	0.1031 NS	0.0597 NS	0.0181 NS	0.0032 NS	0.0767 NS	0.0286 NS	0.0487 NS	0.1648 NS	0.1053 NS	0.0659 NS	0.0045 NS	0.007 NS	**0.2652 *S**
Zn	0.0885 NS	-0.0634 NS	0.0301 NS	0.0728 NS	0.0196 NS	0.0068 NS	0.1249 NS	0.04 NS	0.0247 NS	0.1347 NS	0.0658 NS	0.0116 NS	0.0051 NS	0.011 NS	0.1646 NS
Fe	0.0033 NS	-0.0206 NS	0.0148 NS	0.0233 NS	0.0007 NS	0.0008 NS	0.0076 NS	0.0124 NS	0.0001 NS	0.0011 NS	0.0001 NS	0.0096 NS	0.0365 NS	0.0191 NS	0.0006 NS
Pb	0.0813 NS	**-0.2238 *S**	0.1406 NS	**0.2837 *S**	0.021 NS	0.0002 NS	0.0263 NS	**0.2147 *S**	0.0569 NS	0.0634 NS	0.048 NS	0.0192 NS	0.001 NS	0.0001 NS	0.1335 NS
Al	0.0186 NS	-0.1149 NS	0.0812 NS	0.1278 NS	0.0799 NS	0.0029 NS	0.0162 NS	0.1268 NS	0.0571 NS	0.0035 NS	0.0001 NS	0.0648 NS	0.0001 NS	0.0009 NS	0.0039 NS

	CE	Arena	Limo	Arcilla	MO	C	PSI	CIC	Ca	Na+	K+	Mg+	HCO_3^-	SO_4^{--}	Cl^-
Co	0.0032 NS	0.0002 NS	0.0005 NS	0.0001 NS	0.0401 NS	0.0408 NS	0.0165 NS	0.0001 NS	0.0028 NS	0.0001 NS	0.0001 NS	0.0081 NS	0.0002 NS	0.0486 NS	0.0001 NS
Ca	0.1329 NS	**0.3368** *	0.2389 NS	0.1629 NS	0.0423 NS	0.0469 NS	0.0379 NS	0.2918 NS	0.0607 NS	0.103 NS	0.0371 NS	0.1417 NS	0.0014 NS	0.0486 NS	0.114 NS
P	0.025 NS	0.2826 NS	0.199 NS	**0.3181** *	0.0936 NS	0.0942 NS	0.0259 NS	0.1776 NS	0.0328 NS	0.0396 NS	0.0263 NS	0.0022 NS	0.0593 NS	0.0035 NS	0.0574 NS
S	**0.4168** **	0.1876 NS	0.1431 NS	0.1942 NS	0.061 NS	0.0691 NS	0.2565 NS	0.1425 NS	0.0768 NS	**0.4503** **	0.1663 NS	0.185 NS	0.1075 NS	0.1373 NS	**0.3651** *
Mg	0.1793 NS	0.1629 NS	0.1319 NS	0.1566 NS	0.0691 NS	0.076 NS	0.0021 NS	0.1142 NS	0.0885 NS	0.1534 NS	0.0637 NS	0.111 NS	0.0491 NS	0.1052 NS	0.1321 NS
Na	**0.7134** **	0.0683 NS	0.0706 NS	0.0471 NS	0.009 NS	0.0148 NS	0.0076 NS	0.0229 NS	0.0788 NS	**0.6405** **	**0.4405** **	**0.3575** *	0.061 NS	0.1762 NS	**0.6821** **
K	0.0584 NS	0.2196 NS	0.1781 NS	0.2106 NS	0.0314 NS	0.0343 NS	0.0194 NS	0.1605 NS	0.0788 NS	0.0586 NS	0.0326 NS	0.61 NS	0.0172 NS	0.0073 NS	0.0611 NS

CONCLUSIONES

Los metales pesados totales evaluados en los suelos del Río Bravo guardan la siguiente importancia Fe > Al > Mn > Zn > Cu > Pb. Los cationes totales guardan la siguiente importancia Ca > Mg > Na > K y los fisicoquímicos se caracterizan por abundante proporción de arena y bajas cantidades de arcillas, además de ser salinos no sódicos y pobres en materia orgánica.

Los elementos totales Mg-Ca, Na-S, S-Ca y Mg-S se relacionaron estrechamente con valores R^2 altamente significativos. Manganeso y plomo ofrecieron una aparente relación con capacidad de intercambio catiónico, arenas y arcillas, aunque estas relaciones no fueron estadísticamente significativas. Finalmente sodio total se asocio con los fisicoquímicos CE, Na, K y Cl en forma altamente significativa, en tanto azufre se asocio con Na y CE donde los valores R^2 fueron altamente significativos.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-Santelises, A., J. D. Etchevers y J. Z. Castellanos. 1987. Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Vol. I 214 p. México.

Boluda, H. R. 1988. Relaciones estadísticas entre metales pesados com pH, matéria orgânica y arcillas de la Comarca la Plana (Valencia). Anal. Edafol. Agrobiol. 11-12:1503-1524

Ellis, B. G. y Knezeck. 1972. Adsorption reaction of micronutriments in soils. In: Mortvedt J.J., Giordano P.M., y Lindsay W.L. (Eds). Micronutrients in agriculture. Soil Science Society of America. Madison Wis. USA. 59 pp.

Méndez R. F., J. G. Blanquer, J. García. D. y A. Marqués M. 2003. Relación estadística entre metales pesados y propiedades de suelos de cultivo regados con aguas residuales no depuradas. Interciencia 28(5): 281-285

Pelayo B. H., Gardea T. J., Martínez, A., Corral R. y Palomo R. M. 2003. Búsqueda de plantas con potencial biorremediador asociadas al Río Bravo. Proyecto de investigación UACJ. Ciudad Juárez, Chih.

US-EPA. 1991. Environmental Protection Agency U.S. Methods for the determination of metals in environmental samples. OH, EPA-600/4-91-010

COMPORTAMIENTO DE METALES PESADOS DENTRO DEL PROCESO DE DILUCIÓN DEL AGUA RESIDUAL EN VALLE DE JUÁREZ CHIHUAHUA

Miguel Palomo Rodríguez [1], Uriel Figueroa Viramontes [1]

[1] Investigadores del INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila (México)
palomo.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Por varias décadas el agua residual generada en Ciudad Juárez Chihuahua, se constituye como una importante fuente de abastecimiento para el riego de los cultivos del Distrito de Riego (DR) 009, misma que se mezcla con agua del Río Bravo, producto del Tratado Internacional de 1906 entre México y Estados Unidos, además del mezclado que se realiza con agua de bombeo que se incorpora a lo largo del Valle de Juárez. El mezclado de agua residual permite un importante efecto de dilución, que se refleja en una disminución de la concentración de diversos parámetros contaminantes (Palomo y Figueroa, 2005a).

Durante los últimos 25 años Ciudad Juárez se ha convertido en el principal propulsor de la industria maquiladora de exportación asentado en la frontera de México-Estados Unidos, con un crecimiento en plena expansión y una planta laboral de 238 mil trabajadores; ante esta situación, los productores agropecuarios han mostrado preocupación, toda vez que los desechos de la industria pueden ser incorporados a los sistemas de alcantarillado, donde el agua residual finalmente converge a las parcelas de cultivo. La principal actividad económica se ubica en el ramo de aparatos, artículos y componentes eléctricos y electrónicos; sin embargo la preocupación de los productores se orienta a la posibilidad de que se incorporen metales pesados en los sistemas de alcantarillado.

Existen dos periodos definidos sobre la calidad del agua residual, el primero de ellos comprendido de abril a septiembre donde el agua residual se mezcla con agua de bombeo y agua del Tratado Internacional y coincide este periodo con la mayor demanda evapotranspirativa de los cultivos. El otro periodo que define la calidad del agua residual se presenta en los meses octubre a marzo, en el cual el agua residual no se mezcla con otras fuentes de abastecimiento (Palomo y Figueroa, 2005). Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento de metales pesados en el proceso de dilución del agua residual del Valle de Juárez, Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Valle de Juárez Chihuahua, ubicado a lo largo del Río Bravo, sobre la frontera con el Valle de El Paso, Texas. Previo a la inauguración y operación de las plantas de tratamiento de agua residual de Ciudad Juárez, se desarrolló la presente investigación como parte del proyecto "Contaminación en la agricultura del Valle de Juárez, Chihuahua por el uso de agua residual" mismo que fue financiado por CONACYT, INIFAP y Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Ciudad Juárez (JMAS).

La colecta de muestras de aguas fue llevada a cabo por las brigadas de monitoreo de JMAS e INIFAP. Los criterios que se siguieron para establecer la metodología de monitoreo, se basaron en el concepto de obtener una representatividad en tiempo y espacio del agua residual y residual-mezclada. Fue colectada agua residual cruda que no se ha mezclado con alguna otra fuente de riego, a la altura del kilómetro 17 de la carretera Juárez-Porvenir; aguas abajo se involucraron los sitios que corresponden a San Isidro (Km. 26), Tres Jacales (Km. 39), Guadalupe (Km. 48), Praxedis, G. Gro. (Km. 60) y San José de Paredes (Km. 74). La frecuencia de muestreos se realizó a intervalos de cada mes y por un período de un año para agua residual y para agua residual-mezclada se cubrió el periodo abril a septiembre.

Las muestras fueron colectadas por duplicado para cubrir un respaldo de control de calidad en recipientes de plástico y trasladadas en ambiente de 4º C. El procedimiento de muestreo, preservación, transporte y análisis fue de acuerdo a lo establecido por APHA-AWWA-WPCF (1992), US-EPA (1991) y Assadian *et al.,* (2003). Los elementos analizados fueron Al, As, B, Cd, Cu, Cr total, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Va y Zn. Las rutinas de análisis correspondieron para: a) análisis en plasma ICP para Al, B, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni y Va; b) análisis en absorción atómica y horno de grafito para As, Pb, Cd; c) análisis por absorción atómica por flama para Zn. Los resultados generados fueron comparados con el límite máximo permisible (LMP) para uso agrícola establecido por la norma (US-EPA, 1972).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Elementos en agua residual cruda

Los principales elementos que se presentan en el agua residual cruda tienen el siguiente orden: Al > Mn > Fe > B > Cu > Zn > Li, de acuerdo a la proporción que guardan con el Límite Máximo Permisible (LMP), Cuadro 1. La proporción que guarda aluminio con respecto al LMP es del 72 %, seguido por manganeso con 58 %, fierro representa el 44 %, boro 36 %, cobre con el 27 %, zinc equivale al 12 % y finalmente litio solo el 3 %. Sin embargo todos los elementos

presentan una concentración menor promedio al LMP en doce meses de muestreo y en ningún caso se excede a la norma.

Muchos de estos elementos cumplen una función nutrimental importante en el desarrollo y producción de los cultivos, sobre todo cuando se trata de frutales; varios de estos micro-nutrimentos, son demandados en muy baja concentración por los cultivos, aunque pasan fácilmente de un nivel nutrimental de baja concentración a un nivel tóxico. En términos de contaminación, el agua residual cruda no constituye un riesgo para los recursos del suelo y agua, de manera que se puede utilizar sin ninguna restricción. Por la naturaleza alcalina de los suelos semiáridos del Valle de Juárez, con valores de pH entre 7.3 a 8.6 los elementos evaluados, pueden estar no disponibles para los cultivos y frutales de la localidad.

Cuadro 1. Concentración promedio de metales pesados y metaloides en agua residual sin mezclar durante doce meses de muestreo. Valle de Juárez, Chihuahua.

Elemento	Concentración Promedio anual y desviación estándar (ppm)	Limite máximo permisible (LMP) ppm §	Limite máximo permisible (LMP) ppm ŧ
Al	3.4187 ± 5.859	5.00	20.00
Fe	2.0871 ± 2.902	5.00	20.00
Mn	0.1148 ± 0.042	0.20	10.00
B	0.2725 ± 0.041	0.75	2.00
Zn	0.2443 ± 0.130	2.00	10.00
Cu	0.0553 ± 0.024 e	0.20	5.00
Li	0.0742 ± 0.005	2.50	2.50
As	0.0075 ± 0.002	0.10	2.00
Mo	0.0002	0.01	0.05
Cd	0.0005	0.01	0.05
Cr tot	0.0100	- - -	- - -
Ni	0.0200	0.20	2.00
Pb	0.0090	5.00	10.00
Se	0.0100	0.02	0.02
Va	0.0220	0.10	0.10

§ Para irrigar cualquier tipo de suelo (US-EPA, 1972)
ŧ Apara irrigar durante 20 años sobre suelos de textura fina y pH entre 6.0 y 8.5 (US-EPA, 1972)

Comportamiento de elementos en el proceso de dilución del agua residual

El comportamiento de los elementos evaluados en el agua residual mezclada, no es igual al que presenta el agua residual cruda, ya que al presentarse el proceso de dilución, se incorpora agua del Río Bravo y agua del bombeo profundo, mismas que presentan variadas concentraciones de metales pesados. A lo largo del DR-009 el agua residual mezclada presenta el siguiente orden de importancia; Al > Fe > B > Zn > Mn > Li > Cu > As, Cuadros 2 y 3. Las

concentraciones promedio de cada elemento y compradas con los LMP presentan el siguiente orden: a) aluminio con 4.108 ppm presenta el 82 % del LMP, b) manganeso posee 0.1436 ppm que equivale al 72 % del LMP, c) fierro tiene una concentración de 0.1436 ppm y ofrece el 50 % del LMP, d) boro muestra una concentración de 0.306 ppm para un 41 % del LMP , e) cobre presenta 0.0371 ppm y equivale al 19 % del LMP, finalmente f) arsénico tiene 0.0055 ppm que se traduce en un 6 % del LMP, Cuadros 2 y 3.

La concentración promedio y desviación estándar de los elementos aluminio, fierro, manganeso y boro, Cuadro 2 y que fueron evaluados en agua residual cruda en Loma Blanca, son comparados para las localidades donde se lleva a cabo el proceso de dilución. Aluminio y fierro presentan un comportamiento decreciente en la concentración de estos elementos, debido al efecto de dilución a lo largo del DR-009. Hacia el final del Valle de Juárez se registra la menor concentración de estos elementos.

Para el caso de manganeso se registra una estabilidad en su concentración a lo lago del DR-009, a pesar de la dilución que se lleva a cabo con agua del Tratado Internacional y bombeo; lo anterior obedece a que se registran aportaciones de Mn en el agua de bombeo que se incorpora al canal principal del Valle de Juárez. Para el elemento boro, igualmente no se manifiesta el efecto de dilución, ya que la naturaleza hidrogeoquímica del agua de bombeo profundo, presenta importantes concentraciones de boro, lo que permite que aumente la concentración de este elemento hacia San José de Paredes, que es la localidad previa hacia el final del Distrito de Riego.

Cuadro 2. Variaciones en la concentración de metales pesados y metaloides (ppm) del agua residual cruda y residual mezclada a lo largo del Distrito de Riego 009 del Valle de Juárez.

Localidad		Al	Fe	Mn	B
Loma Blanca £	km. 17	7.160 ± 9.23	4.177 ± 4.42	0.137 ± 0.07	0.267 ± 0.03
San Isidro	km. 26	7.972 ± 8.98	4.209 ± 4.40	0.161 ± 0.04	0.295 ± 0.02
Tres Jacales	Km. 39	3.694 ± 1.84	2.560 ± 1.26	0.152 ± 0.03	0.288 ± 0.01
Guadalupe	Km. 48	2.622 ± 0.96	1.983 ± 1.21	0.132 ± 0.03	0.289 ± 0.03
Praxedis	Km. 60	2.050 ± 1.11	1.139 ± 0.81	0.130 ± 0.04	0.276 ± 0.05
Sn. J. Paredes	Km. 74	1.155 ± 0.84	1.030 ± 0.93	0.151 ± 0.06	0.425 ± 0.04

£ Agua residual cruda en Loma Blanca; en el resto de las localidades el agua es residual-mezclada

El periodo de mezclado corresponde a abril-septiembre

El comportamiento que guarda zinc (Cuadro 3) en agua residual, es creciente aguas abajo de Loma blanca, por la incorporación de este elemento en agua de bombeo, sobre todo en la tercera unidad del distrito y representado por San José de Paredes, aunque en todos los

casos las concentraciones son menores al LMP, establecido por la norma; el caso de cobre mantiene una estabilidad en su concentración desde Loma Blanca hasta Guadalupe, debido nuevamente a incorporaciones de este elemento en agua de bombeo, sin embargo a partir de Praxedis decrece su concentración a mas de la mitad porque en la parte final del DR las concentraciones de cobre son bajas en agua de bombeo.

Cuadro 3. Variaciones en la concentración de metales pesados y metaloides (ppm) del agua residual cruda y residual mezclada a lo largo del Distrito de Riego 009 del Valle de Juárez.

Localidad		Zn	Cu	Li	As
Loma Blanca £	km. 17	0.165 ± 0.17	0.048 ± .023	0.074 ± .008	0.006 ± .001
San Isidro	km. 26	0.235 ± 0.15	0.049 ± .021	0.077 ± .006	0.006 ± .021
Tres Jacales	Km. 39	0.233 ± 0.15	0.042 ± .017	0.078 ± .001	0.006 ± .017
Guadalupe	Km. 48	0.227 ± 0.14	0.046 ± .029	0.076 ± .006	0.005 ± .029
Praxedis	Km. 60	0.167 ± 0.11	0.018 ± .003	0.085 ± .015	0.005 ± .017
Sn. J. Paredes	Km. 74	0.327 ± 0.13	0.020 ± .010	0.093 ± .019	0.005 ± .022

£ Agua residual cruda en Loma Blanca; en el resto de las localidades el agua es residual-mezclada

El periodo de mezclado corresponde a abril-septiembre

En el caso de litio se registra un incremento progresivo desde Loma Blanca hasta el final del Distrito, aun cuando se incorpora agua de bombeo y agua del Río Bravo, lo que denota la presencia de este elemento en agua de bombeo; en ningún caso las concentraciones de litio exceden a lo establecido por la norma. Para arsénico existen variaciones de baja importancia a lo largo del Distrito, sin embargo la mitad del Valle de Juárez se encuentra marcada por una diferencia de una milésima en la concentración de arsénico y en ningún momento se excede a los límites establecidos por la norma para su uso agrícola.

Los elementos molibdeno (0.0002 ppm), cadmio (0.0005 ppm), cromo total (0.0100 ppm), níquel (0.0200 ppm), plomo (0.0090 ppm), selenio (0.0100 ppm) y vanadio (0.0200 ppm), no registran variaciones en su concentración durante el periodo de la investigación, sin embargo las concentraciones de cada uno de ellos, no representa un riesgo a los recursos del suelo y agua, toda vez que se encuentran dentro de los LMP establecidos por la norma.

La alta proporción de la dilución que ocurre para los elementos Al, Fe y Cu se presenta durante los primeros 20 y 40 Km. del DR-009, toda vez que en el Km. 17 (Loma Blanca) se registra el mezclado de agua residual con agua del Río Bravo; los elementos Mn, B, Zn y Li no se ajustan a un proceso de dilución, toda vez que a lo largo del DR se incorporan cantidades importantes de estos elementos. Para el caso de As, Mo, Cd, Cr total, Ni, Pb, Se y Va no presentan variaciones en su concentración.

CONCLUSIONES

Los elementos del agua residual cruda Al, As, B, Cd, Cu, Cr total, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Va y Zn, presentan una concentración menor a los LMP establecidos por la norma y no ofrecen riesgos a los recurso del suelo y agua.

Los principales elementos que se presentan en el agua residual cruda tienen el siguiente orden: Al > Mn > Fe > B > Cu > Zn > Li, de acuerdo a la proporción que guardan con el Límite Máximo Permisible (LMP).

A lo largo del DR-009 el agua residual mezclada presenta el siguiente orden de importancia; Al > Fe > B > Zn > Mn > Li > Cu > As. Los elementos Al, Fe y Cu presentan un efecto de dilución a lo largo del DR-009 por el mezclado de agua residual con agua del Río Bravo y pozos de bombeo profundo.

El comportamiento de los elementos Mn, B, Zn, y Li a lo largo del DR-009 es incrementar su concentración hacia el final del Valle de Juárez, por la incorporación de estos mismos elementos en agua de bombeo profundo. En todos los casos la concentración de los elementos es menor a los LMP establecidos por la norma.

BIBLIOGRAFÍA

APHA-AWWA-WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17 Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. USA

Assadian N. W., C. Vogel., Z. Sheng, U. Figueroa V., and M. Palomo R. 2003. Heavy metal distribution in open canals and drains in the upper Rio Grande Basin. Soil and Sediment Contamination 12(3):305-323

Palomo R. M. y Figueroa V. U. 2005. Removal of bacterial and physical/chemical contamination from waste water by dilution. International Conference on Environmental & Human Health. ICEHH-WERC. El Paso, Texas.

Palomo R. M. y Figueroa V. U. 2005a. Variabilidad espacial de nutrientes en agua residual del Valle de Juárez, Chihuahua. Agrofaz 5(3):95-103

US-EPA, 1991. Methods for the determination of metals in environmental samples. U.S. Environmental Protection Agency. OH, EPA-600/4-91-010

US-EPA, 1972. Water quality criteria. National Academy of Sciences and National Academy of Engineering. Environmental Protection Agency. Washington D. C., Report No. EPA-R373-033. 592 p.

CARACTERIZACIÓN DE LA CARGA NUTRIMENTAL EN AGUA DE DRENES AGRÍCOLAS DEL VALLE DE JUÁREZ

Miguel Palomo Rodríguez [1], Uriel Figueroa Viramontes [1]

[1] Investigadores del INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila (México)
palomo.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua en los sistemas de producción agropecuarios para las zonas áridas, es por lo general escasa; de ahí la necesidad de optimizar en lo posible las fuentes de disponibles de riego. El Valle de Juárez es una zona que tiene diversificadas sus fuentes de abastecimiento hídrico donde en total se cuenta con 179 millones de m^3 (Mm^3), conformado por agua del Río Bravo (41.5 %), agua residual (35.7 %) y agua del subsuelo (22.9 %) que es de naturaleza variadamente salina y salino-sódica, sin considerar el agua extraída por pozos particulares, ni la extraída de la red de drenaje agrícola y que es común utilizarla en la parte final del Distrito de Riego 009 (DR), Rincón *et al.,* (2005).

El periodo critico de escasez de agua para el riego de los cultivos de P-V, se registra entre junio y agosto, lo que ocasiona que se utilice ocasionalmente agua de los drenes agrícolas que se encuentran a cielo abierto, aunque en el cultivo de trigo también se utiliza el riego con esta fuente de suministro durante el periodo marzo-mayo; esta alternativa de riego presenta una elevada concentración salina y salina-sódica, lo que favorece el proceso de salinización de los suelos, eleva la presión osmótica de la solución del suelo y afecta el desarrollo y producción de cultivos (Palomo y Figueroa, 2005 y 2005a).

La red de drenes agrícolas permite evacuar los excesos de riego y precipitación ocasional, en forma de escurrimientos superficiales-subterráneos, así como una importante percolación profunda; tienen como función adicional, evitar que el agua freática somera, ocasione un permanente estado de humedad en los cultivos. La utilización de agua residual y residual mezclada en el Valle de Juárez, presenta una elevada carga nutrimental (Palomo y Figueroa, 2005b); esta condición puede plantear la hipótesis de que los drenes agrícolas y agua freática somera de la localidad, presentan elevadas concentraciones de nutrientes y otros contaminantes, debido al uso adicional de fertilizantes inorgánicos y orgánicos. A este respecto Thomas *et al.,* (1987) indica pérdidas anuales de 14 Kg. N ha^{-1} en campos con drenaje superficial y hasta 31 Kg. N ha^{-1} en campos con drenaje sub superficial (Evans *et al.,* 1989). Investigaciones de Cristóbal *et al.,* (2002) señalan la importancia que tiene la lixiviación de nitrógeno en función del espaciamiento que existe entre los drenes subterráneos, la cual puede alcanzar pérdidas de 14.3 Kg. N ha^{-1} con espaciamientos de 10 metros.

Por lo anterior el objetivo de la presente investigación, fue caracterizar la carga nutrimental que presenta el agua de cinco drenes agrícolas a lo largo del Valle de Juárez, donde se utiliza agua residual y residual-mezclada para el riego de los cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Valle de Juárez Chihuahua, ubicado entre las coordenadas geográficas 30° 50' a 31° 45' latitud norte y 105° 30' a 106° 30' longitud oeste, dentro del Distrito de Riego 009 en la frontera con el Valle de El Paso, Texas. Previo a la inauguración y operación de las plantas de tratamiento de agua residual de Ciudad Juárez, se llevo a cabo el presente estudio como parte del proyecto "Contaminación de la agricultura del Valle de Juárez, Chihuahua por el uso de agua residual" mismo que fue financiado por CONACYT, INIFAP y Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Ciudad Juárez (JMAS); los resultados presentados en este artículo, forman solo una parte del proyecto.

Ubicación de sitios y frecuencia de muestreo

La colecta de muestras de aguas y preservación de las mismas, fue llevada a cabo por la brigada de monitoreos de la JMAS e INIFAP. Los criterios que se siguieron para establecer la metodología de monitoreo, colecta, preservación, transporte y análisis de muestras, se basaron en los procedimientos de APHA-AWWA-WPCF (1992). En el control de calidad se siguió el concepto de obtener una representatividad en tiempo y espacio del agua muestreada. Fue colectada agua de cinco drenes agrícolas en las localidades a) San Isidro (Km. 26) a la altura del mismo ejido, b) dren Caseta (Km. 42) a la altura de la Escuela Secundaria Técnica No. 10, c) dren Placitas (Km. 57) a tres km. en dirección a las Lomas, d) dren Colonia Esperanza (Km. 67) previo a la entrada del ejido, e) dren Porvenir (Km. 80) abajo del puente internacional Fort Hancock Texas. La frecuencia de muestreos se realizó en forma bimestral para agua de drenes agrícolas, en tanto el agua residual cruda que para propósitos de comparación se evaluó durante todo el año fue colectada y analizada en forma mensual. Fueron analizados los parámetros pH, CE (dS m^{-1}), relación de adsorción de sodio (RAS), nitrógeno en sus formas total, amoniacal ($N\text{-}NH_4$), nitratos ($N\text{-}NH_3$) y nitritos ($N\text{-}NO_2$), así como fósforo, fosfatos totales y ortofosfatos (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento nutrimental de agua residual cruda y residual-mezclada

Existe una estabilidad en la concentración de N-total y $N\text{-}NH_4$ durante el ciclo O-I para agua residual cruda, sin embargo para $N\text{-}NO_2$ se presenta un decremento hacia el final del DR-009; al comparar las aportaciones nutrimentales que se registran en el ciclo O-I con respecto a P-V, se tiene que N-total del agua residual cruda es 116 % superior a la registrada en PV, en tanto $N\text{-}NH_4$ es 142 % mayor en agua residual cruda durante O-I con respecto a P-V y finalmente $N\text{-}NO_2$ es 150 % mayor en O-I que en el ciclo P-V debido a la dilución que se registra a lo largo del Valle de Juárez (Figura 1). Para el ciclo P-V se registra un decremento progresivo hacia el final del DR-009 de todos los nutrientes nitrogenados y fosforados, debido al efecto de dilución que se realiza con agua del Río Bravo y agua de bombeo profundo.

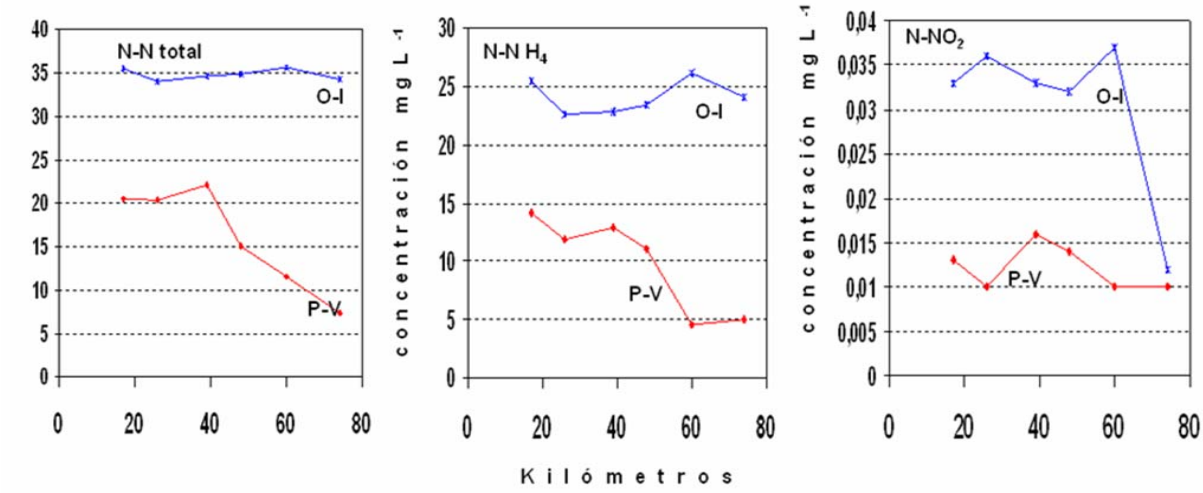


Figura 1. Variaciones estacionales de nutrientes nitrogenados en el ciclo O-I para agua residual cruda y ciclo P-V en agua residual mezclada a lo largo del Valle de Juárez Chihuahua.

La información generada señala que para el ciclo O-I se registra igualmente una mayor aportación de nutrientes fosforados con respecto al ciclo P-V en el que se lleva a cabo un proceso de dilución; para el caso de fósforo se tiene 62 % más en el ciclo O-I que el ciclo P-V, en tanto para fosfatos totales se presenta una concentración que es 64 % superior en O-I y finalmente ortofosfatos representa una concentración mayor en el ciclo O-I tan solo del 4 % (Figura 2).

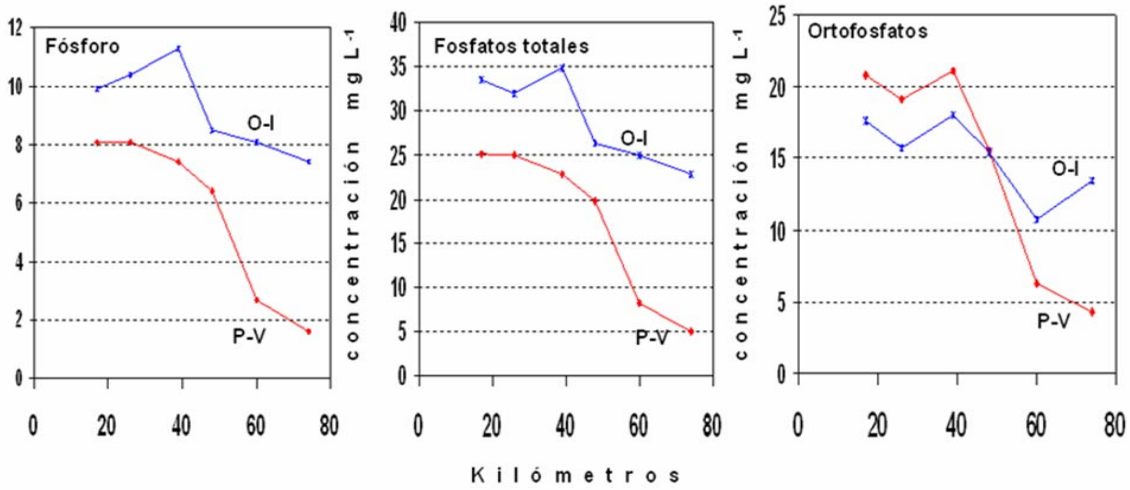


Figura 2. Variaciones estacionales de nutrientes fosforados en el ciclo O-I para agua residual cruda y ciclo P-V en agua residual mezclada a lo largo del Valle de Juárez Chihuahua.

Caracterización de nutrientes en drenes agrícolas

El agua de los drenes agrícolas registran un aumento en los valores pH hasta 8.2 hacia el final del Distrito (dren Porvenir) por la incorporación de agua de bombeo que posee importantes concentraciones de bicarbonatos y predominan los iones calcio y magnesio. Para propósitos de irrigación, el agua de los drenes es de alto riesgo por la elevada concentración salina y sódica, sobre todo en los drenes Caseta y Porvenir (puente internacional Fort Hancock), Cuadro 1. El dren Placitas, recibe los efluentes de una lechería de manera que la carga nutrimental (fósforo, fosfatos totales y ortofosfatos) es marcadamente diferente al resto de los drenes. En tanto el dren San Isidro, recibe aportaciones de agua residual a la altura de Loma Blanca y es el único que recorre todo el Valle de Juárez hasta donde finaliza el DR-009.

Es deseable que los productores del Valle bajo no utilicen preferentemente el agua de los drenes agrícolas par abastecer el riego de los cultivos, toda vez que son muy altamente salinas y ponen en riesgo la capacidad productiva de los cultivos de algodón y trigo. Independientemente de las decisiones que tomen los productores a este respecto, las mayores aportaciones de nitrógeno se pueden traducir hasta en 26 Kg. ha^{-1} par San Isidro por cada riego de auxilio en la que se aplique una lámina de riego de 15 centímetros, en tanto para Placitas es de 29 Kg. N ha^{-1}, para Colonia Esperanza se pueden incorporar hasta 22 Kg. N ha^{-1} y finalmente para Caseta corresponden 18 Kg. N ha^{-1}.

Cuadro 1. Concentración promedio de parámetros nutrimentales en agua de cinco drenes agrícolas del Valle de Juárez Chihuahua y comparado con agua residual cruda.

Parámetro	Dren Agrícola					Agua residual cruda
	San Isidro Km. 26	Caseta km. 42	Placitas km. 57	Col. Esperanza km. 67	Porvenir km. 80	
pH	7.616	7.460	8.060	7.766	8.233	7.509
CE (dS m^{-1})	1.575	10.096	5.725	3.499	6.998	1.594
RAS	3.46	14.58	8.96	5.63	9.93	3.38
N-total ($mg\ l^{-1}$)	28.10	13.64	29.58	16.79	4.14	29.39
$N\text{-}NH_4$ ($mg\ l^{-1}$)	17.25	12.40	19.85	14.40	5.65	21.95
$N\text{-}NO_3$ ($mg\ l^{-1}$)	0.087	0.184	0.087	0.271	0.221	0.102
$N\text{-}NO_2$ ($mg\ l^{-1}$)	0.021	0.042	0.030	0.039	0.025	0.028
Fósforo ($mg\ l^{-1}$)	8.17	1.38	6.47	3.53	0.24	9.32
Fosfatos totales ($mg\ l^{-1}$)	25.08	3.88	19.85	10.71	3.82	28.60
Ortofosfatos ($mg\ l^{-1}$)	15.43	2.48	14.00	2.35	1.09	20.58

El dren Porvenir es el que menos aportaciones registra de nutrientes nitrogenados, sin embargo las concentraciones de $N\text{-}NO_3$ son las más altas registradas, junto con el dren de Colonia Esperanza. Para el caso de ortofosfatos únicamente los drenes San Isidro y Placitas registran elevadas concentraciones que pueden ser de beneficio para los cultivos y no representan más que el 70 % de los ortofosfatos que presenta el agua residual cruda.

CONCLUSIONES

El agua de los drenes agrícolas presenta elevadas concentraciones de sales disueltas totales y sodio, que al incorporarlas en el riego de los cultivos, pueden fomentar un proceso de salinización acelerado de los suelos; la mayor concentración CE-RAS se presenta para los drenes caseta > porvenir > placitas, donde se excede a los LMP para uso agrícola.

Las mayores aportaciones de nitrógeno se pueden traducir hasta en 29 Kg. N ha^{-1} para Placitas, 26 Kg. N ha^{-1} para San Isidro, 22 Kg. N ha^{-1} para Colonia Esperanza y 18 Kg. ha^{-1} para Caseta por cada riego de auxilio de 15 centímetros de lámina.

Colonia Esperanza, Caseta y Porvenir registran las mayores aportaciones de nitratos, aun a las que posee el agua residual cruda, en tanto la mayor concentración de nitritos se presenta en Caseta, Colonia Esperanza y Placitas.

BIBLIOGRAFÍA

APHA-AWWA-WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17 Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. USA

Cristóbal, A. D., O. Palacios V., G. Nikolskii G., F. Gavi R., D. Palma L., E. Carrillo A., y J. Peña C. 2002. Lixiviación de nitrógeno en función del espaciamiento entre drenes subterráneos en Tabasco. Agrociencia 36: 291-304

Evans, R. O., J. William W., and R. Skaggs W. 1989. Managing water table management systems for water quality. Irrig. Drain Div., ASCE 237 p.

Palomo R. M. y Figueroa V. U. 2005. Ensalitramiento de suelos por frecuencias de riego al utilizar agua altamente salina en algodonero. Memorias XVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED., pag. 475-480

Palomo R. M. y Figueroa V. U. 2005a. Tolerancia a salinidad de genotipos de canola (*Brassica napus y rapa*) en etapas tempranas de desarrollo. Memorias XVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED., pag. 481-486

Palomo R. M. y Figueroa V. U. 2005b. Variabilidad espacial de nutrientes en agua residual del Valle de Juárez, Chihuahua. Agrofaz 5(3):95-103

Rincón, V. C., Flores, O. M., Palomo R. M. y Soto V. L. 2005. Memorias Simposio "Colaboración binacional para la conservación del agua en la región Paso del Norte". Environmental Defense-Paso del Norte Water Task Force-INIFAP. Cd. Juárez (México), 103 p.

Thomas, D. L., A. Shirmohammadi and R. Lowrance. 1987. Evaluation of surface and outflow water quality from drainage-subirrigation system in the Georgia Flatwoods. University of Georgia, Agric. Eng. Dep. Publ., pp. 3-86

VARIACIONES ESTACIONALES DE CONTAMINANTES FISICOQUÍMICOS EN AGUA RESIDUAL PARA EL VALLE DE JUÁREZ CHIHUAHUA

Miguel Palomo Rodríguez [1], Uriel Figueroa Viramontes [1]

[1] Investigadores del INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila (México)
palomo.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El agua residual generada por Ciudad Juárez, Chihuahua ha aumentado progresivamente con el crecimiento de la población, industria, servicios de potabilización y alcantarillado que se extienden hacia diferentes rumbos de la ciudad. Actualmente se generan 3.8 M^3 seg $^{-1}$, lo que se traduce en 119 millones de metros cúbicos (Mm^3) anuales de aguas residuales, mismas que se utilizan en el riego agrícola del Valle de Juárez. El agua residual se mezcla con dos fuentes de abastecimiento, con el propósito de ocasionar una dilución y amortiguar la carga contaminante, para lo cual se utiliza agua del Tratado Internacional entre México y Estados Unidos (74 Mm^3) anuales, así como agua de bombeo de naturaleza salina y salino-sódica (16 Mm^3), (Palomo y Figueroa, 2005)

Existen dos periodos definidos sobre la calidad del agua residual, el primero de ellos comprendido de abril a septiembre donde el agua residual se mezcla con agua de bombeo y agua del Tratado Internacional y coincide este periodo con la mayor demanda evapotranspirativa de los cultivos. El periodo O-I que define la calidad del agua residual se presenta en los meses octubre a marzo, en el cual el agua residual no se mezcla con otras fuentes de riego, aunque ocasionalmente se incorpora agua de bombeo para complementar el aniego de parcelas que serán sembradas con algodonero.

Durante el periodo invernal (O-I) en que no se lleva a cabo el mezclado de agua residual con agua del Río Bravo y agua de bombeo profundo, puede presentarse un proceso de auto purificación físico con una consecuente degradación y descomposición de la materia orgánica en las corrientes contaminadas, hasta un punto tal que el agua residual recupera parcialmente su condición física y química, ya que interviene el tiempo, distancia de recorrido dentro del Distrito de Riego, temperatura, abastecimiento de oxigeno y factores ambientales que regulan el desarrollo biológico. El agua residual que circula por los canales y drenes a cielo abierto, pueden incorporar metales pesados en los sedimentos y suelos según lo investigado por Assadian *et al.,* (2003).

Por otro lado la dilución que se presenta en el ciclo P-V permite una remoción significativa de parámetros físico químicos y nutrientes (Palomo y Figueroa, 2005a), aunque el

proceso de dilución esta en función del volumen de mezclado o proporción de dilución. El objetivo de la investigación fue establecer las variaciones estacionales de diferentes contaminantes fisicoquímicos del agua residual-mezclada en primavera-verano y agua residual sin mezclar para otoño-invierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Valle de Juárez, Chihuahua ubicado al norte del Estado de Chihuahua y localizado entre los meridianos 105° 30' y 106° 30' de longitud oeste y los paralelos 30° 56' y 31° 45' de latitud norte; la zona indicada, se presenta en forma alargada a lo largo del Río Bravo y comprende los municipios de Juárez, Guadalupe y Praxedis, G. Guerrero.

Previo a la inauguración y operación de las plantas de tratamiento de agua residual de Ciudad Juárez, se llevó a cabo el presente estudio, mismo que forma parte del proyecto "Contaminación en la agricultura del Valle de Juárez, por el uso de agua residual" y que fue financiado por CONACYT-INIFAP y Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Ciudad Juárez (JMAS). La colecta de muestras de aguas y preservación de las mismas, fue llevada a cabo por la brigada de monitoreos de la JMAS e INIFAP. Los criterios que se siguieron para establecer la metodología de monitoreos, se basaron en el concepto de obtener una representatividad en tiempo y espacio del agua residual monitoreada. Fue colectada agua residual cruda que no se ha mezclado con alguna otra fuente de riego (octubre-marzo) y agua residual mezclada (abril-septiembre). Los sitios de muestreo correspondieron a Loma Blanca, Km. 17 de la carretera Juárez-Porvenir y aguas abajo se involucraron los sitios que corresponden para San Isidro (Km. 26), Tres Jacales (Km. 39), Guadalupe D. B. (Km. 48), Praxedis, G. Gro. (Km. 60) y San José de Paredes (Km. 74). La frecuencia de muestreos se realizó a intervalos mensuales.

La colecta, preservación, transporte y análisis de muestras se realizó bajo los procedimientos de APHA-AWWA-WPCF (1992) y los parámetros analizados fueron pH, CE (dS m^{-1}), RAS, grasas y aceites, detergentes o sustancias activas al azul de metileno (SAAM), N-total, N-NH_4, N-NO_2, P, fosfatos totales, ortofosfatos, fluoruros, turbidez y sólidos (volátiles, sedimentables y suspendidos totales).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen variaciones crecientes en los parámetros fisicoquímicos pH, CE (dS m^{-1}) y RAS en el ciclo P-V, hacia el final del Distrito de Riego 009 (DR-009), debido al mezclado de agua

del Río Bravo y progresiva incorporación de pozos de bombeo a lo largo del DR y que son de naturaleza alcalina y de mayor salinidad-sodicidad (Cuadro 1). Por el contrario grasas y aceites presenta un decremento progresivo a lo largo del Valle de Juárez, por la proporción de mezclado que se presenta con agua del Río Bravo y pozos profundos. Durante el ciclo O-I se presenta una estabilidad para la concentración de CE-RAS, en tanto grasas y aceites registra un 71 % mayor al que ocurre en P-V y solamente hacia el final del DR-009 ocurre un decremento que puede estar dado por incorporaciones menores de agua de bombeo, ya que durante O-I los productores de algodón intensifican la práctica de aniego, por lo que ocasionalmente proceden al bombeo profundo.

Cuadro 1. Variaciones estacionales del agua residual mezclada (P-V) y sin mezclar (O-I) para diferentes localidades del Valle de Juárez, Chihuahua.

Localidad	pH	CE dS m^{-1}	RAS	Grasas y aceites mg l^{-1}	
Loma Blanca	7.53 ± 0.05	1.56 ± 0.12	4.65 ± 3.3	57.7 ± 26	
San Isidro	7.50 ± 0.14	1.42 ± 0.12	5.43 ± 3.6	38.4 ± 12	
Tres Jacales	7.52 ± 0.05	1.49 ± 0.16	5.72 ± 3.4	38.1 ± 17	P
Guadalupe, D.B.	7.70 ± 0.14	1.46 ± 1.40	5.43 ± 3.9	38.5 ± 36	V
Praxedis, G. Gro.	7.90 ± 0.11	1.46 ± 0.41	5.16 ± 2.3	15.4 ± 10	
Sn. José Paredes	7.92 ± 0.33	3.75 ± 2.94	6.47 ± 4.5	13.8 ± 3	
Loma Blanca	7.70 ± 0.47	1.62 ± 0.04	4.78 ± 1.5	70.9 ± 29	
San Isidro	7.80 ± 0.35	1.64 ± 0.03	4.81 ± 0.9	64.9 ± 9	
Tres Jacales	7.60 ± 0.28	1.64 ± 0.04	4.97 ± 1.1	65.3 ± 46	O
Guadalupe, D.B.	7.94 ± 0.34	1.56 ± 0.07	4.84 ± 1.4	101.0 ± 99	I
Praxedis, G. Gro.	8.16 ± 0.28	1.77 ± 0.30	4.69 ± 0.8	19.7 ± 13	
Sn. José Paredes	8.15 ± 0.34	1.57 ± 0.09	4.82 ± 0.9	25.3 ± 7	

† Periodo abril-septiembre (PV) con dilución, ‡ Periodo octubre-marzo (O-I) sin dilución

Un efecto de dilución progresivo hacia el final del DR-009, se presenta en el ciclo P-V, para los parámetros SAAM, N-total, $N\text{-}NH_4$ y $N\text{-}NO_2$ (Cuadro 2), debido a la incorporación de agua del Río Bravo y agua de bombeo profundo. Por otro lado, la concentración de detergentes (SAAM) y N-total, es en promedio 116 % mayor en el ciclo O-I comparado con P-V, ya que en O-I no se utiliza el agua del Río Bravo. En el ciclo O-I el parámetro SAAM guarda estabilidad en su concentración hasta la localidad de Tres Jacales, sin embargo aguas abajo presenta una menor concentración, probablemente por el vertido de agua de bombeo en baja escala. Durante el ciclo O-I la concentración de $N\text{-}NH_4$ y $N\text{-}NO_2$, es 142 % mayor a la registrada en P-V y ambos parámetros guardan estabilidad en su concentración hacia el final del DR-009. La incorporación de nutrimentos nitrogenados a las parcelas de cultivo durante P-V pueden llegar a 100 Kg. N ha^{-1} por ciclo a lo largo de 55 Km. del DR-009 (Palomo y Figueroa, 2005b), sin embargo durante el

ciclo O-I las incorporaciones de estos mismos nutrimentos aumentan hasta en un 30 % para nitrógeno.

Cuadro 2. Variaciones estacionales del agua residual mezclada (P-V) y sin mezclar (O-I) para diferentes localidades del Valle de Juárez, Chihuahua.

Localidad	SAAM mg l^{-1}	N-tot mg l^{-1}	$N\text{-}NH_4$ mg l^{-1}	$N\text{-}NO_2$ mg l^{-1}	
Loma Blanca	17.5 ± 2.7	20.5 ± 6.9	14.1 ± 4.6	.013 ± .005	
San Isidro	9.8 ± 3.2	20.4 ± 5.3	11.9 ± 2.4	.010 ± .001	P
Tres Jacales	10.7 ± 4.1	22.1 ± 7.3	12.9 ± 4.1	.016 ± .009	V
Guadalupe, D.B.	8.1 ± 1.4	15.0 ± 1.6	11.1 ± 2.2	.014 ± .006	
Praxedis, G. Gro.	1.3 ± 3.1	11.5 ± 9.1	4.6 ± 2.2	.010 ± .006	
Sn. José Paredes	3.4 ± 2.8	7.3 ± 5.8	5.0 ± 5.1	.010 ± .005	
Loma Blanca	22.1 ± 2.6	35.5 ± 3.8	25.4 ± 4.5	.033 ± .039	
San Isidro	24.5 ± 2.4	34.0 ± 6.4	22.6 ± 4.6	.036 ± .048	
Tres Jacales	22.6 ± 7.3	34.7 ± 6.9	22.8 ± 6.3	.033 ± .045	O
Guadalupe, D.B.	14.1 ± 6.1	34.9 ± 3.1	23.4 ± 4.7	.032 ± .042	I
Praxedis, G. Gro.	11.8 ± 7.8	35.7 ± 3.3	26.1 ± 1.3	.037 ± .046	
Sn. José Paredes	14.6 ± 4.8	34.3 ± 3.6	24.1 ± 0.5	.012 ± .001	

† Periodo abril-septiembre (PV) con dilución, ‡ Periodo octubre-marzo (O-I) sin dilución

Para el caso de fósforo, fosfatos totales y ortofosfatos indicados en el Cuadro 3, se registra nuevamente un decremento progresivo en su concentración, por efecto de dilución en el ciclo P-V, en tanto fluoruros guarda una estabilidad en todo el DR-009, salvo San José de Paredes, donde aumenta un 57 % con respecto al resto del Valle de Juárez. La incorporación de nutrimentos fosforados a las parcelas de cultivo durante P-V pueden llegar a 150 Kg. P_2O_5 ha^{-1} por ciclo a lo largo de 55 Km. del DR-009 (Palomo y Figueroa, 2005a), sin embargo durante el ciclo O-I las incorporaciones de estos mismos nutrimentos aumentan hasta en un 15 % para fósforo. Fósforo y fosfatos totales ofrecen durante O-I una concentración mayor del orden del 62 y 69 % con respecto a P-V, en tanto ortofosfatos es solamente un 4 % mayor en O-I y fluoruros es mayor un 9 % para el ciclo P-V.

Finalmente el Cuadro 4 presenta un proceso de dilución a lo largo del DR-009 en el ciclo P-V, para los parámetros turbidez, sólidos volátiles, sólidos sedimentables y sólidos suspendidos totales, originado por el mezclado del agua residual; en el ciclo O-I sólidos sedimentables es 84 % mayor que el registrado en P-V, al igual que turbidez en un 61 %, sólidos volátiles 39 % y sólidos suspendidos un 5 %. Destaca la estabilidad en la concentración de sólidos en sus diferentes formas y turbidez al menos hasta la localidad de Tres Jacales y Guadalupe durante el periodo O-I y aguas abajo se registra un decremento hacia el final del distrito.

Cuadro 3. Variaciones estacionales del agua residual mezclada (P-V) y sin mezclar (O-I) para diferentes localidades del Valle de Juárez, Chihuahua.

Localidad	P mg l^{-1}	Fosfatos totales mg l^{-1}	Ortofosfatos mg l^{-1}	Fluoruros mg l^{-1}	
Loma Blanca	8.1 ± 2.4	25.1 ± 7.4	20.8 ± 4.8	0.71 ± 0.14	
San Isidro	8.1 ± 2.0	24.9 ± 6.3	19.1 ± 4.6	0.71 ± 0.11	
Tres Jacales	7.4 ± 1.7	22.8 ± 5.3	21.1 ± 2.7	0.71 ± 0.10	P
Guadalupe, D.B.	6.4 ± 1.0	19.8 ± 3.2	15.5 ± 3.3	0.71 ± 0.16	V
Praxedis, G. Gro.	2.7 ± 1.8	8.2 ± 5.6	6.3 ± 5.4	0.75 ± 0.12	
Sn. José Paredes	1.6 ± 1.8	5.0 ± 5.6	4.3 ± 4.6	1.12 ± 0.59	
Loma Blanca	9.9 ± 3.1	33.5 ± 7.2	17.6 ± 7.5	0.70 ± 0.11	
San Isidro	10.4 ± 1.8	32.0 ± 5.7	15.7 ± 12.2	0.74 ± 0.15	
Tres Jacales	11.3 ± 2.4	34.9 ± 7.5	18.0 ± 12.3	0.74 ± 0.15	O
Guadalupe, D.B.	8.5 ± 2.2	26.3 ± 6.9	15.4 ± 7.6	0.71 ± 0.16	I
Praxedis, G. Gro.	8.1 ± 1.2	25.0 ± 3.9	10.8 ± 7.2	0.73 ± 0.14	
Sn. José Paredes	7.4 ± 1.3	22.8 ± 3.9	13.4 ± 3.4	0.67 ± 0.13	

† Periodo abril-septiembre (PV), ‡ Periodo octubre-marzo (O-I)

Cuadro 4. Variaciones estacionales del agua residual mezclada (P-V) y sin mezclar (O-I) para diferentes localidades del Valle de Juárez, Chihuahua.

Localidad	Turbidez un FTU	Sólidos volátiles mg l^{-1}	Sólidos sedimen--tables mg l^{-1}	Sólidos suspendi-dos totales mg l^{-1}	
Loma Blanca	155 ± 81	199 ± 81	1.26 ± 0.46	225 ± 134	P
San Isidro	139 ± 61	198 ± 90	1.13 ± 0.11	202 ± 80	V
Tres Jacales	122 ± 20	199 ± 93	1.23 ± 0.25	187 ± 44	
Guadalupe, D.B.	113 ± 45	140 ± 20	0.53 ± 0.35	152 ± 25	
Praxedis, G. Gro.	35 ± 11	137 ± 96	0.13 ± 0.05	64 ± 18	
Sn. José Paredes	40 ± 17	68 ± 39	0.15 ± 0.05	75 ± 14	
Loma Blanca	188 ± 52	259 ± 46	2.17 ± 0.47	184 ± 45	
San Isidro	211 ± 35	279 ± 59	2.26 ± 0.45	226 ± 45	
Tres Jacales	219 ± 24	293 ± 63	2.16 ± 0.38	238 ± 45	O
Guadalupe, D.B.	145 ± 46	197 ± 60	1.30 ± 0.79	175 ± 83	I
Praxedis, G. Gro.	111 ± 32	144 ± 34	0.10 ± 0.09	62 ± 25	
Sn. José Paredes	99 ± 12	142 ± 32	0.16 ± 0.13	70 ± 20	

† Periodo abril-septiembre (PV), ‡ Periodo octubre-marzo (O-I)

CONCLUSIONES

Existe una mayor aportación de nutrimentos nitrogenados en el ciclo O-I que en P-V de hasta un 30 % debido a que en el periodo invernal no se utiliza ningún volumen importante de agua para dilución como ocurre en P-V.

La aportación de nutrimentos fosforados es igualmente mayor en O-I hasta en un 15 % para P_2O_5 de manera que es factible encontrar una importante reserva de estos nutrimentos en los suelos, lo que se traduce en un ahorro importante para los productores.

Durante el ciclo O-I el agua residual que recorre el DD-009, presenta una mayor concentración de sólidos sedimentables en 84 %, grasas y aceites 71 %, fósforo y fosfatos totales 63 %, turbidez 61 %, $N\text{-}NH_4$ y $N\text{-}NO_2$ un 42 %, sólidos volátiles 39 %, detergentes (SAAM) y N-total 16 %.

BIBLIOGRAFÍA

APHA-AWWA-WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17 Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. USA

Assadian N. W., C. Vogel., Z. Sheng, U. Figueroa V., and M. Palomo R. 2003. Heavy metal distribution in open canals and drains in the upper Rio Grande Basin. Soil and Sediment Contamination 12(3):305-323

Palomo R. M. y Figueroa V. U. 2005. Removal of bacterial and physical/chemical contamination from waste water by dilution. International Conference on Environmental & Human Health. ICEHH-WERC. El Paso, Texas.

Palomo R. M. y Figueroa V. U. 2005a. Variabilidad espacial de nutrientes en agua residual del Valle de Juárez, Chihuahua. Agrofaz 5(3):95-103

TASAS DE INFILTRACIÓN DE AGUA EN EL SUELO Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO DEL NORTE DE DURANGO

Jesús José Quiñones Vera[1], Edmundo Castellanos Pérez[1], C. Manuel Valencia Castro[1], Teodoro Sánchez Olvera[1], J. José Martínez Ríos[1], Flor Angélica Sánchez Tovar[1].

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 las áreas de pastizal, la precipitación es uno de los principales factores limitantes para la producción vegetal y animal. Sin embargo, 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 en el pastizal. Dentro de estas últimas están considerados los escurrimientos superficiales que salen del sitio, la pérdidas por percolación profunda y, quizás la más importante, las pérdidas por evaporación. En general, todas 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, algunas características del suelo como su estructura, la estabilidad de los agregados, la compactación y la cantidad de materia orgánica dentro y sobre éste, 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.

OBJETIVO.

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 y establecer la relación entre estas dos variables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en agostaderos de la colonia Cieneguilla, la cual se ubica a orillas de la carretera Rodeo – La Zarca, al norte del estado de Durango. El sitio de estudio es típico de un pastizal mediano abierto, el cual consta de lomeríos suaves. El área de estudio es casi a nivel con pendientes suaves (1 al 8 %), suelos someros y bien drenados (11 a 25 cm), de textura de migajón arenoso a migajón arcillo arenoso. La elevación fluctúa entre los 1800 y 1900 msnm (Quiñones *et al*. 2005). La vegetación consiste de praderas de zacates cortos dominados por el zacate banderita (*Bouteloua gracilis*) y el zacate tres barbas (*Aristida pansa*)(Gentry 1957). Actualmente, la mayoría de los agostaderos están invadidas por arbustos principalmente de los géneros *Mimosa* y *Acacia* (Gentry 1957, Ochoa *et al*. 1987).

MÉTODOS

Dentro de la colonia se localizaron cuatro potreros de aproximadamente 400 ha cada uno, dos en el mes de junio de 2004 y dos en el mes de Octubre del mismo año. De éstos, uno de cada par había sido sometido aproximadamente dos años atrás al implemento “rodillo aereador”, con la finalidad de realizar un control temporal de los arbustos invasores y mejorar la infiltración de agua en el suelo. En éstos se ubicaron en forma sistemática entre 5 y 6 parcelas de 20 m * 50 m (1000 m^2). En cada parcela se ubicaron a su vez tres líneas de 30 m de longitud, paralelas a la pendiente del terreno y entre si. Los extremos y el centro de cada línea sirvieron de referencia para colocar un cuadrante de 0.5 m * 0.5 m (0.25 m^2), en el cual se cortó el crecimiento vegetal herbáceo del año a ras de suelo. Este fue colocado en bolsas de papel, identificado y secado al aire hasta peso constante. Utilizando un infiltró metro de doble anillo, se realizó una prueba de infiltración por cada una de las líneas anteriores, procurando en lo posible que las pruebas fueran realizadas en forma sincronizada en los cuatro potreros. Los anillos interior y exterior de cada aparato fueron llenados con agua una sola vez y se realizaron lecturas de la altura infiltrada en tiempos predeterminados: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 y 60 minutos. La prueba de infiltración se paró al momento en que el agua contenida en el depósito interior se había infiltrado o, que hubiesen transcurridos los 60 minutos de la prueba.

En los casos en que se agotó al agua antes de la hora, o que a los 60 minutos la totalidad del agua no se había infiltrado, se realizó la última lectura y se registró el tiempo y la altura de infiltración exactos. Los datos fueron transformados a cm/h para cada tiempo de lectura, usando el protocolo del infiltró metro.

La información fue organizada en hojas de Excel para el cálculo de los estadísticos básicos: medias y desviaciones estándar. Posteriormente, con el auxilio del paquete estadístico STATGRAPHICS ver 4.0, se realizaron corridas de regresión y correlación lineal simple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasas de infiltración

En el Cuadro 1 se concentran los valores promedios para las tasas de infiltración de agua en el suelo en cada uno de los potreros. Puede observarse que la inclusión de las pruebas realizadas en el mes de Junio en los potreros 3 y 4 incrementó los valores de infiltración en comparación con los potreros 1 y 2. Esto es debido a que en este mes apenas iniciaba el periodo de lluvias y, consiguientemente, la tierra se encontraba mas seca, en comparación al resto de las valoraciones realizadas en el mes de Octubre del mismo año, ya finalizando la estación de precipitaciones. Si bien los valores en los dos primeros potreros aparenta una superioridad de estas tasas en el potrero que no fue sometido al tratamiento con el implemento (Potrero 1), éste es también el que presenta la mayor variación, cuyas desviaciones estándar fluctuaron desde 43.1 a 4.7 cm/h, contra las del otro potrero que variaron entre 29.4 y 4.0 cm/h.

Este comportamiento de la variación también ocurrió en los potreros 3 y 4: tanto la tasa inicial promedio como la media general por potrero fueron muy semejantes en los dos potreros (102.9 cm/h y, 57.8 y 57.2, estas dos últimas para los potreros 3 y 4, respectivamente). Conforme avanzó el tiempo de la prueba la tasa disminuyó como era esperado, sin embargo, se presentaron ligeras diferencias entre los potreros en cuanto a la disminución de éstas, así como en la tasa final, la cual fue menor en el potrero no tratado.

La graficación de los valores de las tasas de infiltración en la Figura 1 muestra como el potrero 2 sometido al implemento se separa de los otros tres, los cuales a su vez son muy semejantes, salvo de nuevo el primer potrero con respecto a la tasa inicial.

Ya que la gráfica anterior no se encuentra a escala logarítmica en su eje del tiempo de infiltración, no es muy notoria la suavidad de la caída de la tasa en su extrema derecha.

Producción de materia seca

Las medias de producción de materia seca se presentan en el Cuadro 2. En éste se puede observar que salvo el potrero 3 (Aplicación del rodillo aereador), los valores de las

medias de producción de materia seca son muy semejantes, variando desde 50.0 a 51.6 g MS/0.25 m^2.

CUADRO 1. VALORES PROMEDIO (X) Y DESVIACIONES ESTÁNDAR (DE) PARA LAS TASAS DE INFILTRACIÓN (cm/h) EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO DE LA COLONIA CIENEGUILLA, DGO. 2004.

Tiempo (min)	Potrero 1/ 1		2		3		4	
	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE
1	90.6	43.1	62.2	29.4	102.9	29.9	102.9	43.3
2	74.8	37.4	52.8	17.5	75.1	19.8	77.5	27.8
3	64.9	34.3	45.5	14.6	65.5	16.9	66.2	22.7
4	58.9	30.7	41.8	13.5	59.7	15.7	59.7	20.2
5	54.8	28.8	39.1	12.4	54.9	14.0	55.7	18.9
6	52.4	27.9	37.1	11.1	52.2	13.3	53.2	17.8
10	41.4	21.4	31.4	9.4	42.7	9.5	43.8	13.6
12	35.1	12.6	29.7	8.7	40.1	8.8	39.2	11.6
15	33.2	11.9	27.5	7.4	36.0	7.4	35.0	9.4
20	26.8	9.6	24.5	5.8	28.7	5.0	25.4	8.2
30	20.2	6.6	20.3	3.0	24.3	2.8	19.6	6.3
60	14.4	4.7	15.0	4.0			8.7	0.0
Media	52.2		36.5		57.8		57.2	
DE	33.7		18.3		25.8		30.7	
n	151		172		165		169	

1/ Potreros: 1.- Terrenates (Sin aplicación de rodillo arreador, Junio 04); 2.- Potrero de arriba (Aplicación de rodillo arreador, Junio 04); 3.- Potrero de abajo (Aplicación de rodillo arreador, Octubre 04); 4.- Potrero de abajo (Sin aplicación de rodillo arreador, Octubre 04).

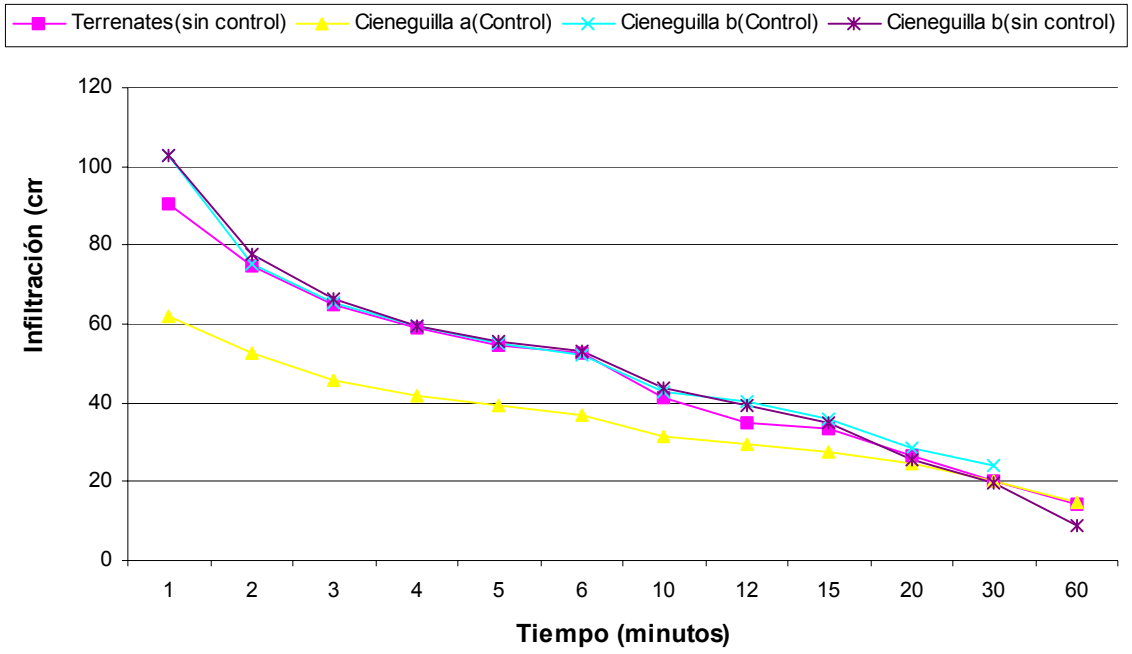


Figura 1. Tasas de infiltración en cuatro potreros de pastizal mediano abierto en la Colonia Cieneguilla, Dgo. 2004.

Lo mismo ocurrió con las desviaciones estándar, cuya diferencia mayor apenas rebasó las dos unidades, aunque en general, se aprecia una relación inversa entre el valor de la media y la desviación estándar.

A pesar de la invasión de arbustos en los cuatro potreros, todas estas medias denotan una producción de forraje comparable o superior a los valores reportados para la condición excelente en el estado de Durango (COTECOCA), lo cual indica que la condición en estos potreros no es mala comparada con otros agostaderos en el área y, que pueden responder a años con buena precipitación. También tratado con el implemento, el potrero 3 sin embargo presentó una importante cantidad de material vegetal constituido por zacates de menor calidad forrajera que los *Boutelouas*, como son *Lycurus phleoides y Enneapogon desvauxii*.

Relaciones entre la producción de materia seca y las tasas de infiltración

En términos generales, los coeficientes de correlación entre la tasa de infiltración inicial, final y promedio con la cantidad de forraje en pie fueron bajos, con signo negativo en los dos primeros y positivo con el último. Las relaciones inversas no son sencillas de interpretar sin otra información, como por ejemplo el nivel de humedad en el suelo, aunque se puede deducir que las tasas de penetración de agua en el suelo fueron disminuidas por la cantidad de agua en el mismo en los primeros centímetros.

CUADRO 2. VALORES PROMEDIO ($\bar{X}$) Y DESVIACIONES ESTÁNDAR (DE) PARA LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (g MS / 0.25 m^2) EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO AL NORTE DEL ESTADO DE DURANGO. 2004.

Parcelas	Potreros 1/							
	1		2		3		4	
	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE	$\bar{X}$	DE
1	39.4	11.6	60.3	20.4	42.1	16.0	35.2	5.8
2	70.0	50.0	32.8	6.9	35.8	9.8	44.8	22.9
3	53.6	17.9	64.2	41.5	50.7	27.2	50.7	27.2
4	53.9	21.6	39.6	14.1	75.9	34.6	75.9	34.6
5	33.1	14.1	26.7	12.9				
Media	50.0		44.7		51.1		51.6	
DE	28.7		26.3		27.6		28.3	
n	45		45		36		36	

1/ Potreros: 1.- Terrenates (Sin aplicación de rodillo arreador, Junio 04), 2.- Cieneguilla a (Aplicación de rodillo arreador, Junio 04), 3.- Cieneguilla b (Aplicación de rodillo arreador, Octubre 04), 4.- Cieneguilla b (Sin aplicación de rodillo arreador, Octubre 04).

Debe además ser considerado de que en este estudio, la infiltración medida puede no actuar como variable de explicación de la producción de materia seca, ya que las dos variables fueron medidas al mismo tiempo.

En el caso del Potrero 2, el cual fue tratado con rodillo aereador, las relaciones producción – infiltración variaron con respecto al primer potrero, ya que la mejor relación de la producción se presentó con la tasa promedio (negativa), positiva con la tasa final y, valores mas bajos para las relaciones entre las tasas de infiltración. En el potrero 3, también sometido al tratamiento con el rodillo arreador, las relaciones entre la producción y los valores de infiltración inicial, final y promedio fueron todas con signo positivo, pero la tasa final fue la que presentó el coeficiente de correlación mayor (r = .1386). Por ultimo, los coeficientes de correlación en el potrero 5, el cual no fue sometido al rodillo aereador al igual que el primero, también presentó relaciones con signo negativo para las tres tasas de infiltración, aunque con valores menores que el potrero Terrenates.

CONCLUSIONES

Los modelos de regresión generados para estimar la producción de materia seca a partir de las tasas de infiltración de agua en el suelo no fueron adecuados para este fin.

Las tasas de infiltración se mostraron diferentes en los potreros tratado con el implemento rodillo aereador que en el no tratado durante la primera fecha de medición, pero prácticamente iguales después del periodo de lluvias, por lo que se consideró que no hubo evidencia de un efecto ni positivo ni negativo del implemento sobre esta variable.

BIBLIOGRAFÍA

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

Gentry, H.S. 1957. Los pastizales de Durango. Estudio ecológico, fisiográfico y florístico. Trad. E. Hernández X. IMRNR, A.C., México, D.F. 361 pp.

Ochoa, G.J.G., R. Ochoa G., y R. Javalera M. 1987. Diagnóstico de la ganadería extensiva en el norte del estado de Durango. En: L.C. Fierro (Ed). Resultados de la investigación sobre ecología y manejo de pastizales en el norte de Durango. INIFAP-SARH. Pub. Esp. 2.

Quiñones- Vera. J.J., E. Castellanos-Pérez, C.M. Valencia-Castro, and J.J. Martínez-Ríos. 2005. Effect of a drum aerator on soil water infiltration rate in Durango, México. 58th Annual Meeting on Range Management. SRM. Fort Worth, Tx.

EFECTO DE LA COSTRA BIOLÓGICA SOBRE LA INFILTRACIÓN DE AGUA EN UN PASTIZAL DEL NORTE DE DURANGO

Jesús José Quiñones Vera[1], Edmundo Castellanos Pérez[1], Celso Manuel Valencia Castro[1], Juan José Martínez Ríos[1], Teodoro Sánchez Olvera[1], Carlos Abel Montes González[1]

1 Universidad Juárez del estado de Durango-Facultad de Agricultura y Zootecnia-División de Estudios de Posgrado. Apartado Postal 142. CP 35000. Gómez Palacio, Durango, México. E-mail: jjqv@prodigy.net.mx.

INTRODUCCIÓN

El estado de Durango cuenta con una extensión de 1.8 millones de hectáreas de zacatales, las cuales constituyen una base importante de la ganadería extensiva de carne en el estado y, que en el año 2000, ésta produjo 245,443 becerros exportados a USA (INEGI 2001). Esta superficie se ubica en primordialmente en la parte central del estado, constituyendo una franja que corre de noreste a suroeste, entre el área de bosque y el matorral xerófilo, con un clima seco estepario (INEGI 1986).

En un clima donde la precipitación es relativamente escasa y mal distribuida, la cosecha de agua en el suelo es de suma importancia y una de las limitaciones más importante a la producción y productividad ganadera. Esta característica del suelo se ha venido deteriorando conforme estos pastizales se degradan, como efecto del sobre pastoreo y las sequías recurrentes sobre la vegetación y el mismo suelo. Todo lo anterior conduce a pérdidas de agua y suelo (nutrientes) de los sitios de pastizal.

Con relación a la pérdida de agua en estos ecosistemas como consecuencia de la disminución en su capacidad de infiltración de agua, algunos autores mencionan a las costras del suelo como un factor importante. En el caso de las costras físicas no existe duda sobre su efecto negativo, no así con las costras biológicas sobre las que existe poca información en nuestro país, además de que en la literatura se presenta controversia sobre el tipo de efecto que éstas presentan sobre la capacidad de infiltración de agua en los suelos del pastizal.

En el caso de que este factor sea de importancia en las tierras de pastizal, en general cualquier factor que destruya la costra biológica (pisoteo del ganado por ejemplo) y en particular algunas herramientas de uso para la restauración y/o mejoramiento del pastizal deberán incluir dentro de sus aspectos negativos (o positivos) su efecto sobre la costra biológica del suelo.

OBJETIVO

Comparar las tasas de infiltración de agua en el suelo en tierras de pastizal mediano abierto del norte del estado de Durango con y sin costra biológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en un potrero de la colonia La Cieneguilla, en el estado de Durango. Esta se ubica a pié de la carreta Durango-Parral, aproximadamente a 20 km del poblado la Zarca, en el norte del estado de Durango. El sitio de estudio es típico de un pastizal mediano abierto, el cual consiste de lomeríos bajos con topografía ondulada. La pendiente varía del 1 al 8 % (casi a nivel), con suelos de textura migajón arenoso a migajón arcillo – arenoso.

Los suelos son someros (11 a 25 cm) pero bien drenados y elevaciones entre 1800 a 1900 msnm (Quiñones *et al*. 2005). El clima corresponde al menos seco de los secos (BS_1) y templado con verano cálido (k)(INEGI 1990, 2001). La vegetación está dominada por gramíneas de los géneros *Bouteloua* y *Aristida*, aunque se encuentran otras especies como zacatón alcalino (*Sporobolus airodes*), zacate lobero (*Lycurus phleoides*) *Panicum obtusum*, y otros. Al igual que muchos potreros en el área, el que se usó para el estudio está invadido por especies arbustivas como gatuño (*Mimosa biuncifera*) y largorcillo (*Acacia constricta* var. *vernicosa*) (Gentry 1957, Quiñones *et al*. 2005).

En los meses de Noviembre y Diciembre de 2005 se usó un procedimiento de muestreo sistemático para ubicar una serie de líneas apareadas, de 25 m de longitud. La distancia entre las dos líneas del par fue de 30 m y, 50 m entre pares de líneas, en el sentido de la pendiente. La cantidad de pares de líneas distribuidas en el potrero de esta manera fue de 4.

Las líneas fueron constituidas por cintas métricas de fibra de vidrio de 50 m, las cuales se usaron como líneas de puntos de intercepción, con lecturas a cada 50 cm, con la ayuda de una varilla de alambre para determinar la cobertura sobre suelo de costras biológicas, principalmente. A ambos lados de cada línea y a distancias de 5, 10, 15 y 20 m dentro de a línea, y aproximadamente a un metro de ésta se realizaron pruebas de infiltración de agua, 64 en total. En forma alternada en cada línea (dos lados de la misma), la mitad de las pruebas se realizó sobre costra biológica y la otra mistad sobre suelo sin costra. Para lo anterior se utilizaron cuatro infiltró metros de doble anillo, con dimensiones adaptadas para su uso en pastizales. Estos portan un cronómetro, un flotador y una escala en centímetros, ajustados para indicar el nivel del agua en el cilindro interior en cualquiera de los tiempos programados para realizar las lecturas. Cada prueba consistió en programar el cronómetro para un tiempo máximo de una hora, se realizó la lectura en la escala sin agua en el penetró metro (lectura inicial), se llenaron los cilindros interior y exterior con agua y se procedió a iniciar el cronómetro para realizar las lecturas del nivel del agua a los siguientes tiempos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 y 60 minutos, como máximo. En el caso de que se alcanzara la lectura inicial antes de la hora, se paró el cronómetro y se realizó la lectura exacta del tiempo transcurrido de la prueba. Se

procuró realizar cuatro pruebas por vez (al mismo tiempo), la mitad en suelo sin costra y la mitad en suelo con costra, para evitar algún sesgo por aparato, lector y registrador y la hora del día.

Para cada prueba se determinó la tasa de infiltración en cm/hr en cada tiempo de lectura, multiplicando el valor de la lectura por un valor obtenido dividiendo 60 entre el tiempo de lectura. A partir de estas tasas se determinó la tasa de infiltración promedio y su desviación estándar, por prueba y por tiempo de lectura para cada línea y condición del suelo (presencia o ausencia de la costra biológica). Estos valores fueron sometidos a procedimientos de regresión no lineal, para determinar el modelo con el mejor ajuste, además de un análisis de varianza de las tasas de infiltración mediante un diseño de bloques al azar con arreglo combinatorio, considerando la presencia o ausencia de la costra sobre el suelo y los tiempos de lectura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en el análisis de varianza realizado en el presente estudio sobre los datos de infiltración de agua en el suelo con y sin costra biológica ponen en evidencia las afirmaciones de algunos autores (Branson *et al*. 1981, Herrick *et al*. 2005) de que estas costras mejoran las tasas de infiltración de agua en el pastizal, cuando menos en el pastizal mediano abierto en esta área del estado y, en el periodo en el cual se realizaron las pruebas.

Solamente en el 28 % de las pruebas realizadas en este estudio sobre costras biológicas resultaron con tasas que pudieran ser consideradas superiores a las tasas calculadas para suelos sin costra biológica. Quizás un análisis de la textura de los suelos o mediciones de la compactación del suelo en cada uno de los puntos de realización de la prueba muestre que existen diferencias en una o ambas de estas características del suelo, que pudieran explicar las diferencias entre los suelos con costra y los no cubiertos por ésta, más que la variable anterior.

La figura 1 corresponde a las tasas de infiltración en los suelos con y sin costra. En ésta se observa que en los primeros minutos de la prueba (10 a 15 minutos) las tasas son en promedio superiores en los suelos sin costra que en los que estaban cubiertos por la costra biológica, sin embargo, después de los 20 minutos de iniciada la prueba, ocurre el fenómeno inverso. Probablemente debido a las características de intensidad y duración de las precipitaciones en el norte de México, esta tasa mayor en la mitad superior de la prueba no sea suficiente para compensar la tasa inferior de infiltración de los suelos con costra durante la primera mitad de la prueba.

Por otra parte, la misma figura muestra una evolución más anormal de la curva de infiltración de los suelos sin costra, resultado de las pruebas en las cuales las tasas fueron muy

bajas. Siguiendo la secuencia lógica de la línea, parecería ser que la curva en esta condición del suelo quedaría por encima de la correspondiente a los suelos con costra, sin embargo, esto deberá ser demostrado con pruebas adicionales, bajo estas y otras condiciones.

La Figura 2 al parecer reafirma esta hipótesis. En esta figura, una de las curvas representa el modelo de regresión no lineal ajustado (tasas de infiltración teóricas), mientras que la otra corresponde a los valores promedio reales de las tasas de infiltración, ambos casos en suelos sin costra. Como se observa en esta figura, a partir de los 10 minutos de la prueba y hasta los 50 minutos, las curvas se separan. Aunque a la hora ambos valores casi coinciden, es conveniente no olvidar que la curva teórica se obtiene de los valores reales.

En el caso de los suelos con costra, ocurrió una buena coincidencia entre las curvas de regresión y los valores reales durante los primeros 20 minutos, aunque a partir de este tiempo las dos curvas empiezan a separarse (Figura 3). La curva de valores estimados queda por debajo de la real en este lapso de tiempo.

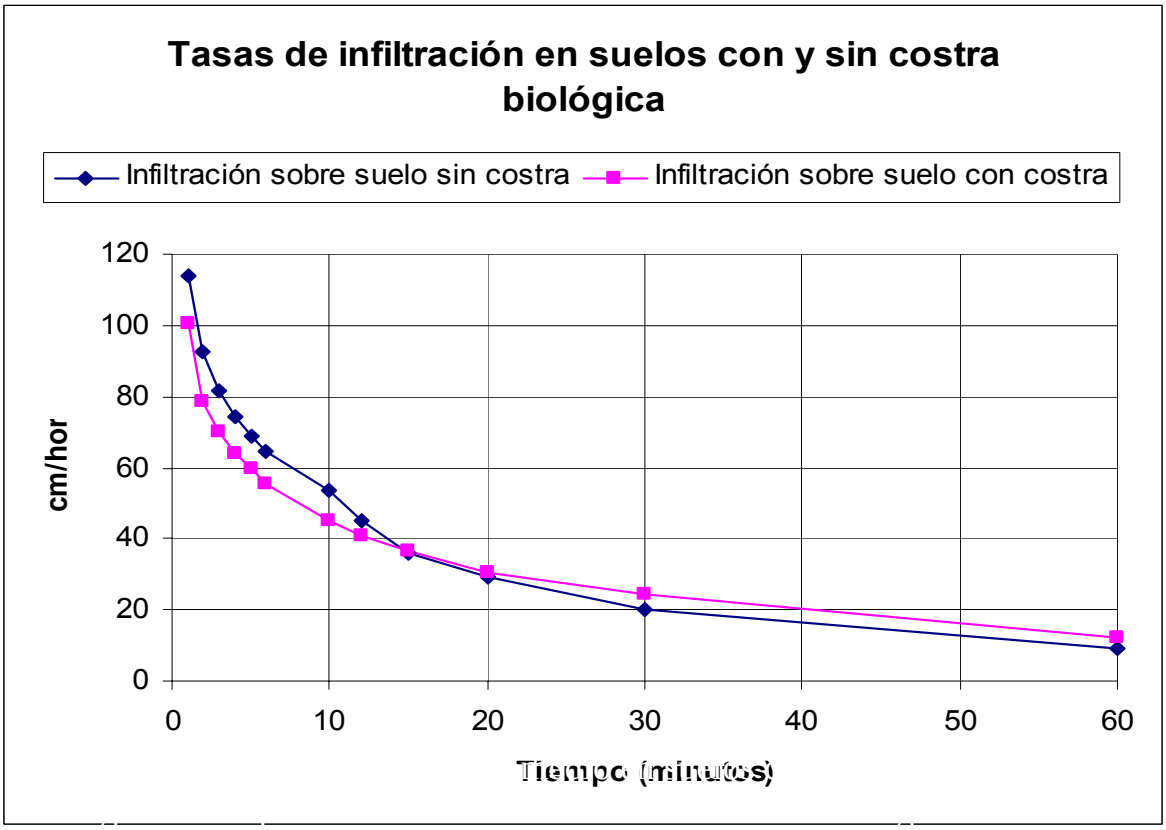


Figura 1. Tasas de infiltración promedio de agua para suelos con y sin costra biológica en un pastizal mediano abierto del norte del estado de Durango, México. FAZ-UJED 2005.

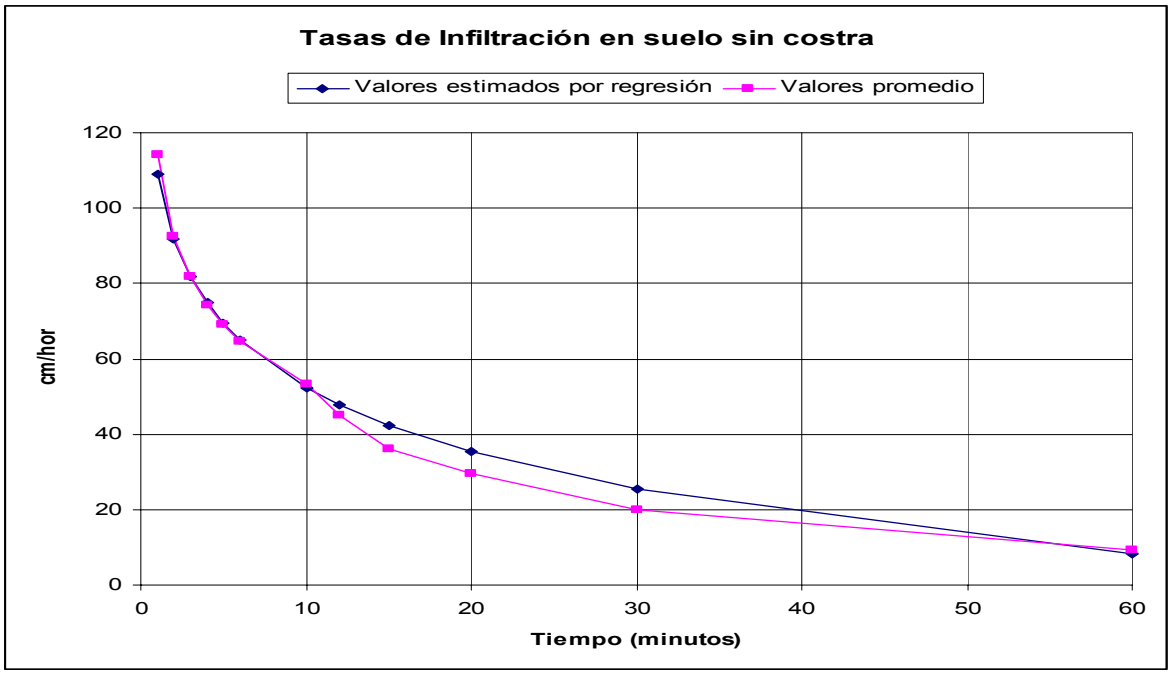


Figura 2. Tasas de infiltración promedio y estimadas con modelo de regresión (ŷ = 108.99 – 24.6152 ln x, r = -0.6772) en un pastizal mediano abierto de la zarca en suelos no cubiertos por costra biológica. FAZ-UJED 2005.

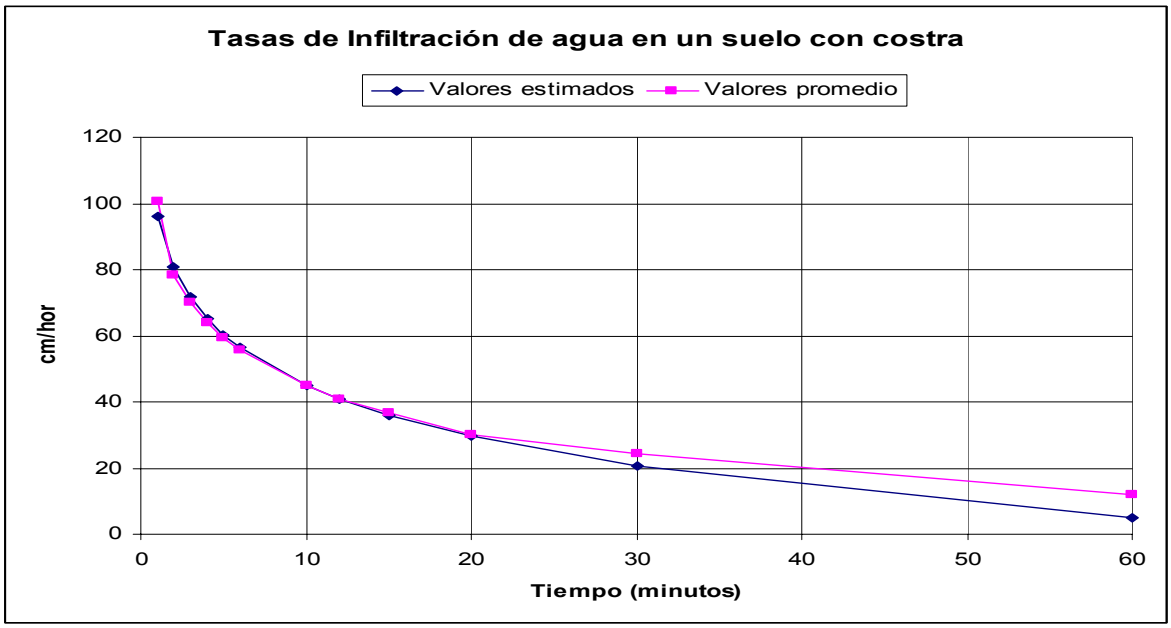


Figura 3. Tasas de infiltración de agua en el suelo cubierto por costra biológica en un pastizal mediano abierto de las cuchillas de la Zarca. Valores promedio y estimados mediante el modelo de regresión ŷ = 96.1566 – 22.2515 ln x, r = -0.6905). FAZ-UJED 2005.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio no apoyan la hipótesis de que las costras biológicas en suelos de pastizal mejoran su tasa de infiltración de agua.

El mejor modelo de ajuste para las tasas de infiltración de agua en el suelo correspondió al de la curva logarítmica, tanto para los suelos con costra como sin costra.

Es necesario seguir realizando pruebas de este tipo en otros agostaderos y épocas del año, así como identificar los organismos específicos formadores de las costras.

BIBLIOGRAFÍA

Branson, F.A., G.F. Gifford, K.G. Renard, and R.F. Hadley. 1981. Rangeland Hidrology. Second Edition. Society for Range Management. Range Science Series. No. 1, Second Edition. 340 pp.

Gentry, H.S. 1957. Los pastizales de Durango. Estudio ecológico, fisiográfico y florístico. Trad. E. Hernández X. IMRN, A.C. 361 pp.

Herrick, J.E., J.W. van Zee, K.M. Havstad, L.M. Burkett, and W.G. Whitford. 2005. Monitoring manual for grassland, shrubland ans savanna ecosystems. Vol. II. Design, supplementary methods and interpretation. USDA-ARS Jornada Experimental Range. 200 pp.

INEGI. 1986. Anuario estadístico del estado de Durango. 924 pp.

INEGI. 1990. Guías para la interpretación de cartografía. Climatología. 50 pp.

INEGI. 2001. Anuario Estadístico Durango. Edición 2001. 467 pp.

Quiñones, V.J.J., E. Castellanos P., C.M. Valencia C., y J. J. Martínez R. 2005. Effect of drum aeration on soil water infiltration rate in a grassland in Durango, Mexico. 58th Annual Meeting and Trade Show. Society for Range Management. Fort Worth, Tx. Memorias en dispositivo electrónico.

SALUD DEL PASTIZAL EN UNA COMUNIDAD DE ZACATAL DEL ESTADO DE ZACATECAS

Santos de la Cruz, J. L[1]., R. L. Gutiérrez[2] y F.G. Ch. Echavarría[2]

Estudiante graduado UAMVZ[1], Investigadores del INIFAP-Zacatecas[2]

INTRODUCCIÓN

El estado de Zacatecas cuenta con una superficie de 7.5 millones de hectáreas (INEGI, 1999) de esta superficie 5.5 millones se destinan a la ganadería extensiva; las principales comunidades vegetales de esta superficie son: matorral, pastizal amacollado y mediano abierto. Esta se ha visto sujeta al mal manejo, por lo cual, es importante estudiar la salud del pastizal, la cual integra la productividad, funcionalidad hidrológica y estabilidad de suelos. El sobrepastoreo reduce la diversidad de especies presentes en el pastizal y puede llegar a ser irreversible, de igual manera la sequía, la erosión y el ser humano a trvés de sus diferentes practicas lo han degradado severamente. Por lo cual, la determinación del estado actual de la salud del pastizal en la comunidad vegetal de zacatal en el estado de Zacatecas es de gran importancia.

La salud del pastizal, es el grado de balance donde la integridad del suelo, vegetación, agua y aire se presentan en los procesos ecológicos del pastizal. La integridad es definida en términos de atributos estructurales y funcionales dentro de una variabilidad normal (SRM, 1999). El USDA – NRCS (2001) agrega que los proceso ecológico de los ecosistemas de pastizal, se encuentran en equilibrio y son sustentables

La salud del pastizal relacionada entre calidad del suelo y salud del pastizal, indica que son interdependientes, ya que la salud del pastizal se caracteriza por el funcionamiento de suelo y comunidades de plantas. La capacidad del suelo afecta la función de los procesos ecológicos, captura, almacenamiento y redistribución de agua, el crecimiento de plantas y el ciclo de los nutrientes de las plantas por ejemplo, el incremento en la costra física disminuye la capacidad de infiltración en el suelo y por lo tanto la cantidad de agua disponible por planta. Como la disponibilidad de agua disminuye, baja la producción de plantas (algunas especies desaparecen) y se incrementan las especies menos deseables.

Los cambios significativos en la vegetación generalmente se asocian con cambios de las propiedades y procesos y/o la redistribución de recursos del suelo, a través de cambios en paisaje. En algunos casos, los resultados en un cambio del perfil del suelo conlleva a una erosión acelerada ya sea reversible o irreversible (USDA - NRCS 2001).

Los indicadores de salud del pastizal según un panel de expertos de la “Society for Range Management” y el “National Research Council” propusieron que se podían determinar

por medio de la evaluación del potencial ecológico de un sitio, para conservar los recursos del suelo, por una serie de indicadores de procesos ecológicos y por la estabilidad del lugar; con base en estas recomendaciones se desarrollo un rápido método cualitativo para evaluar el estado de salud de los pastizales en un punto especifico del tiempo, con 17 indicadores que a su vez evalúan tres atributos de la salud de los pastizales: estabilidad del suelo y sitio, funcionalidad hidrológica e integridad biótica. (Pellant *et al.,* 2000 ; Pyke *et al.,* 2002).

La producción, composición y densidad de la vegetación, así como la estabilidad de suelo, se utilizan como indicadores de la salud del pastizal o capacidad de carga. La determinación de la salud del pastizal se determina por medio de un grupo de indicadores claves (Karr, 1992).

El producto de una evaluación (cualitativa) de la salud del pastizal no solo se refiere a una calificación sino a una evaluación de atributos (se exponen a continuación) que son un punto de partida de los atributos a observar para un sitio de interés:

1) Estabilidad de los suelos in-situ. Aquí se observa la capacidad de un sitio para conservar dentro de un lugar los recursos (incluye nutrientes y materiales orgánicos) bajo la influencia del agua y/o del viento.
2) Funcionalidad hidrológica. Es la capacidad que un sitio tiene para captar agua del escurrimiento, o bien de conservar al máximo el agua de lluvia.
3) Integridad biótica. Refiérase a la capacidad de un sitio para mantener la funcionalidad y estructura de una comunidad con variabilidad normal, y con capacidad de resiliencia posterior a una descarga ecosistematica.

METODOLOGíA.

El trabajo se realizo en una comunidad de pastizal -zacatal natural localizada en su mayoría en la parte central del estado de Zacatecas. Los sitios se ubicaron por medio de los mapas del inventario nacional forestal de la UNAM (1993); se seleccionaron 34 sitios al azar, de cada lugar se ubico su posición geográfica por medio de un GPS, con el fin de realizar un análisis espacial. Para la evaluación de salud del pastizal se utilizó la metodología propuesta por Pellant *et al.,* (2000). Se realizaron cuatro determinaciones de salud del pastizal por cada sitio, las cuales se analizaron a través de componentes principales a través de SAS (2001), en los que se identificaron grupos funcionales de variables. De los resultados obtenidos por componentes principales, se seleccionaron los primeros tres y se definieron de acuerdo a las variables predominantes entre ellos; posteriormente, los valores de cada uno de los componentes se asociaron con las coordenadas geográficas y se generaron semivariogramas;

los cuales se calcularon en el programa GS$^+$, y de esta manera se verificó la correlación espacial; y después se obtuvieron mapas en IDRISI (Eastman, 1995).

Indicadores

En la determinación de la salud del pastizal-zacatal natural en el estado de Zacatecas, se empleo la metodología de la interpretación de indicadores para la salud del pastizal, propuesta por (Pellant *et al.,* 2000). Versión 3. En la cual se evalúan 17 indicadores, (Cuadro 1), con cuatro repeticiones en cada localidad de muestreo.

El análisis de la información se realizo a través del análisis de componentes principales (SAS, 2001), con objeto de identificar sitios con similitud en la condición del pastizal. Por otra parte a través de métodos geoestadísticos, se agruparan los datos por sitio y se generaran mapas sobre el estado actual de la salud del pastizal por componente.

Cuadro 1. Indicadores que califican a los atributos del ecosistema: estabilidad de suelo/sitio (ES), funcionalidad hidrológica (FH) e integridad biótica (IB) (Herrick *et al*., 2003 y Pellant *et al*., 2000).

Indicador	ES	FH	IB
1. Canalillos	X	X	
2. Patrones de escurrimiento	X	X	
3. Pedestales y terracetas	X	X	
4. Suelo desnudo	X	X	
5. Canales	X	X	
6. Erosión eólica y suelo depositado	X		
7. Movimiento de mantillo		X	
8. Resistencia de la superficie a erosión	X	X	X
9. Pérdida de la superficie del suelo	X	X	X
10. Composición de la cubierta vegetal		X	
11. Compactación del suelo	X	X	X
12. Grupos funcionales / estructurales			X
13. Mortalidad de plantas / decadencia			X
14. Cantidad de mantillo		X	X
15. Producción anual			X
16. Plantas invasoras			X
17. Vigor de plantas			X

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la mayoría de los casos las observaciones, indican que las condiciones del suelo, se encuentran en deterioro al presentarse graves condiciones de erosión, y sobrepastoreo. La perdida de la cubierta vegetal (y del suelo) es grave, y de igual manera para propiedades ejidales y privados, aunque con tendencia mas negativa en el caso de las tierras comunales de pastoreo en la mayor parte del estado.

Las principales causas de amenaza en el pastizal son: sequía, sobrepastoreo, tierras abiertas al cultivo, quema y urbanismo. El estado de Zacatecas necesita un programa estatal de manejo y conservación de los pastizales; una práctica urgente de ajuste de carga animal reduciendo al 50 % la utilización en todos los predios ganaderos. También la reconversión productiva de tierras abiertas al cultivo de temporal en zonas donde los cultivos no son rentables ya que se estiman grandes perdidas de suelo por erosión hídrica y eólica.

De cada componente principal estimado se elaboró un mapa que representa las características sobresalientes de las variables estudiadas. El primer componente hace referencia en forma general al estado de salud del pastizal (Figura 1). Un segundo componente expresa las variables asociadas a la hidrología del pastizal (Figura 2). Un tercer componente se asoció con el grado de erodabilidad presente en el pastizal (Figura 3). En cada mapa se presenta la variación espacial de cada componente, lo cual puede servir para la planeación de la intervención tecnológica para el manejo ordenado del pastizal. Los resultados obtenidos, coinciden con lo reportado por Fierro (2001), en el análisis de la condición de los pastizales del desierto Chihuahuense en la sección correspondiente al estado de Zacatecas. Simultáneamente, los resultados se ajustan a la distribución de lluvia en el estado, lo cual implica alta asociación entre ambiente y salud del pastizal.

CONCLUSIONES

Se identifico que la parte centro norte del estado de Zacatecas, presenta baja salud del pastizal, en gran medida por que son áreas que son sujetas a gran presión por el uso pecuario.

La asociación de metodologías permitió representar en una imagen de forma integral el estado de salud actual del pastizal, facilitando la interpretación y diseño de estrategias para mejorar los pastizales desde una perspectiva de uso sustentable.

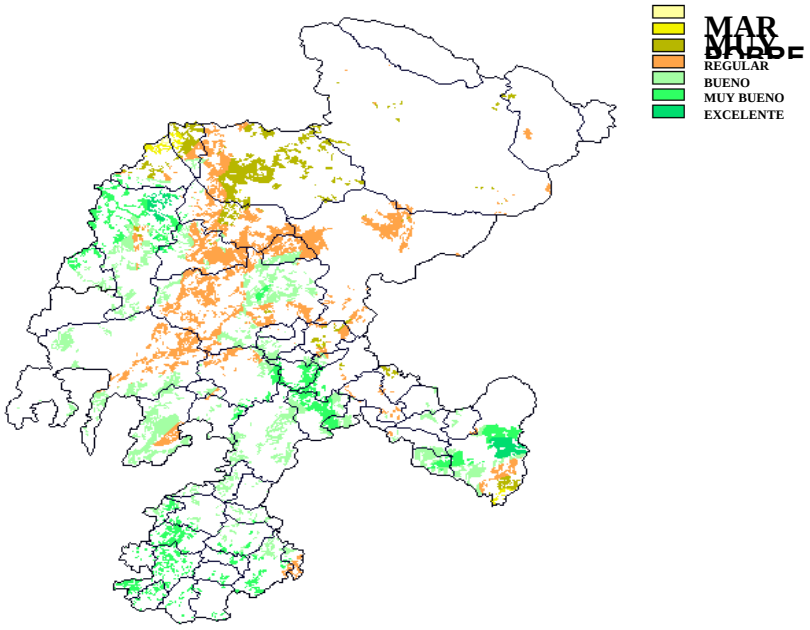


Figura 1 Estado general de la salud del pastizal.

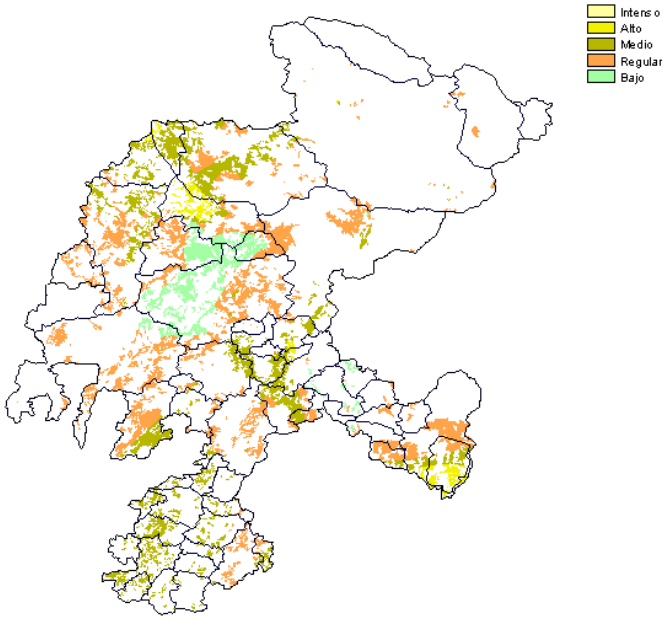


Figura 2 Escurrimiento superficial

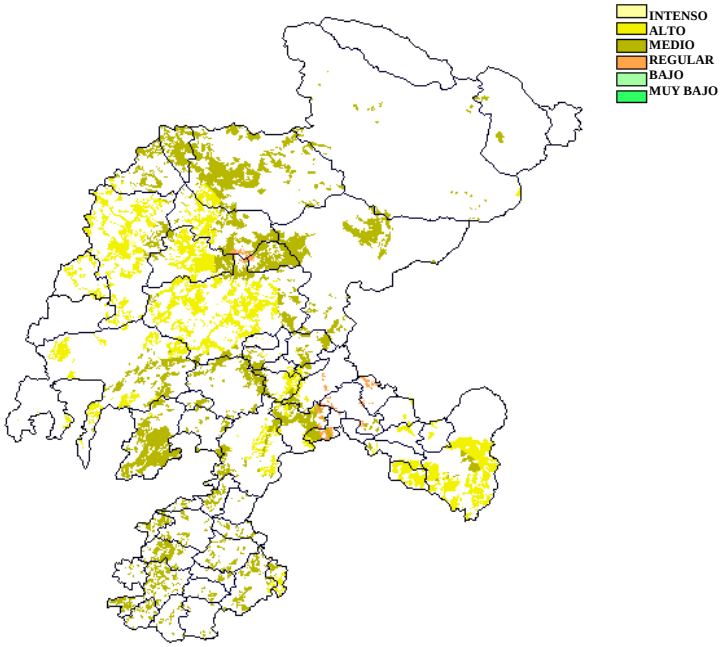


Figura 3 Erosión hídrica.

BIBLIOGRAFÍA

Eastman, R.J. 1995. IDRISI for windows: User´s guide (Version 1.0) Clark University.

Fierro, L.C. 2001. Análisis de la condición de los pastizales del Desierto Chihuahuense en México. PRONATURA-Noreste.

INEGI 1999. Anuario estadístico para el estado de Zacatecas.

Herrick J.E. A.M. Melgoza.D.A. Pyke. P.Shaver. and M. Pellant. 2003. I Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. UAA. Aguascalientes México.

Karr, J.R. 1992. Ecologicall integrity : Protecting earth's life support system. Pages 223-238. IN : R.Costanza, B.G. Norton, and B.D. Haskell 8EDS9, Ecosystem health-New Goals for Environmental Management, Island Press, Washington, D.C.

Pellant, M., P. Shaver, D.A. Pyke, J.E. Herrick, N. Habich and A. Mendenhall. 2000. interpreting indicators of rangeland health. Version 3. Tech. Rep. 1734-6. U.S. Department of interior. U.S. department of Agriculture. Denver, CO. pp. 2235-2384 in Manual of Remote Sensing, Vol. 2 (R.N. Colwell, ed.) Amer. Soc. Photogrammetry, Falls Church, V.A.

Pyke, D.A., J.E: Herrick, P. Shaver, and M. Pellant. 2002. Rangeland health attributes and indicators for qualitative assessment. Journal of Range Management, 55:584-597.

SAS Institute Inc. 2001. SAS technical report p, SAS/Stat software: Principal Components Analyses, Release 8.2, SAS Inc. Cary, NC.

Society for range Management. 1999. A glossary of terms used in range management. Society fo Range Management. Denver. CO: 20p.

UNAM, 1993. Cartas del inventario forestal nacional.

USDA, NRCS, 2001. Range Soil Quality Soil Quality Institute, Grazing Lands Technology Institute, National Soil Survey Center, USDA, NRCS and Bureau of Land Management, USDI. Washington, DC, U.S.A.

RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN ARBOSUFRUTESCENTE PASTOREADA POR CABRAS EN ZACATECAS

Ramón Gutiérrez Luna[1], Mario D. Amador Ramírez1, Homero Salinas, González[2], Manuel de J. Flores Najera1, y Edmundo Castellanos Pérez[3].

1 Campo Experimental Zacatecas-INIFAP., Carr. Zacatecas-Fresnillo km 24.5 A.P. 18. Tel. (478) 98 50198. ramong@inifapzac.sagarpa.gob.mx. [2]Director INIFAP-Región Norte Centro. [3]Profesor investigador FAZ-UJED.

INTRODUCCIÓN

La ganadería en México, se ha desarrollado durante décadas a través de un modelo extensivo, con un fuerte impacto ecológico en las áreas de pastizal, debido en parte a carga animal superior a la capacidad de los recursos naturales y por la forma de uso de la vegetación, la cual es utilización continua a través del tiempo, aspecto que limita a las plantas en su recuperación después de la defoliación. Lo anterior, aunado a periodos largos de sequía o bien de escasa precipitación ha traído como consecuencia un intenso deterioro de los recursos naturales.

Los productores pecuarios aunque son concientes de que la sobrecarga animal en los pastizales, y que el mal uso a que someten los pastizales repercute negativamente en la condición de sus recursos naturales, mantienen cargas animal altas y con utilización continua del pastizal. Resultado de ello es la erosión de los agostaderos, la cual ha sido severa, debido a la disminución de cobertura vegetal sobre el suelo. Los datos proporcionados por la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Índices de Agostadero (COTECOCA, 1986) lo explican desde el punto de vista de que el uso del suelo rebasa la capacidad de resilencia del sitio.

En México la explotación ganadera de caprinos independiente del objetivo de la explotación, se realiza sin esquemas tecnificados; y aunque los productores entienden que deben realizar cambios en su forma de producción, continúan su forma tradicional de producción. Por otra parte al ser comparada esta cadena productiva con otras de mayor empuje como es el caso de la ovinocultura, es más lento el avance tecnológico, no obstante los productores de ovinos tienden a ser más receptivos desde la actualización tecnológica o incluso de organización de productores, repercutiendo con ello favorablemente en sus ingresos.

Los sistemas de producción registrados en México para la producción de caprinos con respecto al uso del suelo se centran en tres: a) extensivos, b) semi-intensivos, y c) intensiva.

Sistema extensivo

La alimentación se basa en exponer el rebaño a pastoreo diurno de 6 hasta 12 horas en áreas de pastizal de variada capacidad productora de forraje, el pastoreo también se realiza en áreas de cultivo donde existen residuos de cosecha. Variando el sitio de pastoreo a través del año.

La explotación extensiva se caracteriza porque el productor posee hatos pequeños que oscilan alrededor de entre 20 a 50 vientres. Estos productores no aplican ningún nivel tecnológico (Nuncio *et al*., 2002). Siendo en este grupo donde los índices productivos son los más bajos, en este caso los animales rara vez reciben complemento alimentario, y cuando llega a ocurrir son de baja calidad. Por su parte, Hernández, (2000), Flores *et al*., (2005), Vargas *et al.,* (2005) y Gamboa *et al.,* (S/A) en estudios sobre practicas realizadas en la producción caprina; mencionan que en Puebla, Oaxaca, Sinaloa y otros estados de la republica Mexicana, el pastoreo es practicado de forma extensiva entre el 80 hasta el 90%, alimentando con el pastizal en terrenos pobre, orillas de caminos y en áreas agrícolas colectando los residuos de cosechas.

Los sistemas de producción de caprinos en México con respecto a su sistema producto se canalizan principalmente a la obtención de carne en sus diferentes modalidades (cabrito, birria, etc.).

En el sistema extensivo de producción de pequeños rumiantes, el uso del pastizal, adolece de control respecto al uso de la vegetación nativa, ya que el ganado se encuentra todo el tiempo utilizando las plantas. Por otra parte, no existe división de potreros, con lo cual se permite al animal alta selectividad de especies vegetales en su dieta.

El sistema semi-intensivo

Este esquema de producción animal, se caracteriza porque el ganado es alimentado alrededor de 6 horas diarias en áreas de pastizal, áreas de cultivo, o incluso a orillas de carretera. Este sistema de explotación ofrece gran potencial, en relación a producción caprina se caracteriza por combinar el pastoreo en matorral y utilización de fuentes alimenticias de regular calidad nutritiva (trigo, algodón, etc.) así también existiendo la posibilidad de suplementar con granos y forraje (Fuentes *et al*., 1989, citado por Hernández, 2000).

El sistema intensivo (estabulado)

Con respecto a explotaciones caprinas se desarrolla el sistema intensivo en explotaciones lecheras de alta producción, con alto rendimiento biológico y donde los animales

están confinados permanentemente, suministrándoles el alimento (forrajes de corte, granos y esquilmos) en el corral (Hernández, 2000).

Utilización de la vegetación nativa a través de sistemas de apacentamiento.

Dado que la producción animal en áreas de pastizal es la opción más económica, es importante encontrar formas de uso sostenible y rentable, ya que la tendencia actual es el uso extensivo, el cual carece de orden en la explotación de los recursos naturales. Algunas opciones que aportan al uso sostenibles de los recursos naturales son los sistemas de apacentamiento.

Los sistemas de apacentamiento especializados, han sido ampliamente considerados en la rehabilitación de tierras del pastizal. Holecheck *et al*., (1998) mencionan que la investigación en sistemas especializados de apacentamiento, ha demostrado incrementos en la condición del pastizal, permitiendo desde un modesto 10%, hasta 30% de incremento en la capacidad de carga animal. Estos mismos autores, reportan que el apacentamiento continuo (tradicional o extensivo), permite que los animales realicen concentraciones frecuentes en algunas partes de los ranchos, lo que ocasiona la formación de áreas de sacrificio o de mayor presión.

La rotación del ganado, auxilia en que se utilicen las plantas sin causarles daño; además, de brindarles un periodo amplió para su recuperación en vigor, reflejándose incluso en la producción de semilla, la cual podrá renovar su población. Por otra parte, se fortalece la actividad microbiana, se aumenta la cobertura basal, se protege el suelo y se reduce la pérdida de agua (Beukes y Cowling, 2003).

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta de la vegetación arbosufrutescente a dos esquemas **de utilización por cabras.**

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Panúco Zacatecas, el área de trabajo se encuentra situada a 22º 54’ latitud Norte y 102º 33’ de longitud Oeste, a una altitud de 2,285 m.s.n.m., el clima es subtrópico árido templado, con una precipitación media anual de 400 mm.
El tipo de vegetación es matorral mediano abierto, con cobertura de nopal, matorral bajo y pastos anuales de cobertura baja. El tipo de vegetación es matorral mediano espinoso, donde la vegetación predominante es “pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera”, con predominio en algunas áreas por pastizal en el que predominan las gramíneas, por ejemplo: (*Bouteloua curtipendula* tenius Gould et*, Bouteloua gracilis (HBK)* Lag*, Aristida spp,* y *Lycurus phleoides*

HBK), el estrato arbustivo es representado entre otras especie por Nopal (*Opuntia* spp) representada principalmente por (*Opuntia Leucotricha* D.C., *Opuntia streptocantha* Lem*, Opuntia Rastrera* Weber*,* etc), Huizache (*Acacia farnesiana* L Willd), Mezquite (*Prosopis juliflora (*Willd) M.C. Johnston), Gatuño (*Mimosa biuncifera* Benth) y Engorda cabra (*Dalea bicolor*), entre otras.

La fisiografía varía de ondulada a escarpada y presenta cárcavas muy desarrolladas. Los suelos son en general arenosos (63-87%), con pH de 7.8 en promedio, y bajo contenido de nutrientes, materia orgánica (0.1-2.7%) y sales (Serna y Echavarría, 2002).

Los dos esquemas de utilización del pastizal fueron pastoreo rotacional diferido (Figura 1), distribuido en cuatro potreros de 12.5 ha respectivamente y el pastoreo continuo, como punto de referencia de máximo potencial se tuvieron pequeñas áreas excluidas al pastoreo donde se dio simultaneo seguimiento a la respuesta de la vegetación. El primer esquema de uso de la vegetación determino el uso por tres meses de cada potrero y cambio al siguiente potrero al inicio del tercer trimestre, cuando completaron el primer ciclo de pastoreo se inicio el segundo ciclo en el potrero dos hasta terminar este ciclo en el primer potrero. La carga animal para pastoreo rotacional diferido fue el de 40 cabras adultas de 40 kg de peso vivo en 25 ha, lo cual equivale a una carga animal de 6.0 ha UA^{-1} $año^{-1}$. Mientras que en el pastoreo continuo, no hubo control respecto a tiempo de uso de la vegetación; por otra parte, la carga animal del ejido Casa de Cerros corresponde 4.54 ha UA^{-1} $año^{-1}$.

Determinación de atributos de vegetación

Cobertura basal

Se determinó en cuatro épocas del año (primavera, verano, otoño e invierno), a través del marco de 1.0m de 20 puntos (línea de Canfield modificada), el cual consiste en agujas que hacen contacto con el suelo, o bien, el material que se encuentre sobre el mismo. La cobertura se expresa en porcentaje. Procedimiento similar se realiza a fin de determinar la cobertura por piedras, rocas, materia orgánica o incluso el suelo desnudo (Bonham, 1989).

Composición botánica

Se realizaron recorridos por todas las áreas; se identificó toda la diversidad posible, medición que corresponde a un censo de la flora presente en cada tratamiento (pastoreo rotacional diferido y pastoreo continuo).

Producción de forraje (base seca)

Ésta fue determinada en las diferentes estaciones del año en cada tratamiento, a fin de identificar la materia seca disponible para el ganado y en función a ello, realizar ajustes de carga animal; de acuerdo a Bonham (1989), se utilizó el método de corte. Para realizar esta estimación, se procedió a colocar en el suelo un cuadrante de área conocida (50 x 50 cm) y se cosechó a nivel del suelo el forraje que estuvo dentro de éste; el criterio de cosecha fue cortar el forraje que estuvo dentro del cuadrante, evitando cortar plantas que tenían sus raíces fuera del mismo; además, se incluyó el forraje que estaba fuera del cuadrante y que sus raíces se encontraban dentro de éste.

La producción de materia seca se llevo a peso constante, en una estufa de aire forzado a 60 ºC, a fin de eliminar la humedad y así establecer la producción de materia seca por unidad de áreas.

Cercos interiores para pastoreo

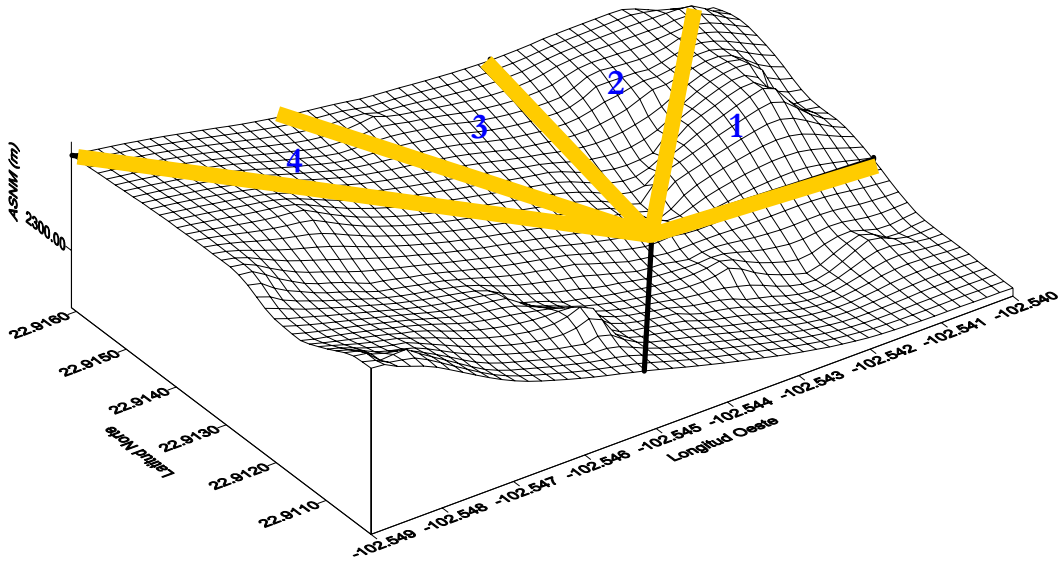


Figura 1. Área de estudio de dos esquemas de utilización del pastoreo (Cuatro potreros y Continuo). Panuco, Zacatecas, Méx. (Tomado de Ledezma, 2003)

RESULTADOS Y DISCUSION

Cobertura vegetal

Con respecto al apacentamiento rotacional diferido y extensivo con cabras en el Norte-Centro de México, para verano se observo diferencia a favor en la cobertura vegetal sobre el suelo en pastoreo rotacional con 57.43% contra 46.47 % en pastoreo continuo. Respuesta similar fue presentada por Mellado *et al*., (2003) donde se evaluaron dos niveles de carga animal (1.5 ha/cabra=pesado y ligero=15 ha/cabra) y encontraron que la cobertura vegetal fue de 30.4% y 38.6% respectivamente.

Al comparar entre uso del pastizal (pastoreo rotacional diferido-exclusión y pastoreo continuo), se observa que la proporción de suelo desnudo (SD) a excepción de la primavera, siempre fue mayor para el pastoreo continuo. Por otra parte, a excepción de la primavera, el resto del año prácticamente no se registró la presencia de materia orgánica sobre el suelo en pastoreo continuo.

La grava (GVA), si bien es variable a través del tiempo, ésta aumenta su presencia posterior a la estación de crecimiento en gran medida, debido al consumo del crecimiento aéreo de las plantas; al observar la Figura 2, se detecta que donde se da uso rotacional al pastizal, aumenta su exposición fuera de la estación de verano.

En el análisis integral de la Figura 2, se determina que tanto el pastoreo continuo como rotacional diferido, presentaron valores similares sobre los atributos de cobertura sobre el suelo, lo cual eventualmente se opone a los resultados reportados por diversos autores, sobre que los sistemas de apacentamiento deterioran más los recursos naturales que en pastoreo continuo.

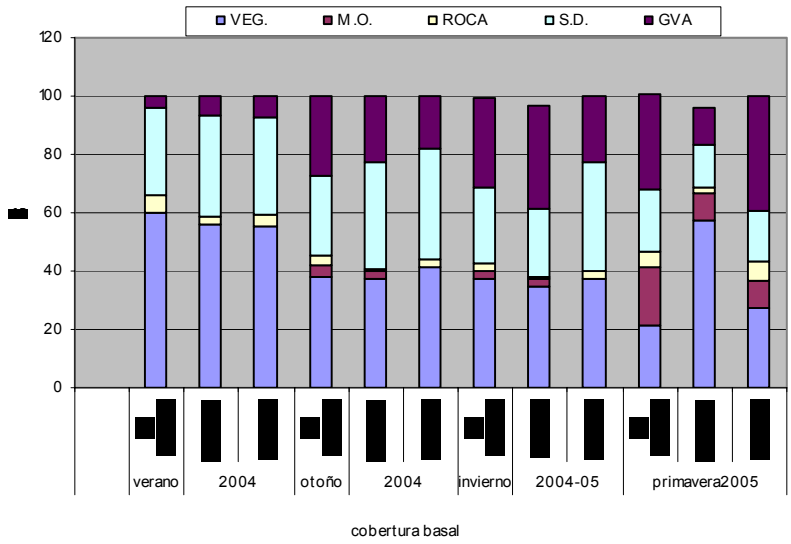


Figura 2. Cobertura basal en tres usos del pastizal Pánuco, Zac., Méx. (2004-2005).

Producción de materia seca

Gutiérrez *et al., (*2006), al evaluar la producción de materia seca forrajera, esta fue altamente significativa, la diferencia entre sistemas de producción, fue que en pastoreo rotacional diferido se registro una producción de 996.5 kg contra 280.8 kg de materia seca por hectárea en pastoreo extensivo (continuo).

Por épocas del año la diferencia fue igual de importante ya que en pastoreo rotacional en verano, otoño, invierno y primavera se obtuvo un rendimiento de 1799, 987, 723 y 450 kg ha^{-1} respectivamente; mientras que en pastoreo extensivo (continuo) en las misma épocas del año se determino 403, 234, 239 y 274 kg ha^{-1}, respectivamente.

Cuadro 1. COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PROMEDIO DE FORRAJE EN BASE SECA (KG/HA) EN CUATRO ÉPOCAS DEL AÑO.

Época	Media	Significancia estadística
Verano	1142.64	a
Otoño	697.76	b
Invierno	548.80	c
Primavera	417.77	c

Letras iguales = No existe diferencia estadística al nivel de $P \geq 0.01$

Composición botánica

En relación a la composición botánica de la comunidad vegetal bajo apacentamiento rotacional diferido y continuo Gutiérrez *et* al., (2006) registraron 59 especies contra 27, donde la principal familia fue la Gramineae con 17 especies contra 6, en cactaceas se registraron 9 contra 4, y en leguminosas fueron 7 en pastoreo rotacional diferido contra 6 en pastoreo continuo, respectivamente.

Carga animal

Los datos registrados para sitios de pastoreo continuo, indicaron que utilizando solo el 60% de la producción en pie corresponde a 173 kg MS/ha^{-1}, aspecto que dista mucho de lo realizado por el productor ya que el permite la remoción del 100% de la producción en pie, además de que no permite el descanso del pastizal.

El ejido Casa de Cerros de Panuco, Zac., lugar donde se desarrollo la investigación cuenta con 2300ha de pastizal usado extensivamente (continuo), su inventario animal es de 3000 cabezas entre cabras y ovinos, además de bovinos así como equinos no cuantificados. Con la población animal tal cual se mantiene, indica que existe un déficit de 1747 ton de materia seca, esto permitiendo que el ganado consuma el 100% de la producción en pie. Sin embargo al utilizar el sistema de pastoreo rotacional diferido se logra mejorar la capacidad de carga animal hasta 248 UA año^{-1}, disminuyendo el déficit de forraje a solo 383 ton de materia seca.

CONCLUSIONES

El uso de sistemas de apacentamiento permite ordenar la forma en que deben ser utilizadas las plantas del agostadero, teniendo como resultado la conservación del suelo, de la diversidad de plantas presentes en el pastizal, así como incrementar la producción de forraje disponible al animal; el cual con menor esfuerzo logra satisfacer sus demandas alimenticias, lo que se refleja en mayor ganancia de peso. Simultáneamente, es posible incrementar la carga animal, según lo permita la recuperación de la condición del pastizal.

Para proteger las plantas y el suelo; cuando los animales han utilizado 50 % de forraje, se recomienda que sean cambiados de potrero; debe ponerse especial atención, en que las plantas preferidas por el ganado no sean sobre-pastoreadas; solo en caso de que exista déficit de forraje en el potrero asignado, se deben cambiar los animales antes del tiempo programado (tres meses).

BIBLIOGRAFÍA

Beukes P.C. and R. M. Cowling. 2003. Non-selective grazing impacts on soil-properties of the Nama Karoo. J. of Range Manage. 56:547-552.

Bonham, Ch.D. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. Wiley Interscience Edit.

COTECOCA-SARH. 1986. 1972-1986. Monografías Estatales de Coeficientes de Agostadero. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México, D.F.

Flores Á. G. J., Y. A. Villegas, F. G. Ramos y J. L. L. Cristóbal. 2005. Evaluación del agroecosistema de agostadero en la explotación extensiva de caprinos. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23. En: Memorias in-extenso del 2º Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Ed. Domingo M.A., Gutiérrez L.R., y Flores O. M.A. Zacatecas, Zac., México.

Fuentes H., J. de la. A. Garmendia G., M. González H., M.L. Jiménez E. y E. Mascorro V. 1989. Bonanza y crisis de la ganadería nacional: Una visión integral de la actividad agropecuaria en México. Subdirección de investigación. Departamento de Diagnóstico Externo. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 349 p.

Gamboa, V.J.J., L.J. Portillo, L.M. Valdez, B.E. Estrada y G.J. Bohórquez. S/A. Caracterización de la caprinocultura en Sinaloa. http://www.uasnet.mx/centro/profesional/emvz/11-20.htm#PP17

Gutiérrez L.R., F. G. Ch. Echavarría, H. G. Salinas, M. D. R. Amador, M. J. N. Flores y M. Á. O. Flores. 2006. Producción caprina bajo pastoreo rotacional diferido y continuo. Folleto Científico Núm. 9. INIFAP-Centro de Investigación Regional Norte Centro-Campo Experimental Zacatecas. Zacatecas, México. 38 pág.

Hernandez, Z.J.S. 2000. The goat farming in the Puebla (México) livestock production: Goat contribution and production systems. Arch. Zootec. 49:341-352

Holecheck, J.L., R.D. Pieper and C.H. Herbel. 1998. Range Management: Principles and Practices. 3er. Edition. Edith. Prentice Hall Inc., USA.

Juárez R.A.S., O.M. Murillo, M. Ma. Del S. Vázquez. 1997. Consumo de energía metabolizable y proteína por caprinos en una zona de alto grado de deterioro de la vegetación. En: Memorias de la XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. 49-52 p.

Ledezma R.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 Maestría. Universidad Autónoma de Zacatecas.

Mellado M., R. Valdez, L.M. Lara, and R. López. 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. J. of Range Manage. 56:167-173.

Nuncio O. M. G., T. J. Nahed, H.B.M. Díaz, I.B. Salvatierra, A. M. Hernández, y A. F. Escobedo. 2002. Sistemas de producción ovina en Tabasco. Acontecer Ovino-Caprino. Vol. IV: 50-52. México.

Serna P., A. y F.G.Ch. Echavarría. 2002. Caracterización hidrológica de un agostadero Comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. I Pérdidas de suelo. Vol 401: 37-53. Revista técnica pecuaria en México.

Vargas L.S., I.M. Vázquez, A.G. Hernández, R.L. Guadarrama. 2005. Análisis del sistema agrosilvopastoril de caprinos para carne en Mixteca Poblana. En. 2º Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Edit. Ramírez M.D.A, R.L. Gutiérrez, M.A. O. Flores y A.P. Serna. Zacatecas, México.

PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO EN UN PASTIZAL BAJO PASTOREO ROTACIONAL EN ZACATECAS.

Serna Pérez Alfonso[1] y Echavarría Cháirez Francisco Guadalupe[1]

[1]INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. Km., 24.5 Carr., Zac – Fllo., Apdo. Postal No. 18 Calera, Zacatecas, 8500. e-mail: fechava@inifapzac.sagarpa.gob.mx

INTRODUCCION

Desde la institución del ejido en México, y aún desde tiempos de la colonia, los agostaderos se han usado en forma irracional por parte de sus propietarios. Estas son áreas que por sus características limitativas como precipitación errática, drenaje deficiente, topografía abrupta y temperaturas extremas, resultan inapropiadas para el establecimiento de cultivos agrícolas (Stoddart *et al*., 1975). Razón por la cual, no se ha dado la importancia adecuada a estos recursos que constituyen la base de la ganadería extensiva, además de ser la fuente de alimentos más barata que existe. Aproximadamente, 128 millones de hectáreas se encuentran localizadas en las zonas áridas y semiáridas, que se distribuyen principalmente en el centro y norte del país y en las que sobrevive alrededor del 50% de la población mexicana.

En la mayoría de las zonas áridas y semiáridas del norte de México, el uso del suelo es inadecuado desde el punto de vista ecológico, social y productivo. En el estado actual del recurso han influido factores ambientales (escasa y errática precipitación), factores relacionados con la geomorfología y génesis de los suelos (reducida profundidad del suelo, bajo contenido de materia orgánica, limitada capacidad de retención de humedad pluvial), así como la presencia de lomeríos con fuertes pendientes que contribuyen a la erosión del suelo. Otro factor importante atribuible al usuario, es el uso anárquico y sin control de la carga animal (ausencia de sistema de pastoreo), lo cual conduce a la reducción de la cobertura vegetal y el incremento de especies vegetales de baja calidad alimenticia (Echavarría *et al*., 2006).

En las zonas áridas y semiáridas del desierto Zacatecano, la falta de sistemas apropiados de pastoreo es considerado un problema importante, ya que no existe control sobre la utilización de agostaderos, lo que eventualmente puede llevar a la pérdida de la vegetación nativa, erosión del suelo (Serna y Echavarría, 2002) y de allí a la desertificación, lo que al final con lleva a la pérdida de los recursos naturales.

El diseño, establecimiento y evaluación de sistemas de pastoreo es una acción tecnológica indispensable en los agostaderos. Su efecto, aunque lento y difícil de medir, paulatinamente llega a ser percibido y posteriormente adoptado por los ganaderos. En este

estudio, el objetivo es valorar el efecto de sistemas de pastoreo rotacional y continuo, sobre propiedades físicas del suelo relacionadas con la estructura e infiltración.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental se realizó en una microcuenca de pastizal semiárido de 53 has localizado en los 22º 54' N y 102º 33' O, a 2,285 msnm y precipitación promedio anual de 400 mm, en donde la vegetación dominante es "pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera" (Serna y Echeverría, 2006). La fisiografía varía de ondulada a escarpada. Los suelos son predominantemente arenosos (63-87%), con pH moderadamente alcalino (pH ~ 7.8), bajo contenido de nutrimentos, materia orgánica (0.1-2.7%) y sales. De acuerdo con CETENAL (1971) los suelos se clasifican, en su mayor parte, como Litosoles y, en menor proporción, como Castañozem, con un horizonte petrocálcico de profundidad variable.

El tratamiento pastoreo rotacional (*PR*) se estableció en 2002, en un sitio que fue excluido al ganado durante 5 años (1995-2000) y reabierto al pastoreo continuo por 2 años, para finalmente en 2002 dividirlo en 4 potreros mediante cercos internos. La carga animal en *PR* se calculó con base a un consumo de 1.5 Kg de materia seca/día/animal y se decidió dejar un remanente del 25% de la producción aérea de las plantas, de esta forma se alimento un hato de 250 cabezas entre caprinos y ovinos. En el área aledaña se aplico el tratamiento pastoreo continuo (*PC*), en donde apacentó durante todo el año un hato que vario entre 200 a 300 cabezas de caprinos y ovinos.

Las propiedades y características del suelo se determinaron directamente en campo y laboratorio en ambos sistemas de pastoreo. La densidad aparente (*Dap*) de la superficie del suelo se midió con el método del cilindro de volumen conocido (Blake, 1965). En *PR* se determinó la *Dap* a través de 5 transectos totalizando 51 muestras en el año 2002 y 10 muestras en 2005. En *PC* se muestreo a través de 5 transectos para un total de 20 muestras en 2002 y 10 muestras en 2005. Cada transecto fue de longitud variable y los puntos de muestreo se ubicaron a 500 m de distancia entre ellos.

La porosidad y el radio de poro se determinaron al final del período de estudio. Se colectaron dos muestras inalteradas por transecto, una por cada posición fisiográfica; ladera y pie de monte. Se muestrearon 5 transectos obteniéndose un total de 10 muestras por sistema de pastoreo. Las muestras se tomaron con embudos metálicos tipo Buchner. Posteriormente éstas se trasladaron al laboratorio en donde se determino la distribución de porosidad mediante la técnica de Vomicil (1965). Como consecuencia del continuo drenado de la muestra de suelo bajo esta técnica, se obtuvieron dos columnas de valores, los que correspondieron a la humedad del suelo a partir de saturación y su decremento, y el potencial matricial a la que fue

retenida. La estimación del diámetro de poro se basó en la relación (Brady y Weil, 2000): $r = 0.149\ cm^2/\Psi_m$, en donde *r* es el radio de poro, *0.149 cm²* es una constante a partir de la ecuación de capilaridad y Ψ_m es el potencial matricial (cm). Para la estimación anterior se partió de un valor hipotético de 1000 µ de radio, lo que representa un diámetro de 2000 µ o 2 mm. Los valores obtenidos representaron una distribución bivariada de radios de poros y contenido de humedad, de la cual se calcularon los momentos, a partir del primer momento se obtuvo la media de radio de poro. La porosidad total del suelo se estimo al finalizar cada prueba. La muestra se seco hasta peso constante y se estimo el volumen del embudo cuantificándose primero la Dap y después la porosidad de acuerdo con Brady y Weil (2000).

La estimación de textura del suelo se realizó por el método del hidrómetro de Bouyoucos (Pulido y Del Valle, 2001). Las muestras del suelo fueron colectadas a la par que las muestras de suelo inalteradas utilizadas para la determinación de radio de poros y porosidad, con el mismo esquema de muestreo.

La resistencia a la penetración (*RP*) del suelo se midió bajo el principio de penetración dinámica (Davidson, 1965) con un penetrómetro de cono similar al descrito por Herrick y Jones (2002). Se realizaron mediciones de profundidad de penetración de suelo en 5 transectos con puntos a 500 m de distancia. Bajo los sitios de pastoreo rotacional se ubicaron 51 puntos y 20 bajo el tratamiento de pastoreo continuo. Cada punto de muestreo fue el promedio de cinco mediciones. Las mediciones se realizaron desde marzo de 2002 hasta noviembre de 2005, para un total de ocho muestreos. El número de golpes de martillo se estandarizó a 10 por determinación. Los valores de profundidad de penetración se transformaron a unidades de fuerza (Joules cm^{-1}) que se opone a la penetración, mediante la formula descrita por (Herrick y Jones, 2002). Los valores obtenidos fueron promediados y graficados a través del tiempo.

Al final del experimento las variables hidrológicas sorbilidad (*S*) (Fuentes 1989), infiltración acumulada a los 60 minutos (I_{60}) y velocidad final de infiltración (V_f) se estimaron mediante pruebas de infiltración con cilindros concéntricos (Bertrand, 1965) utilizando una carga hidráulica que varió de 4 a 3 cm. Además, se determino la rugosidad del suelo con un rastrillo de 20 agujas (Kincaid y Williams, 1966). Las variables se determinaron utilizando el esquema de muestreo para radio de poro y porosidad ya descrito.

Las muestras apareadas se compararon por medio de pruebas de *t* de Student utilizando el programa SAS (1992). La determinación de la media en la distribución de una función bivariada de humedad y radio de poro se hizo con el programa CALMOM (Skopp y Clague, 1986), con el que también se calcularon los momentos de una distribución acumulada de intervalos variables y de muestras puntuales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Valores medios de *Dap* para los sistemas de pastoreo se presentan en el Cuadro 1. Al inicio del período de evaluación (2002), las medias de *Dap* fueron iguales en ambos sistemas (P>0.05). En cambio, al final del período de evaluación (2005) el promedio de Dap en *PC* fue mayor (P>0.05) que el promedio de *Dap* en *PR*. Además, es de notarse el incremento en la *Dap* en *PC*, durante el período de 2002 a 2005 (~0.12 g cm^{-3}), mientras que en *PR* la *Dap* permaneció sin cambio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Densidad aparente (*Dap*) del suelo bajo dos tratamientos de pastoreo en Panuco, Zacatecas.

Abril de 2002 (N=72)		Noviembre de 2005 (N=20)	
PR	*PC*	*PR*	*PC*
1.42 ± 0.129 a	1.41 ± 0.143 a	1.43 ± 0.081 b	1.53 ± 0.099 a

Entre columnas, medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferentes (P>0.05) según prueba t de Student.

Los valores promedio de *RP* de la superficie del suelo para los sistemas de pastoreo se presentan en la Figura 1. Al inicio del estudio, las medias de *RP* presentaron valores semejantes (P>0.05). A partir del segundo muestreo y hasta el final del estudio, los valores promedio de *RP* fueron diferentes (P>0.05) entre los sistemas de pastoreo. El suelo del área con *PC*, desde el segundo muestreo en adelante, siempre mostró mayor resistencia a la penetración (P>0.05) que el suelo del área en donde se manejo el hato de cabras bajo el sistema de *PR* (Figura 1). Además, los valores de *RP* del suelo variaron en su magnitud dentro de cada sistema de pastoreo.

El Cuadro 2 presenta los valores promedio de radio de poro, porcentaje de porosidad y contenido de arena del suelo en los sitios de *PR* y *PC* muestreados en dos posiciones fisiográficas. Los suelos de ladera con *PC* presentaron un promedio de radio de poro mayor (P>0.05) que los suelos de ladera con *PR*. Lo contrario se observó para la porosidad (P>0.05) en los suelos de ladera. En los suelos a pie de monte, no se encontró diferencia entre los valores promedio de porosidad y radio de poro para ambos sistemas de pastoreo. Generalmente, los valores de tamaño de poro mayores se asociaron con valores de menor porcentaje de porosidad y estos se ubicaron en los sitios con *PC* (Cuadro 2). En general, el contenido medio de arena mostró una amplitud de poca variación entre los suelos en estudio.

Cuadro 1. Media y desviación estándar de radio de poro, porosidad y contenido de arena del suelo de los sitios de pastoreo rotacional (PR) y continuo (PC) en dos posiciones fisiográficas. Pánuco Zacatecas, México.

Variable	Ladera		Pie de monte	
	PR	PC	PR	PC
Radio de poro (10^{-3}mm)	534b ± 30	578a ± 22	550a ± 34	592a ± 52
Porosidad (%)	0.47a ± 0.03	0.42b ± 0.02	0.45a ± 0.03	0.41a ± 0.05
Contenido de Arena (%)	55.9a ± 6.0	57.1a ± 8.6	54.4b ± 3.7	70.5a ± 6.2

Entre columnas y por posición fisiográfica, medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferentes (P>0.05) según prueba t de Student.

Los valores promedio de rugosidad y variables de infiltración por tratamiento de pastoreo para dos posiciones fisiográficas se muestran en el Cuadro 3. La rugosidad del suelo presentó sistemáticamente valores más altos en la ladera que en el pie de monte y en el área de pastoreo rotacional, sin llegar a ser diferentes. Por otro lado, los valores de I_{60}, V_f y S fueron mayores en el tratamiento de pastoreo rotacional que en el pastoreo continuo. En todos los casos los valores no fueron diferentes estadísticamente entre tratamientos de pastoreo (P>0.05), ni entre las posiciones fisiográficas estudiadas (ladera y pie de monte).

Cuadro 3. Media y desviación estándar de variables de infiltración y rugosidad del suelo de los sitios de pastoreo rotacional (PR) y continuo (PC) en dos posiciones fisiográficas. Pánuco Zacatecas, México.

Variable	Ladera		Pie de monte	
	PR	PC	PR	PC
I_{60} (cm)	10.4 ± 2.8	8.0 ± 2.1	11.2 ± 3.7	7.9 ± 1.3
S (cm min$^{-1/2}$)	0.71 ± 0.16	0.60 ± 0.09	0.78 ± 0.29	0.54 ± 0.06
V_f (cm h^{-1})	9.7 ± 2.8	7.1 ± 2.1	10.7 ± 3.4	7.6 ± 1.5
Rugosidad (adimensional)	1.37 ± 0.48	1.21 ± 0.88	1.23 ± 0.035	1.03 ± 0.81

Las medias de los valores no son estadísticamente diferentes.

Las propiedades y variables del suelo relacionadas con la estructura (*Dap* y *RP*) respondieron con relativa rapidez al sistema de pastoreo en comparación con las variables de infiltración evaluadas, las que tal vez necesitarán de un periodo de tiempo más largo para manifestarse. Como resultado de la acción de *PR* se obtuvieron respuestas positivas para el mejoramiento de la calidad del suelo, tales como la reducción de la densidad aparente, la resistencia a la penetración del suelo, el incremento en la porosidad y la formación de tamaños

de poro más eficientes en la captación de humedad (Cuadros 1 y 2, Figura 1). Por otro lado, el *PR* también tuvo un efecto positivo en el mejoramiento de las variables de infiltración del agua en el suelo, pero sin ser estadísticamente importante.

CONCLUSIONES

La aplicación del *PR* durante 4 años en el sitio de pastizal fue suficiente para promover el mejoramiento de las propiedades y variables del suelo relacionadas con la estructura. Sin embargo, el manejo del sitio de pastizal mediante el *PR* no fue efectivo para mejorar las propiedades del suelo relacionadas con la infiltración del agua en el suelo.

BIBLIOGRAFIA

Bertrand AR. 1965. Rate of water intake in the field. In: Black C.A. (ed). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurements and sampling. Agronomy Monograph Series. Am., Soc., of Agron., Madison, Wis., USA. 197-209.

Blake GR. 1965. Bulk density. In: In: Black C.A. (ed). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurements and sampling. Agronomy Monograph Series. American Society of Agronomy. Madison, Wis., USA. 374-390.

Brady NC, Weil RR. 2000. Elements of the nature and properties of soil. 12th edition. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc., p. 106.

CETENAL. 1981. Carta edafológica F-13-B-58. Secretaría de la Presidencia. México.

Echavarría CFG, Gutiérrez LR, Ledesma RRI, Bañuelos VR, Aguilera SJI, Serna PA. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa. Tec Pecu Méx. 44(2): 203-217.

Davidson DT. 1965. Penetrometer measurements. In: Black C.A. (ed). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurements and sampling. Agronomy Monograph Series. Am., Soc., of Agron. Madison, Wis., USA. 472-484.

Fuentes RC. 1989. Teoría de la infiltración unidimensional: 2. La infiltración vertical. Agrociencia 78:119-153.

Herrick JE, Jones TL. 2002. A dynamic cone penetrometer for measuring soil penetration resistance. Soil Sci Soc Am J. 66: 1320-1324.

Kincaid DR, Williams G. 1966. Rainfall effects on soil surface characteristics following range improvement treatments. J Range Manage. 19:346-351.

Pulido AR., Del Valle FH. 2001. Instructivo para el análisis de suelos y aguas para riego. Departamento de irrigación, Chapingo México.

SAS. 1992. SAS/STAT Users' Guide. (Release 6.08). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.

Serna PA, Echavarría CFG. 2002. Caracterización hidrológica de un agostadero comunal excluido al pastoreo en Zacatecas, México. II. Escurrimiento superficial. Téc Pecu Méx. 40(1): 55-69.

Skopp,J., Clague F. 1986. Calculation of Statistical moments. Lincoln NE, USA: University of Nebraska.

Stoddart LA, AD Smith, TW Box. 1975. Range management. 3rd ed. New York, USA: McGraw-Hill Book Company.

Vomocil JA. 1965. Porosity. In: Black C.A. (ed). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurements and sampling. Agronomy Monograph Series. American Society of Agronomy. Madison, Wis., USA. 299-314.

EFECTO DE LA FRECUENCIA Y NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE CABRAS EN LACTACIÓN

Guillermo Cordova Ruiz, J. Santos Serrato Corona, e Isidro Sánchez Duarte

Facultad de Agricultura y Zootecnia – UJED sserratoc@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango se cuenta con mas de 459,000 cabezas de ganado caprino, de las cuales la Laguna de Durango alberga 55.1 % de la población, generando aproximadamente el 52.9% de la producción láctea y la de Coahuila el 47.1 % (SAGARPA, 2002). La mayor parte del ganado caprino en ésta Región se explota bajo condiciones de pastoreo semi-extensivas. La época de partos en las cabras de la Comarca Lagunera bajo condiciones extensivas por lo regular no es controlada y ocurre durante las épocas de mayor escasez de alimento, en los meses de Noviembre a Febrero. Lo anterior ocasiona una baja producción láctea y malas condiciones corporales. Houston et al. (1999) reportaron pérdidas de peso corporal cercanas al 20% durante la Primavera. En cabras adultas se han reportado pérdidas de peso de hasta 35% al final del periodo de estiaje (Mayo-Junio) cuando no se suplementa en esta época (Juárez et al., 2002). La suplementación contribuye a reducir perdidas como son; el aborto, nacimiento de cabritos pequeños y la perdida de recién nacidos. Sin embargo los costos relacionados con la suplementación pueden llegar a ser considerables. Una alternativa para reducir estos costos es reducir la frecuencia de suplementación. En otras especies de rumiantes se ha encontrado que se puede ofrecer el suplemento proteico tan infrecuentemente como una vez por semana. En animales en pastoreo, la frecuencia se puede reducir a dos o mas veces por semana (Huston et al., 1999; Farmer et al., 2001) sin afectar de manera importante el rendimiento de los animales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Pequeña Propiedad “Las Teresitas” municipio de Tlahualilo, Dgo. Se utilizaron 24 cabras adultas en lactación encastadas de la raza Alpino Francés. Previa identificación las cabras se asignaron al azar en uno de cuatro tratamientos, con cinco cabras por tratamiento, además de un grupo testigo que solamente incluyó cuatro animales. Las cabras se seleccionaron buscando que fueran lo mas homogéneas posible, en cuanto a fecha de parto, peso, condición corporal y edad. Los diferentes tratamientos se ofrecieron al ganado de manera individual después del pastoreo. Los tratamientos consistieron en ofrecer dos niveles de suplementación proteica (bajo = 100 g y alto = 200 g/día). La

frecuencia de suplementación consistió en ofrecer diariamente y cada tres días. Previo al inicio del periodo experimental las cabras se desparasitaron utilizando Dectomax (Doramectina) en una proporción de 1 ml/50 kg de peso vía subcutánea. La suplementación se proporcionó aproximadamente a las 17:00 h. Durante el desarrollo del trabajo se realizaron tres recorridos por las diferentes rutas de pastoreo con la intención de determinar la composición botánica de cada una de las diferentes áreas de pastoreo.

Las variables medidas fueron cambio de peso corporal, pesando los animales dos días consecutivos aproximadamente a la misma hora (1400 h.) al inicio y al final del periodo experimental; producción de leche, registrando la producción antes de aplicar la suplementación y posteriormente cada 15 días hasta el final del experimento; concentración de nitrógeno ureico en la sangre, al final del experimento, tomando una muestra antes de ofrecer el suplemento y dos horas después de haber consumido el suplemento. Las muestras de sangre se obtuvieron de la yugular utilizando tubos con vacío. Las muestras se centrifugaron durante 40 minutos a 3000 x g a temperatura ambiente dentro los primeros 30 minutos después de la colección. El suero obtenido se congeló a –20 °C para su posterior análisis. Los resultados obtenidos para cambio de peso se analizaron de acuerdo con un análisis de varianza según el diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 1989). Mientras que la producción de la leche y concentración de nitrógeno ureico en la sangre se analizaron mediante medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El nivel de proteína y la frecuencia de suplementación no influenciaron (P = 0.80 y P= 0.90 respectivamente) el cambio de peso (Cuadro 1). Sin embargo, la interacción de los niveles de proteína*frecuencia de suplementación fue significativa a un nivel probabilidad del 0.03. Por lo que se compararon las medias de los niveles de proteína en forma separada para cada frecuencia de suplementación, indicando que la cantidad de proteína ofrecida dependió de la frecuencia con que se ofreció el suplemento. Los resultados sobre el efecto de la frecuencia de suplementación pueden ser inconsistentes. Luna et al. (1987) reportan pérdidas de peso del orden de 8.5 kg para hembras lactantes durante la época de sequía, no obstante que consumían una dieta con un 11% de PC. Tovar-Luna et al. (1995) no encontraron efecto de la suplementación diaria o cada tercer dia sobre el cambio de peso en vaquillas alimentadas con forraje de baja calidad y suplementadas con mezcla de 45% PC de la cual el 4% era degradable en rumen. Por otra parte Luna et al. (1992) reportan una ganancia del 20% mayor con respecto al testigo durante la época invernal en cabras lactantes, suplementadas con harinolina a razón de 50 g/animal/día. La producción de leche fue diferente (P< 0.01) registrándose las mayores

producciones en los grupos de cabras suplementados diariamente y las menores en las cabras del grupo control con producciones intermedias en las cabras que recibieron suplemento cada tres días (Fig 1). El ordeño no influenció (P = 0.10) la producción de leche. Serrato y Rivas (2004) no encontraron efecto de la suplementación con diferentes niveles de proteína degradable sobre la producción de leche en cabras alimentadas a base de rastrojo de maíz amonificado. La concentración de nitrógeno ureico en sangre no fue diferente (P=0.17), sin embargo, el tiempo de sangrado fue diferente (P = 0.01), encontrando mayores concentraciones de nitrógeno ureico después de la suplementación (Fig. 2). Aunque las cabras del grupo control registraron la menor concentración de nitrógeno ureico comparadas con los grupos suplementados se puede suponer que el nivel y la frecuencia de suplementación no provocaron un incremento excesivo en la síntesis de urea. Las concentraciones de urea fluctuaron de 22.2 a 32.2 mg/dL después de ofrecer los suplementos, sin embargo, antes de ofrecer los suplementos la concentración fluctuó entre 17.5 y 29.4 mg/dL. Los resultados encontrados parecen ser fuera del rango si consideramos que Dukes (1995) y Morros (1967) mostraron un rango de 13-28 mg/dL en caprinos. Lo anterior sugiere que la calidad de la proteína y la disponibilidad de energía soluble pudieron haber limitado la absorción eficiente de la proteína de la dieta ya que Eggum (1970) indica que la calidad, cantidad, y tiempo transcurrido después del consumo son los principales factores que influencian la concentración de urea en sangre.

Cuadro 1. Cambio de peso corporal en cabras suplementadas con dos niveles de proteína y dos frecuencias de suplementación en condiciones de pastoreo.

Tratamiento[a]		Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Cambio (g)
Nivel de proteína	Frecuencia			
Bajo	Diario	47.0	45.0	-2.00
Bajo	3 días	49.7	51.4	1.70
Alto	Diario	53.7	54.6	0.90
Alto	3 días	55.1	54.0	-1.10
C		43.3	44.2	0.88

[a] Bajo-Diario = 100 g de suplemento diariamente; Alto-Diario = 200 g de suplemento diariamente; Bajo-3 Días = 300 g de suplemento cada 3 días; Alto-3 Días = 600 g de suplemento cada 3 días. El suplemento usado contenía 31% de PC, 70% degradable y 30% sobrepasante y 2.66 Mcal/kg de Energía metabolizable.

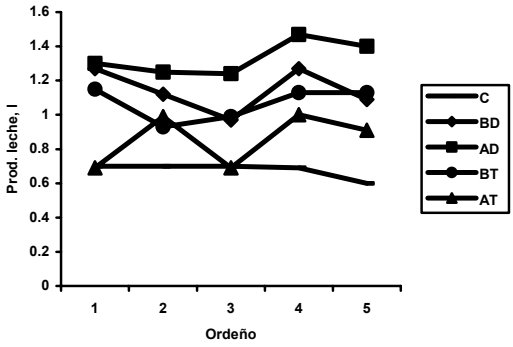


Figura 1. Producción de leche en cabras en pastoreo suplementadas con dos niveles de niveles de suplementación y dos intervalos de tiempo

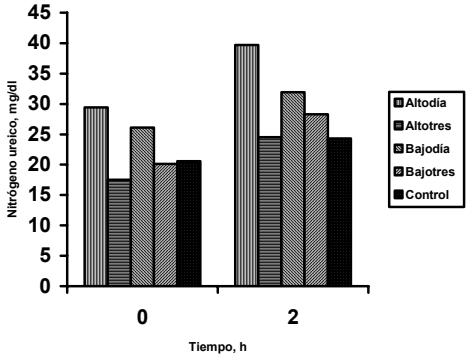


Figura 2. Concentración de nitrógeno ureico en sangre cabras en pastoreo suplementadas con dos niveles de suplementación y dos intervalos de tiempo.

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones en las que se realizó el estudio y los resultados obtenidos se puede concluir que la suplementación, aunque de una manera inconsistente mejoró la producción de leche sin que se aprecie un cambio de peso vivo importante debido a la frecuencia de suplementación de cabras en pastoreo, por lo que se sugiere realizar mas estudios sobre el área utilizando un mayor número de animales para lograr resultados mas consistentes.

BIBLIOGRAFÍA

Dukes, H. H. 1995. The physiology of domestic animals. 7th edition. Comstock Publishing Associates. Ithaca New York. P. 49.

Eggum, B. O. 1970. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. Br. J. Nutr. 24:983.

Farmer, C. G., R. C. Cochran, D. D. Simms, E. A. Klevesahl, T. A. Wickersham, and D. F. Johnson. 2001. The effects of several supplementation frequencies on forage use and the performance of beef cattle consuming dormant tallgrass prairie forage. J. Anim. Sci. 79,2276-2285.

Huston, J. E., H. Lippke, T. D. A. Forbes, J. W. Holloway, and R. V. Machen. 1999. Effects of supplemental feeding interval on adult cows in Western Texas. J. Anim. Sci. 77,3057-3067.

Juárez, A.S., M. A. Cerrillo-Soto, y G. Nevares-Carrasco. 2002. Parámetros de degradabilidad in sutu de la proteína consumida por caprinos en pastoreo. Memoria 17a reunión nacional sobre caprinocultura, Durango, Dgo. México. pp 308-314.

Luna, L. M., M. G. Chávez, y H. R. Barretero. 1992. Efecto de la suplementación proteica

sobre productividad de caprinos en pastoreo. Memoria VIII Reunión Nacional de Caprinocultura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 23, Oaxaca, Oax. México. pp. 73-76.

Luna, L. M., M. G. Chávez, R. Barretero, y L. C. Fierro. 1987. Comportamiento productivo de los caprinos en tres tipos de vegetación del noreste de Jalisco. Memoria III Reunión nacional de caprinocultura. FES Cuautitlan-U.N.A.M. pp. 151-154.

Morros, S. J. 1967. Elementos de fisiología. 9ª edición. Editorial Científico-Médica. Madrid, España. P. 385.

SAGARPA. 2002, Resumen Económico. Comarca Lagunera 2002, El siglo de Torreón. Edición especial (suplemento). Enero 1 2003. p. 34.

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. Memoria de la XXXII Reunion Anual de la Asociación Mexicana de la Producción Animal. Monterrey, N. L. México. pp 191-194.

Tovar-Luna, I, J.S. Serrato-Corona, W.S. Ramsey, J. Bruemmer, and M.K. Peterson. 1995. Effect of frequency of escape protein suplementation on body weight, metabolic hormones, and bood metabolites in yearling heifers feeding a roughage diet. Proc. West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci. 46:9-12.

EFECTO DEL MÉTODO DE CASTRACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO, CORTISOL, GLUCOSA E INMUNOLÓGIA, EN BECERROS HOLSTEIN

[1]Serrato, C.J.S., [1]Veliz, C.J. y [2]A.A. Moreno sserratoc@yahoo.com.mx

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia – UJED
[2]Establo Lácteos Florida S.P.R. de R.L.

INTRODUCCIÓN

La explotación del ganado bovino lechero en la Región Lagunera es la actividad económica más importante. La SAGARPA (2005) reporta un inventario de 232,520 cabezas en explotación, con una producción diaria del orden de 5 millones de litros diarios y una producción de carne de bovino de 55, 210 toneladas, donde la mayoría de ésta proviene de bovinos productores de leche, que llegaron al final de su ciclo de producción y becerros Holstein de engorda. A nivel regional la engorda de ganado Holstein castrado, ha incrementado su importancia económica ya que son alimentadas básicamente con el sobrante de las vacas en producción. La castración de machos bovinos para carne, es una práctica rutinaria en muchos países para reducir problemas de manejo relacionados con la conducta agresiva y sexual (Mellor et al, 1991) y por preferencia de mercado. Las principales técnicas utilizadas para la castración de becerros incluyen las siguientes: bandas de látex para (Chase el at,. 1995), uso de pinzas de Burdizzo (Robertson et al., 1994), y la castración quirúrgica (Jennings, 1984). La realización de la castración en machos bovinos se ha relacionado con incremento en el estrés fisiológico, reacciones inflamatorias, comportamiento asociado con el dolor, supresión de la función inmunológica y una reducción del comportamiento (Molony et al., 1995; Fisher et al., 1996). Otra alternativa de “castración”, es la criptorquidiosis inducida, la cual puede evitar la reducción del consumo de alimento y la pérdida de peso y salud de los becerros. El objetivo del trabajo fue conocer el efecto de la castración quirúrgica (CASQ) y técnica de criptorquidismo inducido (CRIP), sobre los niveles de estrés e inmunidad y la resistencia a la acción de la insulina (niveles de glucosa sanguínea) en becerros Holstein.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizo en el Establo Lácteos Florida S.P.R. de R.L. localizado en Fco. I. Madero, Coah. Se seleccionaron 22 becerros de 28 – 37 y de 41 a 65 Kg de peso vivo los cuales se distribuyeron aleatoriamente en uno de tres tratamientos. Diez becerros se castraron quirúrgicamente (CASQ), a otros diez se les practico la castraron inducida o criptorquidiosis inducida (CRIP), y diez mas no sufrieron intervención alguna (CON). Los becerros fueron sometidos al manejo rutinario del establo, es decir se tomó el peso al nacer, al momento de la

castración y posteriormente cada 15 días después de la operación, se identificaron con aretes de plástico, se mantuvieron en corraletas individuales para medir consumo de alimento (calostro y concentrado) y cambio de peso.

La colección de muestras de sangre se realizó en dos becerros por tratamiento los cuales presentaban una edad de entre 30 –34 días y 42 – 52 Kg de peso vivo, antes de la castración y posteriormente cada 2h por un periodo de 6 horas. Se utilizaron tubos al vacío con capacidad de 7 ml, en un periodo no mayor de 30 min. las muestras se centrifugaron a 3500/g, durante 20 min. a temperatura ambiente, el suero colectado se almacenó a -20˚C, hasta que se realizó la determinación de cortisol, glucosa y evaluar la cantidad de globulinas inmunes séricas (IgA, IgD, IgE, IgG, IgM) por medio del refractómetro.. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza según el diseño en parcelas divididas (SAS, Inst. Inc., Cary, NC.,1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de alimento. El consumo de alimento no mostró diferencia (P > 0.05) por los métodos de castración como se puede apreciar en el Cuadro 1. La diferencia de los resultados obtenidos en este experimento son contradictorios a los reportados en la literatura ya que los animales sometidos a cualquier tipo de estrés, reducen su consumo de alimento (Earley y Crowe, 2002). Lo que se debe en parte a que en este trabajo se utilizaron animales mucho más jóvenes que los utilizados por los autores antes mencionados, ya que está demostrado que la edad del animal al momento de la castración influye fuertemente sobre la respuesta al estrés.

Cambio de peso. La ganancia de peso promedio no fue diferente (P > 0.05) entre tratamientos, aunque los becerros sometidos a criptorquidismo inducido mostraron numéricamente las menores ganancias de peso (497 g/día), mientras que los animales sometidos a castración quirúrgica mostraron las mayores ganancias (730 g/día), con valores intermedios para los becerros del grupo control.

Eficiencia en la conversión de alimento. Como consecuencia de la misma tendencia en el consumo de alimento y el cambio de peso corporal, no se apreció diferencia (P > 0.05) en la eficiencia para conversión del alimento consumido, registrándose eficiencias de 41.8 %, 44.0 % y 46.5 % para los tratamientos de criptorquidismo inducido, castración quirúrgica y no castración, respectivamente.

Cuadro 1. Consumo, cambio de peso y eficiencia en la conversión de alimento en becerros Holstein sometidos a diferente método de castración.

	Tratamiento[a]				
Concepto	**CON**	**CRIP**	**CIR**	**P**	**EEM[b]**
Consumo alim., g	**1284.6**	**1382.3**	**1698.6**	**0.14**	**149.0**
Cambio peso, g	**675.8**	**497.7**	**730.2**	**0.17**	**95.0**
Eficiencia conv. alim., %	**46.5**	**41.8**	**44.0**	**0.80**	**5.07**

[a] CON = control (no castración); CRIP = criptorquidismo inducido; CIR = castración quirúrgica.
[b] EEM = error estándar de la media, n = 9.

Cortisol en suero. No se detecto diferencia (P = 0.37) en la concentración de cortisol como se aprecia en la figura 1. Ting et al. (2003) nos dicen que la castración quirúrgica aumenta la concentración de cortisol en el plasma sanguíneo, cambio en el comportamiento conductal, y un aumento en la concentración de proteínas plasmáticas (globulinas y fibrinógeno). Algunos experimentos reportan normalmente diferencias en la secreción de hormonas (cortisol, adrenalina y noradrenalina), relacionadas con estados estresantes en el animal y con inmunosupresión (Hernández, 2004). Algunos experimentos reportan normalmente diferencias en la secreción de hormonas relacionadas con estados estresantes en el animal. Ting et al. (2003) reportan que la castración quirúrgica en novillos incrementó la concentración de cortisol y redujo la función inmunológica, consumo de alimento y tasa de crecimiento. Esos mismos autores fallaron al intentar reducir los efectos negativos de la castración mediante la aplicación de Ketoprofen (1.5 o 3 mg/kg. de peso vivo por dosis), concluyendo que la aplicación sistemática del analgésico Ketoprofen es un método ineficaz para eliminar el estrés asociado con una aguda inflamación después de la castración.

Los novillos utilizados en el estudio de Ting et al. (2003) tenían 5.5 meses de edad, sugiriendo que la respuesta a la concentración de cortisol en plasma fue en parte debido a la edad del ganado ya que Robertson et al. (1994) encontraron que becerros castrados a 6, 21, o 42 días de edad encontraron una concentración creciente de cortisol a medida que se incremento la edad. Los resultados de este trabajo difieren de los anteriores probablemente debido a que los animales utilizados en este experimento son mucho más jóvenes (30 –34 días de edad y 42 – 52 Kg de peso) que los que se usaron en los trabajos anteriores.

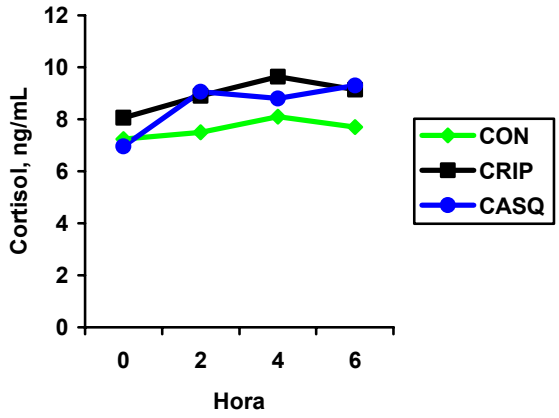


Fig. 1. Concentracion de cortisol en becerros holstein castrados con diferente metodo **(P = 0.28; EE = .75).**

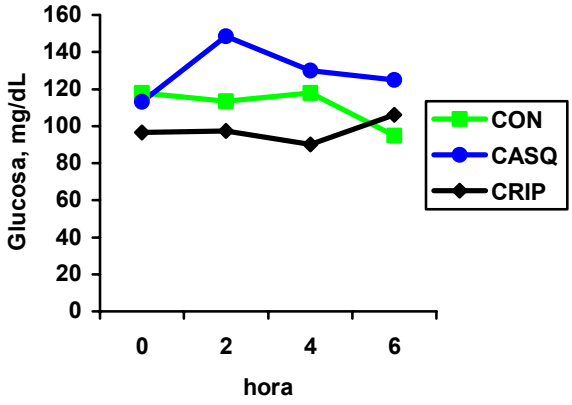


Fig. 2 . Concentración de glucosa en becerros holstein castrados con diferente metodo**(P = 0.19;E = 9.4).**

Glucosa en suero. En lo que respecta a la glucosa tampoco se encontró diferencia (P = 0.19), esto se puede apreciar en la figura 2. Kenet y Ewbank (1986), reportan que la glucosa se puede incrementar después de un evento estresante, debido principalmente a la degradación de glucógeno hepático. En cabras estresadas debido al efecto de transportación Kannan et al. (2000) reportan que la concentración de glucosa se incremento durante las primeras tres horas después del transporte. En este experimento no se apreciaron diferencias debido probablemente a que no se elevaron los niveles de cortisol debido a la castración. Kannan et al. (2000) observaron que como una respuesta al estrés, el incremento en la concentración de glucosa fue precedida por una elevación del nivel de cortisol.

Proteína en suero sanguíneo. La concentración de proteína en suero determinada por refractometría no fue diferente (P = 0.85) entre tratamientos, mostrando concentraciones de 5.5, 5.6, y 5.7 g de proteína total por decilitro para los becerros castrados quirúrgicamente, criptorquidismo inducido y sin castrar respectivamente.

CONCLUSIONES

Considerando los resultados del experimento podemos concluir que la castración inducida o criptorquidismo y la castración quirúrgica provocaron un estado estresante similar en su manejo. Pero, considerando que la Criptorquidiosis inducida es un método simple y cerrado, sin secreción de sangre, sin peligro de infección, aplicable a cualquier edad, en cualquier tipo de

clima extremo, y sin producirle estrés al animal, éste se puede utilizar como una práctica de manejo rutinaria en la producción de carne de becerros Holstein.

BIBLIOGRAFÍA

Chase, C.C., Jr., R.E. Larsen, R.D. Randel, A.C. Hammond, and E.L. Adams. 1995. Plasma cortisol and white blood cell responses in different breeds of bulls: A comparison of two methods of castration. J. Anim. Sci. 73:975-980.

Earley, B. and M.A. Crowe. 2002. Effects of ketoprofen alone or in combination with local anesthesia during the castration of bull calves on plasma cortisol, immunnological, and inflammatory responses. J. Anim. Sci. 80:1044-1052.

Fisher, A.D., M.A. Crowe, M.E.A. de la Varga, and W.J. Enright. 1996. Effect of castration method and the provison of local anestthesia on plasma cortisol, scrotal circumference, growth, and feed intake on bull calves. J.Anim. Sci. 74:2336-2343.

Hernández, A. G. 2004: Manual de inmunología. manual técnico de Pfizer. Sistema Inmune inespecífico, 7p.

Jennings, P.B. 1984. Testicular surgery. In: the practice of large animals surgery. Volume II. p. 1062. W.B. Saunders, Philadelphia , PA.

Kannan, G., T.H. Terrill, B. Kouakou, O.S. Gazal, S. Gelaye, E.A. Amoah, and S. Samake. 2000. Transportation of goats: Effects on physiological stress responses and live weight loss. J. Anim. Sci. 78:1450-1457.

Kenet, J,K. and R. Ewbank. 1983. The effect of road transportation on the blood constituents and behavior of calves. II. One to three weeks old. Br. Vet. J. 142:131-140.

Molony, V., J.E. Kent, and I.S. Robertson. 1995. Assessement of acute and chronic pain after different methods of castration of calves. Appl. Anim. Behav. Sci. 46:33-48

Robertson, I.S., J.E. Kent, and V. Molony. 1994. Effect of different methods of castration on behavior and plasma cortisol in calves of three ages. Res. Vet. Sci. 56:8-17.

SAGARPA (2006), El siglo de Torreón, Edición especial. Torreón Coahuila, México.

Ting, S.T.L., B. Earley, and M.A. Crowe. 2003. Effect of repeated ketoprofen administration during surgical castration of bulls on cortisol, immunological function, feed intake, growth, and behavior. J. Anim. Sci. 81:1253-1264.

DESARROLLO, SOBREVIVENCIA Y FECUNDIDAD DE *Chrysoperla carnea* STEPHENS y *Chrysoperla comanche* BANKS CRIADAS CON HUEVECILLOS DE *Sitotroga cerealella* (OLIVIER)

María Ubalda Vargas Espejel, Urbano Nava Camberos y Manuel Ramírez Delgado

Campo Experimental La Laguna. Boulevard Jóse Santos Valdés 1200 Poniente, Matamoros Coahuila, C. P. 27440. ubavaes@gmail.com.mx

INTRODUCCIÓN

Dentro de los diferentes métodos de control que se utilizan en la actualidad, el control biológico ha recibido gran interés debido a los problemas generados por el uso indiscriminado de insecticidas. El control biológico hace uso de enemigos naturales como los depredadores, parasitoides y entomopatógenos para reducir el daño causado por insectos plaga (Canard *et al*., 1984; DeBach & Rosen, 1991).

Chrysopidae es una de las familias de entomófagos más importantes del orden Neuroptera, debido a que 15 géneros presentan especies con potencial como agentes de control biológico (New 2001, López-Arroyo *et al*. 2003). La voracidad de las larvas de crisópidos las ha convertido en uno de los agentes de control biológico más favorecidos en cultivos agrícolas (Oswald *et al*. 2003). Las larvas de todas las especies y los adultos de algunos géneros son depredadores y se alimentan de una amplia variedad de insectos fitófagos tales como áfidos, cóccidos, mosquitas blancas y otros insectos de cuerpo blando que se localizan en el follaje. Por esta razón, algunas especies se reproducen actualmente de manera masiva y se utilizan exitosamente para el control biológico de plagas agrícolas (New 1975, Adams & Penny 1987, Hunter 1997, Arredondo 2000). En estudios recientes se encontró que *Chrysoperla comanche* es la especie más abundante en maíz, vid y nogal de la Comarca Lagunera; mientras que *Chrysoperla carnea* presenta densidades bajas. Sin embargo, esta última especie es la única que se produce masivamente en los laboratorios de esta región y la que se produce y utiliza más en nuestro país.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el desarrollo, sobrevivencia y fecundidad de *C. comanche* y *C. carnea*, criadas bajo el sistema tradicional de producción masiva, que utiliza huevecillo de *Sitotroga cerealella* como alimento, con el propósito final de determinar la factibilidad de producción masiva de *C. comanche*.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del estudio. Este trabajo de Investigación se realizó en el Campo Experimental La Laguna (CELALA), dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Matamoros, Coahuila.

Obtención del pie de cría de crisopas. La colecta de huevecillos de crisopas se llevó a cabo en los meses de abril y mayo de 2006 en hojas de vid y nogal en el CELALA. Se colectó una muestra de 50 huevecillos del género *Chrysoperla*, los cuales fueron colocadas en frascos de plástico transparente con capacidad de un litro, posteriormente fueron trasladados al laboratorio de Entomología del CELALA.

Chrysoperla comanche. Los huevecillos colectados fueron colocados en vasitos de plástico del número 00 de manera individual. Al tercer día se les colocó alimento para larvas a base de huevecillos de la palomilla de granos almacenados *S*. cerealella. Las larvas obtenidas se alimentaron cada tercer día con huevecillos de *S. cerealella* durante todo su período larval (aproximadamente 20 días).

Para la determinación de la especie de interés se utilizaron larvas de segundo y tercer instar, para ello se usaron las claves taxonómicas de Brooks (1994), Brooks y Barnard (1990), Tauber *et al*. (2000) y Tauber y De León (2001). Una vez verificada la especie, se procedió a la separación de larvas de *C. comanche* de otras especies encontradas. Los adultos obtenidos de *C. comanche* formaron el pie de cría inicial para este estudio.

Chrysoperla carnea. Los huevecillos de *C. carnea* fueron adquiridos del CREROB-Torreón, los cuales también formaron parte del pie de cría inicial para este estudio.

Cría de *C. carnea* y *C. comanche*. A partir de los pie de cría de *C. comanche* y *C. carnea* se establecieron cuatro cohortes de 50 huevecillos por especie. Las larvas se alimentaron con huevecillo de *S. cerealella*. Diariamente se tomaron datos de los periodos de desarrollo y sobrevivencia de huevecillos, larvas, pupas y preoviposición de las hembras. Los adultos recién emergidos se colocaron en cilindros de oviposición, construidos con un tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro por 15 centímetros de altura. La cara interna del cilindro se forró con cartoncillo negro para permitir la colocación de huevecillos por las hembras y facilitar su conteo posteriormente. En el interior de los cilindros se colocó un abatelenguas de madera impregnado con alimento para adultos a base de levadura de cerveza, azúcar y agua. Diariamente se realizó el conteo de huevecillos ovipositados, para obtener la fecundidad de hembras de cada especie.

Para determinar la viabilidad de huevecillos se tomaron 25 huevecillos de cada especie cada cinco días durante el período de oviposición de las hembras y se evaluó la emergencia de larvas.

Condiciones de cría del laboratorio. Las condiciones de cría del laboratorio fueron: temperatura de 27± 3°C, humedad relativa de 70± 5% y fotoperíodo de 16:8 (horas de luz: horas de oscuridad diarias).

RESULTADOS Y DISCUSION

Períodos de desarrollo. El cuadro 1 muestra los períodos de desarrollo para las diferentes etapas biológicas de *C. carnea* y *C. comanche*. Se observa que los huevecillos de *C. carnea* tuvieron un período de desarrollo de 3.14 días y los de *C. comanche* presentaron un periodo de desarrollo de 3.07días. El promedio de desarrollo de las larvas de tercer instar de *C. carnea* (2.62 días) fue ligeramente mayor que el registrado para las de primero (2.48 días) y segundo (2.24 días) instares. Similarmente, el promedio de desarrollo de larvas de tercer instar (2.37 días) de *C. comanche* fue ligeramente mayor que el obtenido para las de primero y segundo instares (2.17 días). En general, se observó que el periodo de desarrollo larval fue similar en ambas especies. Sin embargo, el promedio de desarrollo de pupas y el período de preoviposición fue mayor en *C. comanche* (8.54 y 4.7días respectivamente). El promedio de desarrollo total de *C. comanche* fue similar (23.02 días) al de *C. carnea* (21.62 días).

Cuadro 1. Períodos de desarrollo (días) de las etapas biológicas de *C. carnea* y *C. comanche*. CELALA-INIFAP, Matamoros Coah., 2006.

Etapa biológica	Especie de crisopa	
	C. carnea	*C. comanche*
Huevecillo	3.14	3.07
Primer instar	2.48	2.17
Segundo instar	2.24	2.17
Tercer instar	2.62	2.37
Pupa	6.99	8.54
Preoviposición	4.15	4.7
Total del ciclo	21.62	23.02

Sobrevivencia. En la figura 1 se observa que la sobrevivencia muestra un comportamiento similar en ambas especies. Sin embargo, la sobrevivencia de *C. comanche* fue ligeramente mayor a la de *C. carnea* en el período comprendido de los 6 a 20 días de edad.

Fecundidad. En general se observa mayor fecundidad de *C. carnea* en comparación con *C.comanche.* El patrón de fecundidad muestra que después del inicio de la oviposición se presentó un incremento rápido hasta llegar a un punto máximo de oviposición, el cual tuvo lugar a los 13 días de edad de las hembras de *C. carnea* y a los 12 días de edad de las hembras de *C. comanche* con 29 y 21 huevecillos por hembra por día, respectivamente. Posteriormente, la fecundidad disminuye al incrementarse la edad de las hembras, de tal manera que a los 28 días de edad *C. carnea* ovipositó 18 huevecillos por hembra por día y *C. comanche* ovipositó 11 huevecillos por hembra por día.

Viabilidad de huevecillos. En general, los porcentajes de viabilidad de huevecillos en las dos especies con edades de 10 hasta los 25 días fueron similares, fluctuando de 80 a 98%. La viabilidad más alta (98 y 96%) se registró a los 15 días de edad de *C. carnea* y *C. comanche*, respectivamente.

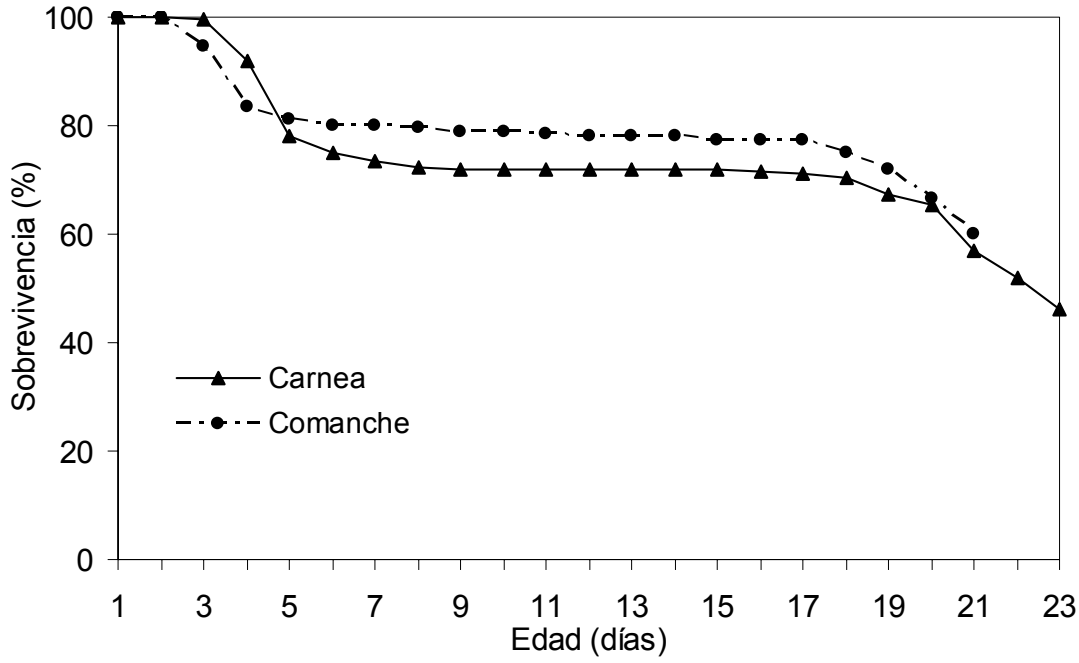


Figura 1. Curvas de sobrevivencia de *C. carnea* y *C. comanche* por edades. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah., 2006.

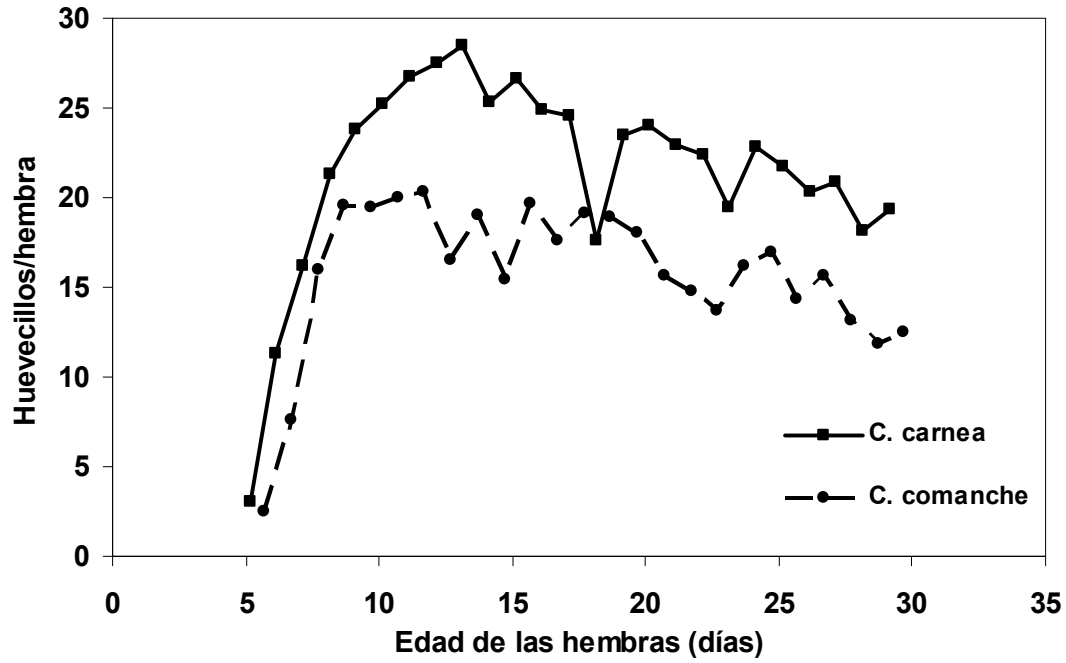


Figura 2. Fecundidad diaria por hembra de *C. carnea* y *C. comanche.* CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah., 2006.

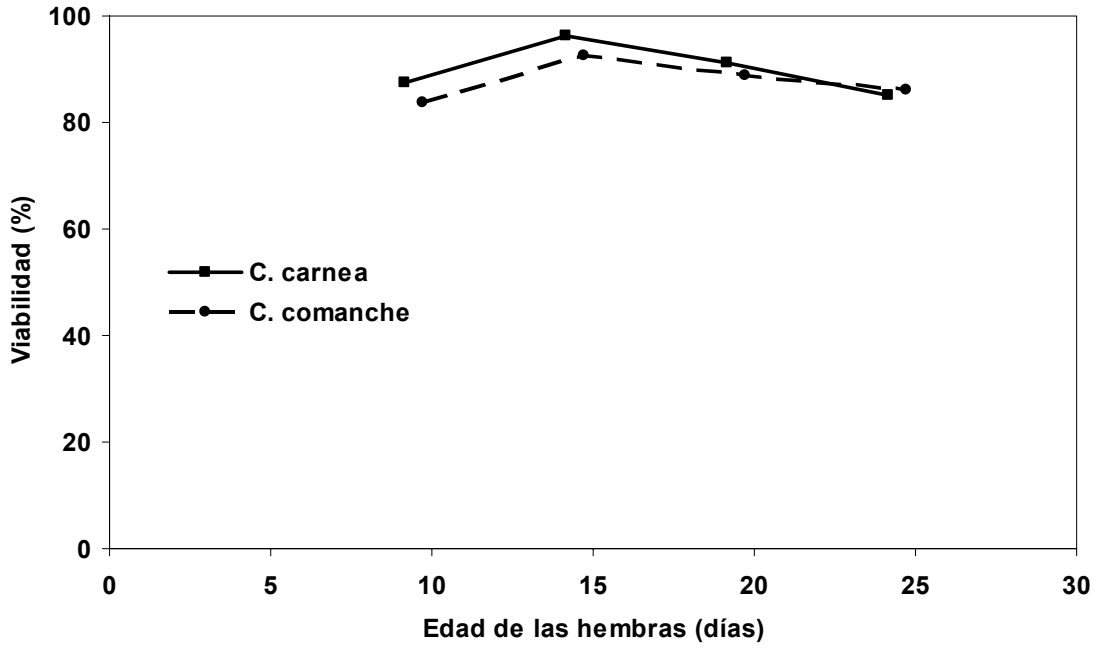


Figura 3. Porcentaje de viabilidad de huevecillos de *C. carnea* y *C. comanche*. CELALA-INIFAP Matamoros Coah.2006

CONCLUSIONES

1.- El promedio total de desarrollo de *C.comanche* fue de 23.02 días; mientras que el promedio total de desarrollo de *C.carnea* fue de 21.62 días, por lo que sus períodos de desarrollo fueron similares.

2.-El porcentaje de sobrevivencia fue similar en ambas especies, pero este fue disminuyendo gradualmente con el incremento en la edad de las hembras.

3.- Se observó un incremento rápido en la fecundidad de ambas especies hasta llegar a un punto máximo que posteriormente decrece; sin embargo en general se observó mayor fecundidad en *C. carnea* en comparación con *C. comanche*

4.- Los porcentajes de viabilidad de huevecillos en las dos especies fueron similares.

5.- Por lo tanto, estos resultados muestran preliminarmente que *C. comanche* puede adaptarse al método de cría masiva utilizado para *C. carnea*.

BIBIOGRAFIA

Adams, P.A. 1987. Notes on *Nodita amazonica* Navas and *N. oenops* n. sp. (Studies in Neotropical Chrysopidae (Neuroptera) Part III). *Neurop. Internatl*. 4(4): 287-294.

Brooks, S. J. 1994. A taxonomic review of the common green lacewing genus *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae). Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology 63: 137-210.

Brooks, S. J. & P. C. Barnard. 1990. The green lacewing of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). Bull. Br. Mus. Hist. (Ent.) 59 (2): 117-286.

Canard, M; Y. Séméria & T. R. New. 1984. Biology of Chrysopidae. Dr. W. Junk ublishers, Boston.

DeBach, P. & D. Rosen. 1991. Biological control by natural enemies. Cambridge University Press.

Hunter, D.C. 1997. *Suppliers of Beneficial Organisms in North America*. California Enviromental Protection Agency, Department Pesticide Regulation. 32 p.

López A., J.I., L. Valencia L. & J. Loera G. 2003. Introducción a Chrysopidae (Neuroptera): taxonomía y bioecología. Pp: 30-34. *In*: J. I. López Arroyo y M A. Rocha Peña (eds.) *Memorias del Curso Nacional Identificación y Aprovechamiento de Depredadores en Control Biológico Chrysopidae y Coccinellidae.* Monterrey, Nuevo León, México.

New, T.R. 1975. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agents: a review. *Tran. Roy. Entomol. Soc. Lond.* 127: 115-140.

New, T.R. 2001. Introduction to the systematics and distribution of Coniopterygidae, Hemerobiidae, and Chrysopidae used in pest management. Pp: 6-28. *In*: P. McEwen, T.R.New and A. E. Whittington (eds.) *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University.

Oswald, D.J. 2003. Bibliography of the Neuropterida. A Working Bibliography of the Literature on Extant and Fossil Neuroptera, Megaloptera, and Raphidioptera (Insecta: Neuropterida) of the World http://insects.tamu.edu/research/neuropterida/bibhome.html

Tauber, C. A. and T. De León. 2001. Systematics of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): larvae of *Ceraeochrysa* from Mexico. Systematics 94 (2): 197-209.

Tauber, M. J., C. A. Tauber, K. M. Daane, and K. S. Hagen. 2000.Commercialization of predators: Recent lessons from green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). Am. Entomol. 46: 26-38.

FUENTES DE FORRAJE Y SU UTILIZACIÓN EN EL SISTEMA SEMI-INTENSIVO DE PRODUCCIÓN CAPRINA EN LA COMARCA LAGUNERA

Horacio Ponce E.[1], C. Manuel Valencia C[1]., Ramón Soriano R[2]., E. Castellanos P[1]., J. J. Quiñones V[1].
valenc@prodigy.net.mx

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia
[2]Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

INTRODUCCIÓN

En México, el FIRA ha aceptado oficialmente que el sistema extensivo predominante está "declinando". Lo cual es atribuido al bajo potencial de las tierras que ocupa, a la disminución de dicho potencial por efecto de un deficiente manejo del pastoreo y "a la falta de adaptación de los sistemas extensivos a la vida moderna". Valencia (2002) opina que estos aspectos se están considerando como premisas básicas para justificar la transición de los sistemas extensivos hacia los semi - intensivos e intensivos.

La población mundial de ganado caprino ha crecido en forma sostenida desde 1970 a la fecha, mostrando una tasa promedio de crecimiento anual de aproximadamente 2.3%. Arellano (2002) citado por Valencia (2002).

En el mismo periodo de tiempo, la población de ganado caprino en México disminuyó de 9.1 millones de cabezas a 8.6 millones. FIRA (1999). No obstante, entre 1970 y 1993 la tasa media de crecimiento anual fue cercana al 1% llegando hasta 11.3 millones de cabezas, el periodo en el que decrece el hato nacional se inicia en 1994 con tasas negativas de crecimiento que condujeron hasta 1998 a una población de 8.6 millones de cabezas. Los cerca de 9 millones de animales, producen 123 000 toneladas de leche, la cual se consume principalmente en forma de quesos, cajeta y dulces de leche. Los estados de Coahuila y Durango producen casi la mitad de la leche en el país.

En lo que respecta únicamente a la Comarca Lagunera se tiene un inventario de 459 589 animales. SAGARPA (2004) citado por Sánchez Et al (2005).

La caprinocultura es una actividad muy importante en la Comarca Lagunera sobre todo en las áreas que no disponen de agua de riego para la agricultura y que por sus características semidesérticas se han destinado a otros usos como agostaderos y/o eriazos en los ejidos.

Las poblaciones ejidales del municipio de Gómez Palacio Dgo no son la excepción ya que cuentan con una precipitación promedio anual de 250 mm anuales aproximadamente y una vegetación de matorral mediano abierto donde predominan especies como; mezquites, huizaches, saladillos, gobernadoras, cuervillas y chamizos entre otras. Además, cuentan con

áreas de uso agrícola (derechos de agua por 1.5 Has) en su mayoría irrigadas con agua de la presa, para la producción cultivos forrajeros e industriales como; alfalfa, maíz, sorgo, nogal y algodón principalmente.

En estas áreas se localizan sistemas de producción caprina como el sistema intensivo (SI) el cual consiste en el confinamiento de los animales en instalaciones más o menos modernas, la alimentación en pesebre incluye forrajes de buena calidad y alimentos procesados, y además el nivel tecnológico de manejo y sanitario es adecuado. El objetivo principal de este sistema es la producción de leche. Otro sistema presente en la región es el extensivo sedentario SES en el cual los animales cosechan sus alimentos mediante el pastoreo o ramoneo directos recibiendo en contadas ocasiones algún tipo de suplementación, (Valencia 2002).

El sistema semi-intensivo SSI, predominante en el distrito de riego 017 de la comarca Lagunera se caracteriza por mantener estabulado los animales en un determinado periodo del año (Enero a marzo) en corrales más o menos modernos que pueden ser con materiales rústicos como: ramas , adobes, tela ciclónica y/o bloques de concreto y reciben alimentación en pesebre con forrajes, esquilmos y alimentos procesados en los meses con poca disponibilidad de alimento, además consumen su alimento mediante el pastoreo o ramoneo directos en los meses de de abril a noviembre lo cual les permite minimizar considerablemente los gastos por alimentación llegando en ocasiones a hacerlos nulos.

Los objetivos del presente trabajo son:

1. Identificar las fuentes de forraje disponibles para el sistema semi-intensivo de producción caprina, con énfasis en las especies nativas.
2. Describir el uso y disponibilidad de las fuentes de forraje identificadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Ejido El Barro, perteneciente al municipio de Gómez Palacio, Durango. Se encuentra ubicado al norte del municipio, aproximadamente en el km 50 de la carretera Gómez Palacio Tlahualilo. El clima es del tipo seco desértico, siendo la precipitación media anual de 240mm y la temperatura media anual de 21° C, siendo mayo el mes donde en algunos días se alcanzan las temperatura mas altas y un período libre de heladas de abril a septiembre.

Se trata de un ejido en donde los ejidatarios conservan sus derechos de agua los cuales son suficientes para regar de 1.5 a 2 ha por persona, siempre y cuando no se presente una sequía. Además cuentan con una importante superficie de eriazo, de propiedad comunal, que

por desgracia se incrementó en el periodo de 1992 al 2002, cuando una sequía azotó el norte de México, y se dejaron de sembrar casi la totalidad de las tierras de cultivo ejidales. En dichos terrenos, predomina el matorral espinoso, el cual adopta una formación de bosque en aquellos terrenos planos de gran potencial que dejaron de cultivarse. Las especies predominantes son el mezquite (*Prosopis, spp*.) y huizache (*Acacia farnesiana*).

El sistema de producción caprina predominante en el ejido es el semi-intensivo (SSI).

METODOLOGÍA

A finales de marzo se tuvo una entrevista con un grupo representativo de caprinocultores, para conocer sobre su actividad económica y describir el SSI. Posteriormente a mediados de abril, se inició el acompañamiento de los caprinocultores por las rutas de pastoreo que día a día realizan para alimentar su ganado. De esta manera se identificaron las principales fuentes de forraje que son cosechadas directamente por el animal.

A finales de abril y principios de junio se inició el muestreo de la vegetación nativa presente en el matorral, se aplicaron en forma aleatoria 8 cuadrantes de 10 x 15 m, en los cuales se contó el número de plantas por especie y a cada una se les midió la altura y diámetro de la copa. Posteriormente se estimó la producción de forraje del huizache y de vaina del mezquite. En el primer caso, se cortaron cuatro ramas por árbol de un total de 10, se secaron al sol hasta peso constante y se separaron de la rama las hojas para ser pesadas, a cada árbol se les contó el número total de ramas. Se calculó la producción por árbol de huizache mediante la multiplicación del peso promedio de forraje por rama por el número total de ramas. La producción de vaina por árbol de mezquite se obtuvo directamente mediante la cosecha de 10 árboles, cuando el fruto se encontraba maduro.

Se calculó la producción media por ha de forraje de huizache y de vaina de mezquite, utilizando la densidad por especie obtenida con los cuadrantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de las fuentes de forraje del SSI

Las principales fuentes de forraje del SSI de producción caprina provienen de tres tipos de ecosistemas: el matorral espinoso subinerme dominado por mezquite y huizache, con presencia importante de otras especies como el chamizo (Atriplex canescens), el bosquecillo de huizache y mezquite y los cultivos.

Matorral espinoso subinerme (sitio 1)

Las principales fuentes de forraje en este ecosistema lo constituye la hoja de huizache y la vaina de mezquite. Otras especies como el chamizo y el saladillo constituyeron una importante fuente de forraje que desfavorablemente ha sido sobre explotada, y se encuentra en grave riesgo de desaparición ya que la mayoría de las plantas presentan bajo vigor y muchas han muerto. La ubicación de este matorral en torno al caserío por donde entran y salen los hatos ha facilitado el sobrepastoreo ocasionando la formación de áreas de sacrificio. La densidad de estas especies se presenta en el Cuadro 1, se puede observar que existen cantidades importantes de mezquite con 3,397 plantas/ha y de huizache con 1400 plantas/ha.

Bosquecillo de mezquite y huizache (sitio 2)

En las áreas abandonadas al cultivo, donde se sembraba algodón y sandía, el huizache y el mezquite adoptan la forma de árbol. En este sitio la estatura de los árboles es mayor a los tres metros, y constituyen la principal fuente de forraje. La densidad de mezquite en estos sitios es de 5731.83 plantas/ha y la de huizache de 1845.57 plantas/ha (Cuadro 1).

Cuadro 1. Densidad de especies vegetales nativas en el ejido el Barro Durango

Sitio	Especie	Densidad p/ha
1		
	Saladillo	9,454.61
	Chamizo	9,666.67
	Tasajillo	3,833.33
	Mezquite	3,397.16
	Cuervilla	133.33
	Nopal	200.00
	Huizache	1,400.00
2		
	Saladillo	3,000.00
	Mezquite	5,731.83
	Chamizo	237.664
	Huizache	1,845.57

Producción de forraje. La producción de vaina de mezquite por árbol varía entre 2 y 10.5 kg, tal variación se debe no sólo a las diferencias entre árboles, también probablemente esté participando el ramoneo del ganado (Cuadro 2). Esto ocasionó que no se encontrara una importante relación entre el tamaño de la planta y la producción de vaina ($r<0.60$).

La calidad forrajera de la vaina del mezquite es muy buena, los frutos secos por ejemplo, aportan un porcentaje de proteína de 13.35% y una cantidad de energía elevada y altamente

disponible en la gran proporción de carbohidratos solubles y grasas (Cuadro 3). Si se considera la producción promedio por árbol de 6.45 Kg y el contenido de proteína mencionado, la productividad de proteína sería de 0.86 kg/árbol.

Cuadro 2. Producción de vaina de Mezquite por árbol

No de árbol	Altura m	Área m2	Volumen m3	Producción Kg
1	5.00	42.33306	211.6653	6
2	4.00	26.86068	107.44272	5
3	6.30	19.980576	125.877629	5
4	3.50	19.00668	66.52338	4
5	5.40	34.71468	187.459272	10.5
6	3.50	45.294018	158.529063	6.5
7	3.80	26.640768	101.234918	7.5
8	4.00	13.7445	54.978	2
9	4.50	55.983312	251.924904	8
10	4.20	34.3510398	144.274367	10
			Media	**6.45**
			D. estándar	2.639970539

Cuadro 3. Análisis Bromatológico de la vaina de Mezquite

Muestra	Proteína (%)	Grasa cruda (%)	Cenizas (%)	Fibra cruda (%)	Carbohidratos Totales (%)
Fruto verde	13.26	2.23	3.88	35.33	80.63
Fruto maduro	13.35	2.87	3.4	24.73	80.38
Semilla	39.34	4.91	3.61	6.86	52.14
Pericarpio	7.02	2.08	3.62	29.63	87.08

Fuente: Zolfaghari y Marden, 1982, Citado por Serrato 2001.

En los Cuadros 4 y 5 se presentan los datos de producción de forraje poblacional de mezquite y huizache. La producción de frutos secos totales por hectárea fue de 594.16 kg. La cual no sólo es ramoneada directamente por el animal, también es cosechada por el caprinocultor para utilizarla en el pesebre (Cuadro 4).

La producción total de hoja seca de huizache fue de aproximadamente 1000 kg/ha (Cuadro 5). Esta cantidad sin duda es inferior a la expectativa que se crea cuando se está dentro del bosquecillo, pero la mayor parte de la biomasa aérea producida por el huizache, y obviamente por el mezquite, se deposita en el tronco principal del árbol y en las ramas.

Cuadro 4. Producción poblacional de vaina de mezquite en el agostadero del ejido El Barro, Dgo.

Estrato	Volumen	Media Kg/árbol	Densidad a/ha	Produccion Kg/ha
1	50-100m3	3	625.976	286.4154
2	100-150m3	6.875	133.332	70.809793
3	150 o màs	7.75	133.332	237.73585
Total			892.64	594.96105

Cuadro 5. Producción poblacional de forraje de huizache en el agostadero del ejido El Barro, Dgo

Estrato	Volumen	Media Kg/árbol	Densidad a/ha	Produccion Kg/ha
1	10 - 26m3	0.46	622.6421846	286.4154
2	26.1-36.7m3	0.94	75.32956685	70.809793
3	60-110m3	1.575	150.9433962	237.73585
4	111-160m3	0.986	37.664	37.136704
5	161-210 o mas	3.315	112.9943503	374.57627
Total			999.5734979	1006.674

Cultivos

Las fuentes de forraje de estos ecosistemas son los forrajes propiamente dichos como la alfalfa, el sorgo y maíz forrajero, los esquilmos de estos forrajes y desde luego las especies herbáceas que se presentan dentro y fuera del cultivo. En esta lógica, los cultivos dejan de ser monocultivos para convertirse en una pradera diversificada a la cual se adapta el caprinocultor con bastante éxito. Con este mismo enfoque se utiliza el cultivo del algodón.

Utilización de las fuentes de forraje

Los caprinocultores del SSI enfrentan un periodo de escasez de alimento (enero-marzo), los esquilmos y forrajes se encarecen debido a diferentes causas como el control fitosanitario en el algodón que deben realizar los agricultores en el mes de diciembre para el combate de plagas y enfermedades (Hoyos et al. 1990), y la suspensión del agua rodada. En este periodo el caprinocultor estabula su ganado y lo alimenta con diferentes tipos de forrajes dependiendo de su actividad agrícola y de su capacidad previsora; así se utiliza desde “basura de algodón” hasta alfalfa henificada y ensilajes Figuras 1 y 2. Se vuelve a disponer de forraje hasta abril con el cultivo de la alfalfa que es irrigada con agua rodada que llega de la presa Francisco Zarco a

mediados de marzo continuando después con el esquilmo de maíz forrajero, sorgo forrajero y algodón principalmente (Figura 1). Durante todo este tiempo se aprovecha complementariamente la vaina de mezquite y huizache (primavera) y el forraje de huizache desde el verano hasta fines de otoño (Figura 2).

Figura 1. Disponibilidad de alfalfa y residuos de los principales cultivos

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Alfalfa				x	x	x	x					
Maiz forr							x	x				
Sorgo forr							x	x				
Algodón									x	x	x	

En la figura 2 se resume el proceso de alimentación del ganado que pertenece al SSI de producción caprina.

Figura 2. Esquema del pastoreo SSI a través del año

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
			Monte + Pradera de alfalfa								
Alimentación en corral											
							Monte+Pradera+Esquilmos				

BIBLIOGRAFÍA

FIRA 1999. Oportunidades de Desarrollo en la Industria de la Leche y Carne de Cabra en México. Boletín informativo. Num 313 volumen XXXII.

Hoyos F.G. y Sáenz E.P. 1991. La utilización de residuos agrícolas en la alimentación del ganado caprino en la Comarca Lagunera. Reporte del Proyecto de Sistemas de Producción Caprino en la Comarca Lagunera y Zacatecas. INIFAP-CIID.

Sánchez O. T, Quiñónez V. J, y Herrera E.O. 2005 Suplementación de Cabras en Lactación con Dos Tipos de Bloques Multinutricionales en un Sistema Extensivo. Memoria de la XVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED septiembre 2005. pgs 104-108.

Serrato S. R. 2001. Antología de mezquite. Texto de apoyo a la materia Pastos II Facultad de Agricultura y Zootecnia. UJED.

Valencia C. C. M. 2002. Desafíos del sistema extensivo de producción caprina. Memorias de la 17ª Reunión Nacional de Caprinocultura. Durango, Dgo.

ENFERMEDADES DEL MELÓN (*Cucumis* melo L.) EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA EN LA REGIÓN LAGUNERA.

Yasmin Ileana Chew Madinaveitia[1], Adrián Vega Piña[1] y Florencio Jiménez Díaz[2].

[1]INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Blvd.. Prof. José Santos Valdez # 1200 Pte. Col. Mariano Matamoros. Cp. 24000. Matamoros, Coah. Correspondencia: chew.yazmin@inifap.gob.mx [2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico y carretera La Fé. Torreón, Coah.

INTRODUCCIÓN

El melón (*Cucumis melo* L.) es el principal cultivo hortícola de la región, con una superficie de 4,319 ha y un valor de la producción de aproximadamente $233 millones de pesos (SAGARPA, 2005). La mayor parte de la producción se destina al consumo nacional (México, Guadalajara, Monterrey y mercado local). Recientemente, unidades de producción altamente tecnificadas (Ceballos, Dgo. y Paila, Coah.), en donde se produce fruto de alta calidad están exportando a Estados Unidos, aunque en menor escala (Espinoza *et al*., 2002).

La fecha de siembra óptima para el cultivo de melón en la Rregión es del 15 de marzo al 15 de abril (CAELALA, 1984). Sin embargo, las fechas de siembra han cambiado de acuerdo a la disposición del agua, precio del producto en el mercado o por tradición de los agricultores. Las siembras mas tempranas se registran en los municipios de Viesca y Matamoros (segunda quincena de enero a primera quincena de abril). En San Pedro y Tlahualilo las siembras inician en la segunda quincena de marzo y primera de abril. Estas fechas están mas determinadas por el calendario de riego del Distrito de Riego. En el municipio de Ceballos, se siembran las fechas mas tardías, que comprenden desde mayo hasta junio (Espinoza *et al*., 2003). Incluso en la región de Matamoros, se tienen siembras hasta julio y primera quincena de agosto.

De los factores que afectan la producción del cultivo están las enfermedades. El melón es susceptible de presentar enfermedades bióticas y no bióticas en cualquier etapa de su desarrollo. Las enfermedades bióticas son causadas por hongos, bacterias, nematodos y virus, las cuales pueden atacar varias partes de la planta o ser específicos de la raíz, tallos, hojas o frutos. Las enfermedades no bióticas o no infecciosas son causadas por factores externos como temperatura, luz, humedad del suelo y por desbalance nutricional (Agrios, 1996; Chew y Jiménez, 2002; Mendoza, 1999).

El desarrollo de las enfermedades bióticas están influenciadas por las condiciones ambientales (temperatura, precipitación); por eso es importante determinar las principales enfermedades en relación a las fechas de siembra del melón, para diseñar las estrategias de manejo para el control de las enfermedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo agrícola 2005, se realizaron recorridos por municipios de la Región Lagunera para localizar huertas de melón establecidas en diferentes fechas de siembra. En las huertas seleccionadas se muestrearon 100 plantas distribuidas en el total de la superficie del lote. La planta seleccionada se observaba para determinar que tipo de enfermedad presentaba. La severidad del daño se evaluó en base a una escala visual arbitraria, con valores de 0 a 4 de donde 0 = planta sana; 1 = 1-25% del follaje dañado o con síntomas; 2 = 26-50% del follaje dañado; 3 = 51-75% del follaje dañado; 4 = 76-100% del follaje dañado. Con éstos datos se determinó la incidencia y severidad de las principales enfermedades encontradas. Para corroborar al agente causal de las enfermedades encontradas, se tomaron muestras de tejido y se analizaron en el laboratorio de fitopatología del Campo Experimental, utilizando medios de cultivo (papa-dextrosa-agar) y observación directa en el microscopio compuesto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se seleccionaron huertas en los municipios de Matamoros, San Pedro y Paila en el estado de Coahuila. Tlahualilo y Ceballos en el estado de Durango. En Matamoros se evaluaron las fechas de siembra temprana (dos huertas en dos ejidos), intermedia (una huerta) y tardía (dos huertas en dos ejidos). En San Pedro se evaluaron las fechas intermedia (una huerta) y tardía (una huerta). En Paila una huerta de fecha tardía. En Tlahualilo una huerta de fecha tardía. En Ceballos las fechas intermedia (tres huertas en un ejido) y tardía (tres huertas en un ejido).

Las enfermedades de mayor incidencia fueron: Tizón temprano (*Alternaria cucumerina* (Ellis & Everhart)Elliott), Cenicilla (*Podosphaera xantii* sinónimo *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtend) Pollaci), Virosis o mosaicos (Virus Mosaico Amarillo del Zucchini, Virus Mosaico de la Sandía variante 2) y Amarillamiento, (Virus del Amarillamiento y Achaparramiento de las Cucurbitaceas).

Algunas de éstas enfermedades tienen mayor incidencia en ciertas fechas de siembra (Cuadro 1). El tizón temprano se detectó en las tres fechas y en todos los municipios muestreados. Sin embargo, aunque las incidencias son altas en todas las fechas, ésta enfermedad puede ser de mayor riesgo en fechas tempranas, ya que como prevalen temperaturas mas templadas y existe cierta humedad desde que la planta esta en pleno desarrollo, su ataque puede ser de mayor consecuencia que en fechas tardías. Solo en años que existan lluvias en fechas tardías, el tizón puede ser un problema. Por ejemplo, en Ceballos, se tuvo la mayor severidad del tizón en la fecha tardía.

La cenicilla es una enfermedad que causa mas daño en las fechas intermdias y tardías, ya que el hongo que la ocasiona necesita condiciones cálidas y secas, por lo que basta una lluvia ligera y temperaturas cálidas para que el hongo inicie la infección (Agrios, 1996). Esta condición es mas accesible en las fechas de siembra de junio en adelante y los síntomas se pueden apreciar en plantas pequeñas. En Matamoros, se detectó en una fecha temprana, pero al final del ciclo de cultivo, por lo que no representó ningún daño (Cuadro 1). La cenicilla es una enfermedad que puede ocasionar pérdidas de hasta el 50%. Los frutos son mas pequeños, deformes y maduran prematuramente; además el contenido de azúcar se reduce (Cano *et* al., 1993; Mendoza y Pinto, 1985; Mendoza, 1999)

La virosis de dividió en dos síntomas: 1) virosis representada por mosaicos, deformación del área foliar y transmitidos principalmente por pulgones. 2) Amarillamiento, causado por un closterovirus transmitido por la mosquita blanca. El amarillamiento se detectó por primera vez en la Región Lagunera en el año de 1999, principalmente en las fechas de siembra tardías realizadas de julio en adelante. La mayor severidad se observó en las áreas de Paila, Parras, Valle de las Delicias y Laguna Seca en el estado de Coahuila y en Ceballos, Dgo y Cd. Jiménez, Chih. Se estima que por cada 10% de incidencia del virus del amarillamiento, existe la posibilidad de perder 3.2 ton/ha de la producción (Cano *et al*., 1999).

En donde se detectó un mayor porcentaje de virosis (46.5%) fue en una fecha tardía en Matamoros, pero con un daño leve (0.6). En cambio el amarillamiento, se presentó principalmente en las fechas intermedias y tardías en todos los municipios y con una severidad que varió de 0.1 a 2.3 de acuerdo a la escala utilizada (Cuadro 1).

De las enfermedades detectadas, el tizón temprano, la cenicilla y el amarillamiento tuvieron las incidencias mas altas al igual que la severidad. En los cinco municipios muestreados se detectaron todas las enfermedades.

CONCLUSIONES

El tizón temprano puede presentarse en cualquier fecha de siembra, pero en las tempranas puede causar defoliación severa si no se controla oportunamente. Si las condiciones son las adecuadas (precipitación), el tizón se presentar en hasta en las fechas tardías.

La cenicilla fue la segunda enfermedad con mayor porcentaje de incidencia y severidad y es mas drástica en fechas intermedias y tardías.

El amarillamiento fue la enfermedad con mayor incidencia y se presenta en las fechas intermedias y tardías. En el municipio de San Pedro fue en donde tuvo menor incidencia. En algunos municipios como Ceballos, el amarillamiento fue mas severo que la virosis.

BIBLIOGRAFÍA

Agrios, G.N. 1996. Fitopatología. UTHEA. Noriega editores. México. pp. 648-697.

CAELALA (Campo Agrícola Experimental La Laguna). 1984. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola en la Laguna. INIA-SARH. Matamoros, Coah.

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. Comité Regional de Sanidad Vegetal de la Región Lagunera de Coahuila y Durango. INIFAP-CELALA. Torreón, Coah. México. 13 p.

Chew, M.Y.I. y F. Jiménez D. 2002. Enfermedades del melón. Pp. 161-196. En: El melón: Tecnología de Producción y Comercialización. Libro Técnico No. 2. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-CELALA. Matamoros, Coah.

Espinoza, A.J.J., I. Orona C., y P. Cano R. 2002. Producción y comercialización del melón en México, Estados Unidos y Centroamérica. Pp. 19-46. En: El melón: Tecnología de Producción y Comercialización. Libro Técnico No. 2. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-CELALA. Matamoros, Coah.

Espinoza, A.J.J., I. Orona C., y P. Cano R. 2003. El cultivo de melón en la Comarca Lagunera: Aspectos sobre producción, organización de productores y comercialización. Pp.1-12. En: Técnicas actualizadas para producir melón. 5° Día del Melonero. Publicación Especial N0. 49. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-CELALA. Matamoros, Coah.

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.

Mendoza, Z.C. 1999. Enfermedades fungosas de hortalizas y fresa. Pp. 36-40. En: S. Anaya R. y J. Romero N. *et al*. (eds.). Hortalizas. Plagas y enfermedades. Editorial Trillas. México.

SAGARPA. 2005. Resumen agrícola de la Región Lagunera. SAGARPA-Región Lagunera. En: El Siglo de Torreón. Resumen Económico. Comarca Lagunera 2005. Suplemento Especial. 1 de enero de 2006.

DETERMINACIÓN DE VIRUS EN CULTIVOS HORTÍCOLAS DE LA REGIÓN LAGUNERA.

Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, Adrián Vega Piña y Urbano Nava Camberos.

INIFAP-Campo Experimental La Laguna. Blvd.. Prof. José Santos Valdez # 1200 Pte. Col. Mariano Matamoros. Cp. 24000. Matamoros, Coah. Correspondencia: chew.yazmin@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los cultivos hortícolas de importancia en la región son: melón, chile, sandía y tomate. En el año 2005, éstos cultivos ocuparon una superficie de 9,594 ha y tuvieron un valor de producción de $473, 267,550, lo cual representó el 18% del valor total de la producción agrícola de la región (SAGARPA, 2005). Además de la importancia social, ya que éstos cultivos demanda una gran cantidad de mano de obra, debido que muy pocos procesos están mecanizados (Pérez *et al*., 2005).

De los factores que afectan la producción de las hortalizas, las plagas y enfermedades tienen un papel importante, ya que pueden provocar pérdidas hasta del 100% ó afectar drásticamente la calidad del producto, razón por la cual, en algunas regiones productoras del país se han restringido las áreas destinadas a las hortalizas o en algunas, definitivamente ya no es rentable sembrarlas (Urías y Alejandre, 1999)

En México, las pérdidas por daños directos ocasionados por pulgones en cucurbitáceas, van del 60% al 100% por transmisión de virus. (Peña y Bujanos, 1999).

En cuanto a las enfermedades virales, éstas se reportaron por primera vez en 1985 en la Región Lagunera, y a partir de esa fecha se han incrementado tanto en incidencia y severidad como en número de virus detectados, ocasionando pérdidas en rendimiento hasta de 60.0% e incluso pérdidas totales en algunas huertas (Chew y Jiménez, 2003). En algunas regiones de México (Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán), las área dedicadas a las hortalizas se han reducido drásticamente o incluso han desaparecido debido a los daños por virosis (Urias y Alejandre, 1999). Las enfermedades virales requieren de un vector para su transmisión, y los insectos son los mas eficientes, entre ellos están los pulgones o áfidos (*Aphis gossypii , Myzus persicae*) y la diabrótica (*Diabrotica undecimpuctata*). Recientemente, se detectó al Virus del Amarillamiento y Achaparamiento de las Cucurbitáceas y Geminivirus transmitidos por mosquita blanca (*Bemisia* spp) (Cano *et al*., 1999).

Debido a la importancia de las enfermedades virales en las hortalizas, es indispensable monitorear las áreas destinadas a su producción para determinar que tipos de virus se tienen,

ya que como éstos son transmitidos principalmente por insectos, movimiento de plantas infectadas y semilla es relativamente fácil que se nuevos virus se introduzcan a la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 2005, se monitorearon huertas de melón, sandía, chile y tomate. Se tomaron muestras de tejido vegetal de plantas con síntomas relacionados a virosis como: mosaicos, amarillamiento, deformación y/o abolsamiento de las hojas, achaparramiento. Las muestras se colocaron en bolsas de pástico debidamente etiquetadas y se transportaron en una hielera al laboratorio de fitopatología del Campo Experimental. Las muestras se analizaron con la técnica serológica ELISA (Inmunosorbencia con enzimas conjugadas) (Téliz y Mora, 1986). Los antisueros que se utilizaron fueron: Para cucurbitáceas – Virus Mosaico del Pepino (VMP), Virus Mosaico del Tabaco (VMT), Virus Jaspeado del Tabaco (VJT), Virus Mosaico de la Sandía –2 (VMS-2) y Virus Mosaico Amarillo del Zucchini (VMAZ). Para Solanáceaas – Virus Mosaico del Pepino (VMP). Virus Mosaico del Tabaco (VMT), Virus Jaspeado del Tabaco (VJT), Virus Mosaico de la Alfalfa (VMA), Virus Moteado del Chile (VMoCh), y Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (VMMTo).

Además de las muestras de las hortalizas, también se procesaron muestras de maleza (Chile de pájaro, hierba amargosa y quelite).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 91 muestras, de las cuales 46 eran de chile de diferentes tipos, 12 de tomate, 25 de melón, cuatro de sandía y cuatro de maleza.

Los resultados se indican en el Cuadro 1. Del total de muestras procesadas, 63 fueron positivas para alguno de los antisueros utilizados. En el cultivo de chile fue en donde se detectó la mayor cantidad de virus, especialmente en chile tipo jalapeño y chilaca. De los siete antisueros utilizados para solanáceas, todos reaccionaron en este cultivo. Aquí es importante destacar que se detectó al Virus de la Marchitez Manchada del Tomate, el cual no se había identificado en la región. Este virus se detectó en una muestra de chile tipo jalapeño. Esto es importante porque este resultado nos da una pauta para tener precaución con los trips (*Frankiniella occidentalis, F. fusca)* (Adkins, 2003). Los trips son una plaga común en los cultivos de la región, ahora es importante también considerarlo como un insecto vector de virus. El Virus Mosaico del Pepino (VMP) fue el virus que se encontró con mas frecuencia en el chile. Este virus se detectó tanto en follaje, fruto y semilla (Cuadro 1). Los pulgones (*Myzus persicae* y *Aphis gossypi*i) son los principales vectores del VMP. La transmisión por semilla de chile de

éste virus no es clara, ya que algunos autores manifiestan que no hay transmisión por este medio (Murphy, 2003). En donde si se ha determinado que existe un porcentaje hasta del 75% de transmisión por semilla del VMP es en maleza infectada con el virus, lo que representa una fuente de contaminación para el cultivo (Conti *et al*, 2000). En la Región Lagunera, el VMP se ha detectado en semilla de melón y en la maleza conocida como "tabaco silvestre" o "virginio" (*Nicotiana glauca*) (Jiménez, 1994a; Jiménez, 1994b; Jiménez, 1996).

De las 12 muestras de tomate, solo tres reaccionaron. Dos para el Virus Mosaico del Pepino y una para el Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (VMMT). Este virus, al igual que en chile, es la primera vez que se detecta en la región.

En melón, de las 25 muestras analizadas, reaccionaron 24. Una para el VMP, 12 para el Virus mosaico de la Sandia variante 2 (VMS-2) y 11 para el Virus Mosaico Amarillo del Zucchini (Cuadro 1). Estos tres virus son transmitidos principalmente por pulgones. En monitoreos anteriores, el VMP se encontraba en alta incidencia, al igual que el Virus Mancha Anular del Papayo variante sandía (VMAP-sandía), Virus Mosaico de la Calabaza (VMC) y Virus Mosaico de la Sandía-2 (Aguilar, 1994). En la región, el VMAZ se detectó en 1992 y a partir de esa fecha se ha incrementado (Chew *et al*., 1999; Jiménez *et al*., 1996).

Las muestras de sandía no reaccionaron para ninguno de los antisueros (Cuadro 1).

En malezase detectó en la hierba amargosa el VMS-2 y VMAZ. En quelite una muestra reaccionó para el VMP. Esto demuestra la importancia de un control oportuno de la maleza dentro y fuera del huerto, ya que representan una fuente de infección y un reservorio de los insectos vectores.

En general, los virus afectan negativamente la producción y calidad del producto, y los daños se acentúan cuando existen una asociación de virus en una misma planta, lo cual es común en condiciones de campo (Conti *et al*., 2000; MacNab *et al*., 1983).

CONCLUSIONES

En el cultivo de chile y tomate, se detectó el Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (VMMT), transmitido por trips (*Frankiniella occidentalis, F. fusca*). Este virus no se había detectado en ka región.

En las muestra de chile se detectaron además del VMMT, al Virus Mosaico del Pepino, Virus Mosaico del Tabaco, Virus Mosaico de la Alfalfa, Virus Moteado del Chile, principalmente en el chile tipo jalapeño.

En tomate se detectó el Virus Mosaico del Pepino.

En melón se determinó al Virus Mosaico de la Sandía-2 y Virus Mosaico Amarillo del Zucchini.

Se corroboró la papel juega la maleza en la diseminación de los virus, al detectar en la hierba amargosa el Virus Mosaico de la Sandía-2 y al Virus Mosaico Amarillo del Zucchini. En quelite se detectó al Virus Mosaico del Pepino.

Estos resultados manifiestan la importancia de monitoreos frecuentes en las áreas hortícolas de la región, ya que nuevos virus y vectores se pueden identificar.

BIBLIOGRAFÍA

Adkins, J.A. 2003. Tomato spotted wilt virus. In: Compendium of pepper diseases. K. Pernezny *et al.*(eds.). APS Press. St. Paul, Minnesota. Pp. 39-40

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.

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; U. Nava C. y P. Cano R. 1999. Incidencia de virosis y población de vectores en dos fechas de siembra de melón (*Cucumis melo*) en la Región Lagunera. VII Congreso de Horticultura. Manzanillo, Colima. México. p. 231.

Conti, M.; D. Gallitelli; V. Lisa; O. Lovisolo; G.P. Martelli; A. Ragozzino; G.L. Rana y C. Volvas. 2000. Principales virus de las plantas hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa Libros. Bayer, S. P. A. España. 205 p.

Jiménez D. F. 1994a. Epidemiología de los virus del melón en la Comarca Lagunera. Memorias XXI Congreso Nacional de Fitopatología. 20-22 julio, Cuernavaca, Mor. México. p. 87.

Jiménez D., F. 1994b. Manejo integrado de los virus en hortalizas. Pp. 12-17. *In*: 1er Día del horticultor. 4° Día del melonero. SARH-INIFAP-CIRNE-Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coah. México. Publicación Especial N° 47:12-17.

Jiménez D.F. 1996. Maleza hospedera de virus, fluctuación poblacional de vectores y su relación con enfermedades virales del melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera, México. Revista Mexicana de Fitopatología 14(1):31-37.

MacNab, A.A.; A.F. Sherf and J.K. Springer. 1983. Identifying diseases of vegetables. The Pennsylvania State University. 62 p.

Murphy, J.F. 2003. Cucumber mosaic virus.. In: Compendium of pepper diseases. K. Pernezny *et al.*(eds.). APS Press. St. Paul, Minnesota. Pp. 29-31

Nameth, S.J.; J.A. Dodds; A.O. Paulus and F.F. Laemmlen. 1986. Cucurbit viruses of California an ever-changing problem. Plant Disease 70(1):8-12.

Peña, M. R. y R. Bujanos, M. 1999. Especies de áfidos (Homoptera: Aphididae) que dañan hortalizas. Pp: 188-218. *In* Hortalizas. Plagas y enfermedades. Editorial Trillas. México D. F.

Pérez M.L., Casilla B.A.S., y Ramírez M.R. 2005. El cultivo de chiule y su imprtancia económica en el estado de Guanajuato, México. Universidad de Guanajuato. 109 p.

SAGARPA. 2005. Estadísticas económicas de la Comarca Lagunera. El Siglo de Torreón, Suplemento Especial. 1 de enero de 2006. Torreón, Coah., México.

Téliz O.D. y Mora A.G. 1986. Inmunosorbencia con enzimas conjugadas. Revista Mexicana de Fitopatología 4:133-141.

Urias, M.C. y T. Alejandre 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.

TEMPERATURA FOLIAR DE LA AVENA INDUCIDA POR LA DEMANDA EVAPORATIVA ATMOSFÉRICA

Castellanos P.E.[1], R. Figueroa V.[1], J.J. Quiñones V.[1], C.M. Valencia C.[1], J.J. Martínez R.[1], R. Gutiérrez L.[2], J. G.Noriega G.[1]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED. [2] Campo Experimental Zacatecas-INIFAP.
ecastellmx@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La avena es un cultivo de otoño-invierno para la Comarca Lagunera que se alterna con los de primavera-verano maíz y sorgo como fuente de fibra y energía. Los forrajes que crecen en condiciones de temperaturas bajas generalmente se henifican para posteriormente ofrecerlas al ganado, aunque también son ofrecidos en verde o como forraje ensilado. Para producir y obtener buena calidad y cantidad de forraje es necesario que este no sufra ninguna clase de estrés. De éstos, uno de los principales es el estrés hídrico el cual puede ser detectado por diversos métodos que requieren medir el potencial hídrico de la planta y/o el potencial hídrico del suelo (Gallegos 2005) .

La circulación de aire alrededor de la hoja remueve el calor de la superficie de la hoja si la temperatura de la hoja es más caliente que la del aire, este fenómeno es llamado pérdida de calor sensible. En otra forma, la pérdida de calor latente (ó evaporativo) ocurre porque la evaporación del agua requiere energía, así cuando el agua se evapora desde la hoja, toma calor de ésta y la enfría (Taiz y Zeiger 1998). En general, las hojas absorben mas energía radiante que la que utilizan y la pierden por conducción y convención, también influyen en las tasas de transpiración, la inclinación de las hojas y su forma de inserción, al igual que su estructura, forma y dimensiones (Gil 1995).

En la década de los ochenta hubo un especial interés en desarrollar métodos basados en la temperatura de la planta para conocer el estrés hídrico en los cultivos. Este método tuvo su auge por la aparición de termómetros infrarrojos para medir la temperatura con sensor remoto. En el desarrollo del método es necesario tener plantas en los extremos hídricos: plantas a su potencial evapotranspirativo y plantas con transpiración cero. Así también es necesario la demanda evaporativa de la atmósfera para encontrar dos regresiones simples. La primera regresión simple es la que se encuentra para la línea del potencial evapotranspirativo. En ésta, la variable dependiente, es la diferencia de la temperatura de las hojas menos la temperatura del aire, y la segunda regresión se encuentra con la transpiración cero donde es esperado una

pendiente cero con las mismas variables mencionadas para la primera regresión (Tubaileh et al. 1986).

El objetivo del trabajo fue observar el cambio de la diferencia de la temperatura de las hojas de avena con la temperatura del aire influenciada por el déficit de presión de vapor del aire.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó acabo en el campo agrícola de la Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango, situada a 30 km de Gómez Palacio por la carretera a Tlahualilo y en un área de Huitrón Dgo. localizada a 42 km de Gómez Palacio por la misma carretera. El clima es árido con lluvias principalmente en Verano y lluvia escasa en el Invierno con un promedio anual de 200 mm. El promedio de temperatura de el mes mas frío es entre 10° y 20° C y el del más caliente entre 20° y 30° C (Medellín-Leal 1982).

En la FAZ, avena de la variedad Cuauhtémoc se sembró en seco el día 11 de Septiembre de 2003 después de barbechar y dar un paso con rastra cuya superficie total sembrada fue de 25 ha muestreando seis melgas de 120 x 12 m. En cada melga se seleccionar al azar 10 plantas midiendo la temperatura foliar a las 10, 13 y 14 horas. La densidad de siembra fue 120 kg/ha, con una fertilización de 120-80-00. Se dio una lámina de riego de 12 cm y tres más de 15 cm cada una. El muestro fue el 10 de Octubre de 2003 un día después de la aplicación de un riego. En Huitrón se sembró en seco la variedad Cuauhtémoc el día 17 de Septiembre de 2003 después de barbechar , rastrear y dar una nivelación. La superficie sembrada de avena fue 22 ha y el muestreo fue en seis melgas de 110 X 17 m, donde en cada melga se muestrearon aleatoriamente 10 plantas a las 13 horas y 14 horas. La densidad de siembra fue 120 kg/ha, con una fertilización de mezcla física de 300 kg/ha. Se aplicaron láminas de riego de 10 cm y tres de 13 cm cada uno. El muestreo fue el 10 de Diciembre de 2003 luego de un riego.

En una hoja superior de cada planta seleccionada al azar fue medida la temperatura.

Ésta se midió con un termómetro de percepción remota Raynger ST (Raytek, Co.) y la temperatura del aire y la humedad relativa con un higrómetro (Hydrocheck). El déficit de presión de vapor se obtuvo de acuerdo a Sammis (1996). Siguiendo la metodología de Idso et al. (1982), la diferencia entre la temperatura de la hoja con la temperatura del aire fue la variable dependiente y el déficit de presión de vapor fue la variable independiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el muestreo de Octubre fue donde se encontró una relación entre la diferencia de la temperatura de hojas y la temperatura del aire con el déficit de presión de vapor (figura1) donde R^2 fue de 0.746, esta relación es la línea base de la parte inferior de la metodología propuesta por Idso et al. (1982) que se define como la relación entre la temperatura del follaje menos la del aire (Th-Ta) y el déficit de presión de vapor (DPV) cuando la planta esta transpirando a su tasa potencial (Tubaileh et al. 1986). Esta relación ha sido encontrada ser lineal y ha sido determinado para muchos cultivos bajo condiciones de días soleados y días nublados (Idso 1982 citado por Tubaileh et al. 1986).

En el muestreo de Diciembre no se encontró una relación entre la diferencia de la temperatura foliar y la temperatura del aire con el déficit de presión de vapor del aire. Esto fue debido a que no se encontró un rango amplio del déficit de presión de vapor en esa fecha siendo el rango de 0.79 a 1.87 kPa, lo que nos indica que la demanda evaporativa no fue un factor determinante en el enfriamiento de las hojas de avena, ya que estas estuvieron lógicamente con temperatura por debajo de la del ambiente en ese día a las 13 y 14 horas. Para las condiciones climáticas del mes de Octubre parece ser que la demanda evaporativa influye en la temperatura foliar de las hojas de avena, no así en las condiciones climáticas del mes de Diciembre.

BIBLIOGRAFÍA

Gallegos G. E. 2005. Evaluación de la temperatura de las hojas en maíz (*Zea mays* .) para detectar su estrés hídrico en la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. 80 p.

Gil, M. F. 1995. Elementos de Fisiología Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. 285 p.

Idso S.B., R.J. Reginato, and S.M. Farah. 1982. Soil and atmosphere-induced plant water stress in cotton as inferred from foliage temperatures. Water Resources Research 18:1143-1148.

Medellín-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. 1996. http://weather.nmsu.edu/teaching_Material/soil698/CWSI.html Acceso 31 de Agosto de 2006.

Taiz, L. and E. Zeiger. 1998. Plant Physiology. Second Edition. Sinaver Associates, Inc. Publishers. Sunderland, M. A.

Tubaileh, 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, 12:75-85.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE DOS HIBRIDOS DE MAÍZ APLICANDO FERTILIZACIÓN ACIDA.

PhD. Enrique Salazar Sosa[1], Dr. Cirilo Vázquez Vázquez[2], M.C. J. Santiago Valenzuela Rey [1], Dr. Antonino Amador Machado

[1]Maestro-Investigador de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Apartado Postal 1-142. C.P. 35000 Gómez Palacio Dgo. Tel. y fax. 018717-11-88-76l
E-mail: sinue@hotmail.com

INTRODUCCIÒN

Desde sus inicios, la agricultura ha tenido grandes problemas para su óptimo desarrollo, debido a diferentes factores, entre ellos de los más limitantes son el suelo, clima y el agua. El hombre a travéz de los años ha venido modificando algunos de ellos con el propósito de optimizar las condiciónes en las que se desarrollan los cultivos en zonas con características semiáridas, como es el caso de la Comarca Lagunera, con suelos calcáreos y pH. Elevado que ocasionan grandes problemas en la asimilación de nutrimentos por las plantas. A manera de ejemplo, se tienen los programas de rehabilitación de sueelos con la finalidad de disminuir las altas concertaciones de sales, con los cuales se ha intentado rehabilitar mediante la aplicación de mejoradotes de suelo como ácidos, materia orgánica, yeso, etc. Contribuyendo además en mejorar tambien los condiciones fisicas del mismo.

Otro problema es la pérdida de Nitrógeno por volatilización cuando se aplica en forma granulada superficialmente en banda. También la fijación del fósforo en el suelo como fosfato tricálcico que es un compuesto insoluble que la planta no puede aprobechar convenientemente. También por las características alcalinas de los suelos tienden a un bajo contenido de micronutrimentos, aunque no lo sea el contenido total, la solubilidad de varios nutrimentos importantes desciende a medida que sube el pH, del suelo.

El potasio es requerido en grandes cantidades por las plantas y principalmente por el maíz. Los suelos de la Comarca Lagunera pertenecen a la serie Coyote, donde la descripción correspondiente registra como particularidad la riqueza en potasio, pero no está disponible a las plantas en virtud de que se encuentran formando parte como catión dominante de las arcillas, por lo que los niveles de potasio en el suelo, no permiten diagnosticar en eficiencia y disponibilidad.

A raíz de esto surge la necesidad de seguir implementando nuevas tecnologías que contribuyan a éste propósito; originándose pues la idea de desarrollar un estudio sobre los

fertilizantes ácidos aplicados al maíz particularmente en suelos salinos y pH elevado, los cueles son caraterísticos de las zonas áridas y semi-áridas.

OBJETIVOS.

a). – Evaluar el efecto de los fertilizantes ácidos sobre la producción de grano y de materia seca en el cultivo de maíz.

b). – Determinar si hay respuesta a potasio aplicado con los fertilizantes ácidos utilizando como cultivo indicador el maíz.

c). – Evaluar el efecto de los micronutrimentos complementarios en la fertilización ácida para obtener los máximos resultados en el cultivo de maíz.

MATERIALES Y METODOS

DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.

El presente estudio se llevó al cabo en 1998, dentro del ciclo agrícultura primavera verano, en un área del Ejido Fresno del Norte, del municipio de Francisco I. Madero, en el estado de Coahuila, ubicado en el Km. (22) de la carrretera Torreón – San Pedro.

DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.

El 20 de junio de 1998 se sembraron los dos genotípos de maíz en terrenos de la Empresa Ejidal del Ejido Fresno del Norte, del municipio de Fco. I. Madero, Coah.

DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó un arreglo en parcelas divididas con un diseño experimental en bloques al azar, donde la parcela mayor correspondió a los genotipos y la parcela menor a los tratamientos de fertilizacíon generándose ovho tratamientos con cuatro repeticiones teniendo un total de 32 unidades experimentales.

Cuadro 1. CARACTERISTICAS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL.

DENSIDAD DE POBLACIÓN	65 PLANTAS
NUMERO DE SURCOS	5 SURCOS
LONGITUD ENTRE SURCOS (m)	4.00
DISTANCIA ENTRE SURCOS (m)	0.80
PLANTAS POR SURCOS	13
DISTANCIA ENTRE PLANTAS (m)	0.30

Cuadro 2. FACTORES A EVALUAR EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN.

FACTOR A
Genotipos de maíz
H- 3228 (1)
H- 3292 (2)
FACTOR B
Fertilización
1.- Testigo absoluto
2.- Fertilización ácida 140-60-00 + micro elementos
3.- Fertilización ácida 140-60-00 + micro elementos
4.- Fertilización ácida 140-60-00

MATERIAL

Genotipos utilizados

el material genetico empleado fueron dos genotipos (H-3428 y H-3292), de la empresa PIONEER y fueron seleccionados considerando su impotancia económica en la región.

CUADRO 3. COMPOSICIÓN DE LOS FERTILIZANTES UTILIZADOS.

Granulados	**Fórmula**	**A plicación**
Cloruro de potasio	00-00-60	Al suelo
Acidos		
Urea ácida	26-00-00-6S	Al suelo
Fósforo Acido	5-30-005S	Al suelo
Micro nutrimentos		Foliar

MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO

Durante el desarrollo del cultivo en el campo; se llevaron a cabo las siguientes labores culturales: fertilización, riegos, cultivos y aplicaciones de insecticidas, cada una de ellas de acuerdo a las necesidades del culivo.

VARIABLES EVALUADAS

Altura de planta

Rendimiento de materia seca

Rendimiento en grano.- Se consideraron diez plantas con competencia completa de la parcela útil, para lo cual se cosecharon las mazorcas de dichas plantas y se pesaron; posteriormente, se dejaron al secado natura, se determinó también la humedad del grano ajustada a la humedad comercial correspondiente al 14 ciento, pesándose nuevamente después de un período de tiempo aproximado a los dos meses.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan y discuten los resultados obtenidos en la realización de este experimento.

En el cuadro 4 se presentan las medias de rendimiento de grano, altura de planta y rendimiento de materia seca.

Cuadro 4. MEDIAS PARA CADA HIBRIDO DE RENDIMENTO DE GRANO, RENDIMIENTO DE MATERI SECA Y ALTURA DE PLANTAS.

VARIEDAD (FACTOR A)	COSIS DE FERTILIZACIÓN	RENDIMIENTOS Kg/ha $^{-1}$ grano	RENDIMIENTOSKg/ha $^{-1}$ M.S.	ALTURA Mts.
1 H-3428	1 Testigo absoluto	4265.34	13233	1.64
	2 140-60-60 + me	6565.42	13292	1.80
	3 140-60-00 + me	7043.92	15547	1.82
	4 140-60-00 sin me	8711.10	17000	1.90
2 H-3292	1 testigo absoluto	4910.26	13063	1.75
	2 140-60-60 + me	7518.06	13384	1.80
	3 140-60-00 + me	8373.63	15918	1.97
	4 140-60-00 sin me	9367.04	18410	1.98

Producción de grano.

Análisis de varianza.

En el cuadro 5 se muestran los resultados del análisis de varianza.

- FACTOR A (híbridos). Hay significancia para los híbridos H-3228 y H-3292, es decir estadísticamente son diferentes, ya que hay diferencias entre ambos híbridos.
- FACTOR B (fertilización ácida). Se tiene alta significancia en la aplicación de tratamientos. Es decir los tratamientos estadísticamente son diferentes.
- INTERACCIÓN A X B (híbridos x tratamientos). No se obtubo significancia, lo cual quiere decir que el factor A no influyó para que el factor B mostara los máximos rendimientos.
- C.V. los datos obtenidos caen en el rango de confiabilidad ya que se obtuvo

un 14.252 % de error en el manejo de los datos.

Cuadro 5. Analisis de varianza para rendimiento de grano.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 05
repeticiones	3	72900352	24300118 **	55.78	9.28
Factor A	1	6420992	6420992 *	14.74	10.13
Error A	3	1306880	435626.65		
Factor B	3	83559680	27853226**	27.24	3.16
A x B	3	624384	208128 N.S.	0.204	3.16
Error B	18	18402816	1022378		
Total	31	183215104			
C.V. (error B) = 14.252%					

Comparación de medias.

En los cuadros 6 y 7 se muestran resultados de la comparación de medias.

- FACTOR A. Se tiene que el mejor híbrido fue el número dos (H-3292) con una producción media de 7542.34 Kg/ha $^{-1}$ con una diferencia con respecto al otro híbrido (H-3428) de 785.78 Kg.
- FACTOR b. El mejor tratamiento fue el número cuatro, con una producción media de 9039.08 Kg/ha $^{-1}$ con una diferencia con respecto al testigo de 4451.28 Kg.
-

CUADRO 6. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE RENDIMIENTO DE GRANO.

tratamiento	Media Kg/ha $^{-1}$	
1	9,039.0801	A
2	7,708.7798	B
3	7,041.9800	B
4	6,534.6802	C
Nivel de significancia = 0.05 DMS= 1062.19		

CUADRO 7. COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO DE GRANO PARA HÍBRIDOS.

HÍBRIDOS	MEDIA Kg/ha $^{-1}$	
2	7,542.43	A
1	6,646.45	B
Nivel de significancia= 0.05 DMS= 729.93		

CONCLUSIONES

Con respecto a rendimiento de grano el mejor híbrido fue el H-3292 con una producción de 7542.3 Km ha $^{-1}$

Con respecto a dosis de fertilizante el mejor tratamiento fue la 140-60-00 sin me con 9367.04 Km ha^{-1} y una altura total promedio de plántula de 1.98m.

La producción de materia seca no presento diferencias estadísticas significativas entre híbridos pero si entre tratamientos de fertilizante químico.

Si se recomienda continuar con este estudio en mas localidades y tipos de suelos, para estandarizar una recomendación regional.

BIBLIOGRAFÍA

Chávez Contreras Xavier. 1984. Respuesta del Maíz en Términos de producción, contenido proteico en el Área de Plan Puebla. Tesis de Maestria. Colegio de postgraduados, Chapingo, México.

Cruz, D.J. y Vega. 1990. Efectos Antagónicos Inducidos Por La Aplicación De Potasio. XVIII Congreso Nacional De La Ciencia Del Suelo. Comarca Lagunera, México.

Martínez Sierra. 1993. Respuesta De Dos Genotipos De Maíz A Diferentes Niveles De Fertilización Ácida Y Granulada Tesis De Maestría. Centro De Investigación y Graduados Agropecuarios.

Reyes Castañeda. 1990. El Maíz y su Cultivo. A.G.T. Editor. S.A. pp 144-152.

Williard H. Garman. 1984. Manual de fertilizantes. Traducción de la Primera Edición por Modesto Rodríguez. Editorial Limusa. Pp. 70-71.

Vergara, S.M.1990. Evaluación de Resistencia de Salinidad De Cuatro Variedades De Trigo. Memorias Del XXIII Congreso Nacional De La Ciencia Del Suelo.
Comarca Lagunera, México.

AVANCES EN LABRANZA Y LA MATERIA ORGANICA EN LA VARIEDAD DE MAÍZ "SAN LORENZO"

M.C. Alejandro Martinez Rios[1] M.C. J. Santiago Valenzuela Rey [1]
Ing. Arturo Avila G. Miguel Fermando Sanchez y Ing. Manlio E. Ramirez R.

[1]Maestro-Investigador de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Apartado Postal 1-142. C.P. 35000 Gómez Palacio Dgo. Tel. y fax. 018717-11-88-76
E-mail: sinue82@hotmail.com

INTRODUCCIÒN

En mexico el maíz es parte de la cultura del agricultor mexicano y contribuye una fuente básica de alimentación para la mayoria de la población con escasos recursos. Este cultivo cuntinua siendo importante en nuestro territorio nacional tanto por la superficie sembrada como por el volumen de producción que durante 1996 sumó cerca de 18 millones de toneladas de grano, de los que el 67% se destinó al consumo humano directo, principalmente en forma de tortilla la cual se consume de forma masiva por los sectores con menor poder adquisitivo en le país.

El contenido de proteina en el grano osila entre 7 y 11% esta proteína al igual que la de muchos otros cereales presentan diferencias importantes de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano. Los cual reduce la calidad alimenticia del mismo. El maíz cuenta con gran adaptación a diferentes condiciónes agroecologica, aunque no se es autosuficiente en la producción del mismo. Por la que es necesario incrementar el rendimiento, utilizando mejores variedades desde el punto de vista sustentable para el productor, además modificando prácticas de siembre y manejo en el cultivo de maíz que permita incrementar rendimientos por unidad de superficie con la menor inversion y mediante el uso eficiente de recursos naturales como materia orgánica y variabilidad genética.

La utilización de labranza mínima representa una opción en la reducción de los costos de producción lo que rebunda en una mayor productividad además este sistema es muy valioso como un método de conservación del suelo. El maíz se considera como un cultivo que absorbe en exceso los nutrimentos que se localizan en la capa arable del suelo (y lo dejaexpuesto a la erosión) por los que recomienda emplear en su cultivo la labranza mínima, ya que de acuerdo a estudios realizados se ha demostrado que esto influye significativamente en los índices de infiltración, en las pérdidas por erosión, en la acumulación de residuos, retrasa el estrés por sequía y ademas es posible aumentar la eficiencia del empleo de materia orgánica.

El maíz en la comarca lagunera es una buena alternativa tanto para la rotación como para la diversificación de cultivos en el caso de las variedades de polinización libre, permite la

siembra de la semilla de la misma cosecha, la cual se puede utilizar por varios años esto es siempre y cuando no se pierda su variabilidad genética. El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta del maíz a tres niveles de materia organica y de dos sistemas de labranza.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del sitio experimental.

El experimento se estableció en el campo agrícola experimental de la Facultad de agricultura y Zootecnia de la Universidad Juarez del Estado de Durango.

Material genético.

Se utilizó la variedad de maíz San Lorenzo cuyas caracteristicas del material se describen enseguida:

Descripción varietal.

Uso ----------producción de grano.

Color de grano----------blanco cremoso.

Madurez ----------precoz intermedia.

Días a floración----------55-65 días.

Días de cosecha ----------110-120 días.

Altura de planta----------2.37 m.

Altura de mazorca----------1.41 m.

Densidad de simbra ---------20 Kg. Ha $^{-1}$

Area de adaptación----------Comarca Lagunera.

Planta por Ha----------55 a 65 mil plantas.

Principales características.

Material que responde favorablemente a condiciones óptimas demanejo, compite ventajosamente en potencial de rendimiento con híbridos de ciclo más largo, madurez intermedia y secado más rápido de grano. Plantas de buena apariencia, mazorcas largas con grano plano medio en su mayoría plano medio. Presenta excelente sanidad aún cuando no se ha caracterizado en cuanto a resistencia a plagas y enfermedades.

Especificaciones

Dento de la labranza convencional se hizo un muestreo de suelo antes de aplicar el material organico y después de su aplicación, posteriormente se realizaron lasa practicas de barbecho y rastreo para remover el materia organico aplicado al suelo (estiércol de bovino lechero), esto es para la labranza convencional, en el caso de la labranza mínima solo se rastreó y se obtubieron muestras de suelo antes y después de la aplicación del material organico aplicado.

La fecha de siembra se hizo el 22 de abril de 2004 de acuerdo a un caendario de riego y a tierra venida. Después de dar el riego de aniego previo a la siembra, se ejecutó un rastreo en húmedo para posteriormente sembrar, procurando tener surcos dobles con espacio entre pares de hileras de 40 cm para obtener 86 200 plantas por hectárea.

Parámetros medidos en el cultivo:

Altura de planta (cm). Desde la superficie del suelo hasta la parte en que se une el tallo hasta el nacimiento de la última hoja ligulada, se tomó un promedio de 10 plantas al azar en cada parcela util , se utilizó una cinta métrica en etapa de madurez fisiológica.

Número de hojas. Promedio del número de hojas, total de 10 plantas de cada parcela util tomadas al azar, el conteo se realizo en la etapa de madurez fisiológica.

Rendimiento económico (t ha -1). Se detreminó utilizando la balanza granataria después de desgranar las mazorcas se tomó el peso de grano de 18 plantasde cada parcela útil .
Semillas por planta. Se detreminó después de desgranar cada mazorca

Peso de 250 semillas. Se determinoó utilizando la balanza granataria después del desgrane.

Granos por hilera. A todas las mazorcas cosechadas por parcala útil y antes del desgrane en bodega se contaron las hileras y granos por mazorca y después se hizo una division de cantidad de grano entre el numero de hileras.

Hileras por mazorca. A todas las mazorcas cosechadas por parcala útil y antes del desgrane en bodega se contaron detenidamente el número de hileras por mazorca.

Características del experimento.

Los tratamientos fueron establecidos en un deiseño de bloques al azar con arrreglo en franjas donde se distribuyeron cuatro tratamientos con tres rerpeticiones . la parcela experimental consistió en un arreglo topológico de cuatro surcos dobles con espacio entre pares de hileras de 40 cm, y ancho entre par y par de 75 cm con una longitud de 5 m de largo , considerandose com parcela útil los dos surcos dobles centrales excluyendose las plantas de los extremos de cada surco para eliminar el efecto de bordos.

Los valores medios de cada parámetro se utilizaron para la ejecución de los análisis de varianza bajo el siguiente modelo estadístico.

$$Yijk = M+Rk + Aj +Ejk +Bi+(AB)ij + Eijk$$

Donde:
M = Media general del carácter en estudio
i = 1, 2 …….. M (Matria orgánica)
j = 1,2 ……..A (Labranza).
K= 1,2……..R (Repeticiones)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El analisis de varianza (cuadro 1) no se detectaron diferencias estadísticas significativas en la fuente de variación Labranza para ninguna de las variedaes estudiadas como lo fue el rendimiento económico por plantas (re/p)y algunos de sus componentes tales como semillas por mazorca (P250 S)., peso seco de mazorca (psm) y número de hojas (nh). Esta misma tendencia también se observó en los tratamientos de materia organica, asi como en las interacciones labranza por materia organíca.estos resultados nos indican que desde el punto de vista genético la variedad de maíz. San Lorenzo responde de una similar tanto a los diferentes nivels de materia organica y desde el punto de vista ambiental es distinto trabajar con diferentes niveles de materia organica y diferentes sistemas de labranza en variedades de polinización libre en maíz posiblemente los resultados se deban a que en el caso de este tipo de variedades por su misma variabilidad genética tienden a amortiguar los microambientes a los cuales son sometidos. Los coeficientes de variación para las variables arriba citadas oscilan entre 4.12 por ciento para número de hojas (nh) y 2404% para el peso seco de mazorca (psm) lo cual indica la confiabilidad de los resultados.

Cuadro 1. Significancia de cuadrados medios para el rendimiento económico y componentes de rendimiento en maíz en dos sistemas de labranza y diferentes de materia organica.

FV	GL	R.E./P	SEM./	PESO 250 SEM.	PSM	NH
REP	2	450.0 N.S.	2775.0 N.S	276.7 N.S	111.5 N.S	2.6 NS
LAB.	1	3577.0 N.S	368.0 N.S	3.3 NS	1162.0 N.S	3.3 N.S
E(a)	2	1655.7	7771.5	180.8	1083.1	0.5
M.O	3	29257 N.S	3047.0 N.S	190.8 N.S	1752.7 N.S	0.93 N.S
E(b)	6	2216.7	11381.5	83.9	2800.3	0.22
LAB Xm.o	3	688.5 N.S	4078.3 N.S	115.1 N.S	205.5 N.S	0.15 N.S
E.E	6	1621.6	12195.0	137.6	3604.4	0.27
CV(%)		19.78	16.73	13.0	24.49	4.12

El cuadro 2 muestra la interacción de los niveles de labranza y materia orgánica donde para el caso de este articulo por cuestión de espacio, solo discutiremos el rendimiento económico por palnta (RE/P) y en forma general solo mostraremos algunos resultados relevantes de los componentes de rendimiento. Aún cuando el analisis de varianza no arrojó diferencias significativas podemos observar que el mejor tratamiento para el carácter rendimiento económico por planta fue en el fertilizado en la labranza mínima (A2B4= 245 grs.) resultando el peor tratamiento el A1B1, siendo este el de la aplicación de 40 Ton/ ha de materia organica en combinación con la labranza convencional.

Cuadro 2- valores medios de las variables en maíz para la interacción labranza por materia orgánica (M.O.).

TRATAMIENTO	Re/p (gr.)	Sem/maz	P25OS(gr)	PSM(gr.)	NH
A1B1	170.3	674.6	85.3	252.6	12
A1B2	196.6	600.0	97.0	237.6	12
A1B3	170.6	633.3	82.6	211.3	12
A1B4	227.6	715.3	97.3	251.0	13
A2B1	217.3	661.3	83.3	262.3	13
A2B2	194.6	676.6	85.6	266.0	12
A2B3	206.0	656.6	92.6	228.3	13
A2B4	245.0	660.0	97.6	251.6	13
PROMEDIO	203.5	659.7	90.1	245.1	13

A1= Labranza convencional

B1= 40 Ton/ha de M.O.

B3= O Ton/ha de M.O.

A2= Labranza mínima

B2 O 80 Ton/ha de M.O.

B4= 128-120-80

CONCLUSIONES

La variedad de maíz san Lorenzo de acuerdo a estos resultados preliminares en tratamientos e labranza y materia organica ofrece resultados prometedores a plos ejidatarios y agricultores de la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFÍA

Follet, F.,R 1997. Evaluacion de diferentes istemas De Labranza En 4 Años De Manejo Bajo Condiciónes De Riego En Vertisuelos Del Bajío P.21 In Memoria Del Congreso Nacional De La Ciencia Del Suelo Villahermosa Tabasco.

Hermosillo S.,L J., E Salasar S. y A. Espinoza B.1997 El sistema de labranza de conservación en la producción de maíz para grano (Zea mays L.) p. 216-218.

In M Anaya G. y E. Salazar S (ed) IV Reunion Nacional Sobre Sistemas de Captación de lluvia Torreón, Coah México.

Sweetwn, J.M 1982. Sistema de manejo del estiércol de bovino y equipo de operación.

P.43. In memorias del primer ciclo de conferencias sobre la utilización del estiércol en la agricultura. ITESMA a.c. sección Laguna. Torreón, Coah.

EVALUACION Y SELECCIÓN DE FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS DERIVADOS DE LA POBLACIÓN GOMEZ PALACIO.

Dr. Armando Espinoza Banda[1], M.C. Antonino Gallegos Ponce[2], M.C. Santiago Valenzuela Rey [1], M.C. Alejandro Martinez Rios[1] Dr. Antonino Amador Machado

[1]Maestro-Investigador de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Apartado Postal 1-142. C.P. 35000 Gómez Palacio Dgo. Tel. y fax. 018717-11-88-76l
E-mail: sinue82@hotmail.com

INTRODUCCIÒN

La Comarca lagunera esta situada en las zonas áridas y Semiáridas de la parte centro norte de la Republica Mexicana, y es considerada una de las cuencas lecheras más importantes en el ámbito nacional con aproximadamente 224 mil cabezas de ganado bovino lechero en producción, que producen 1.73 millones de litros de leche diarios y que tienen como actividad mas importante la producción de forraje.

En el año del 2000 el inventario de ganado lechero fue de 440 mil cabezas de las cuales 224 mil estuvieron en explotación. Debido a esto, la necesidad de forraje es cada vez mayor en las explotaciones lacheras, lo que hace que el maíz forrajero sea una de las especies más importantes.

Para el año 2004 se sembró una superficie de 46,676 ha, de las cuales 26,561 ha, fueron de maíz forrajero y 20,115 ha, de maíz grano, para lo cual se empleo semillas híbridas de compañías transnacionales en aproximadamente un 75% de ellas, con un valor en el mercado aproximado a los 22 millones de pesos.

Los rendimientos promedios para maíz grano bajo condiciónes de riego osilan de 2.8-3.0 t/ha y de forraje verde 46.5 t/ha; sin embargo las condiciones agro-climaticas muestran que el maíz tiene un potencial de rendimiento de 10.7 a 11.45 t / ha de grano, por los que los productores están en constante búsqueda de variedades o hibridos de maíz ya que el alto precio de la simillа aumentan los costos de producción y reduce la utilidad neta.

El maíz ha sido y continuara siendo por mucho tiempo el cultivo más importante de México. Su primer lugar en área cultivada, volumen, valor de producción y preferencia en alimentación humana y pecuria.

Lamentablemente, más de 35% de la superficie anual de maíz de aproximadamente 8 millones de hectáreas, son sembradas bajo condiciones de mal temporal y, en condiciones marginales de fertilidad y labores de cultivo, para suplir la demanda de 97 millones de abitantes, a nivel nacional.

El mejoramiento de maíz es una actividad que en México, se remota a mas de 10 mil años antes del presente, en este sentido la investigación debe enfocarse en la búsqueda de variedades e híbridos con características agronómicas y nutrimentales deseadas.

En todos los campos de la ciencia, el cientifico ha desarrollado técnicas especiales, procedimientos o métodos sistematizados y avances sofisticados para llevar acabo sus investigaciones. Los métodos de mejoramiento de plantas no ha sido la excepción para la creación de nuevos de genotipos para la alimentación humana y animal, utilizando metodologías y técnicas especificar dependiendo de la especie que se trate y de las características a mejorar.

OBJETIVOS.

- Valorar el potencial agronómico y de rendimiento de 100 familias de medios hermanos de maíz.
- Selecciónar el 20% de las mejores familias de medios hermanos con base a rendimiento y características de mazorca.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación de área de estudio

El estudio se llevo acabo dentro del campo experimental de la facultad de Agicultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango localizada en el kilómetro 30 de la carretera Gómez Palaio – Tlahualilo, ubicada el Ejido Venecia, Municipio de Gómez Palacio, Durango. Dento de las coordenadas (25° 46´ 51” latitud norte y 130° 21´ 04” longitud oeste).

Practicas agronómicas

Preparación del terreno: se realizo un barbecho a una profundidad de 30cm. Se efectuó un rastreo doble.

Fecha de siembra: Después del riego de presiembra se rastreo para sembrarse en húmedo el día 25 de abril del 2005.

Fertilización: Se realizo solanete una sola fertilización antes del primer riego de auxilio, con la formula 180-00—00, utilizando el fosfato diamonico $NH_4\ NO_3$ (18-46-00) y el nitrato de amonio $NH_4\ NO_3$.

Aclareo: Se realizo un aclareo los días 8 y 9 de mayo del 2005 y dependiendo de la densidad de población se dejo una distancia entre plantas de 0.16 m, y una separación entre surcos de 0.75 m, para una densidad de 83.3 mil plantas por hectárea.

Cuadro 1. Calendario de riegos.

Riegos	fecha	D.D.S	Lamina cm.
Aniego	13-04-05	0	20
1er. Auxilio	26-05-05	32	15
2do. Auxilio	15-06-05	25	15
3er. Auxilio	06-07-05	24	15

D.D.S. Días después de la siembra.

Herbicida: se aplicó después de la siembra un herbicida preemergente para el control de maleza, por medio de una bomba de mochila manual.

Control fitosanitario: se realizo según la presencia y/o la infestación de plagas, empleado para su control los agroquímicos específicos.

Matrial genético utilizado

Se utilizaron 100 Familias de Medios Hermanos (FMH) Derivada de una población criolla denominada Gómez Palacio; (GP). En el verano del 2004 se sembró un lote de 800 m^2 de la población Gómez Palacio; de la cual al momento de la cosecha, se tomaron al azar 100 mazorcas, que constituyeron las Familias de Medios Hermanos (FMH).

En la primavera del 2005, las 100 FMH se sembraron en el sistema de familias por surc, en el campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia.

Diseño experimental.

Sé eligió un diseño en bloque al azar, con dos repeticiones. Cada familia se sembró en surcos separados a 0.75 m, y una distancia entre plantas de 0.16 m, para una densidad de 8303 mil plantas por hectárea.

Variables estudiadas

La base de datos que se elaboró, tiene un tamaño de muestra de familias de medios hermanos maternos a las cuales se les midieron de las siguientes variables;

- Altura de planta (AP)
- Altura de mazorca(AM)
- Peso de mazorca (PM)

- Longitud de la mazorca (LM)
- Diámetro de la mazorca (DM)
- Numero de hileras(NH)
- Numero de granos por hilera (NGH)
- Peso de grano (PG)
- Peso de olote (PO)
- Diámetro de olote (DO)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2, el análisis de varianza (ANOVA), para altura de planta (AP) se observaron diferencias altamente significativas para las fuentes de variación (FV) repeticiones, línea (Grupo) y para la interacción Grupos x repeticiones y, diferencias no significativas para grupos (G).

Los resultados anteriores implican que genéticamente los valores promedios entre grupos fueron iguales para esta variable, en tanto las diferencias fueron mas acentuadas dentro del grupo, como se indica por las diferencias encontradas en línea (Grupo).

Así por ejemplo, en el cuadro 6 se observa que los valores promedios entre grupos fueron iguales estadísticamente (DMS 0.05P) y cercanos al valor medio de los grupos (2.35 m). la diferencia mínima significativa (0.259 m) muestra que para el grupo 1 la familia 20 fue significativamente diferente de la familia 3, que fue la de menor altura con 2.01 m.

Considerando los cinco grupos la familia 36 con 20.77 m fue la de mayor altura de planta, significativamente igual a la altura de las familias 8,13,20,33 y 96, con valores superiores a 2.59 m.

Cuadro 2. Análisis de varianza para altura de planta de 100 FMH.

FUENTE	GL	SC	CM	FC	FT
Grupo	4	0.027	0.007	0.4	0.8113 **ns**
Repetición	1	0.163	0.163	9.63	0.0025 **
Linea (grupo)	95	0.163	0.045	2.68	0.0001 **
Grupo* repetición	4	0.274	0.069	4.05	0.0045 **
Error	95	1.608	0.017		
Total	199	6.377			
CV		5.523			

En el cuadro 3, se presenta el ANOVA, para la variable Altura de Mazorca (AM). Se observo solo diferencias altamente significativas para la fuente de variación Línea (Grupo).

Lo anterior implica que al igual que altura de planta, no se observo diferencias entre grupos, y que en promedio estos son iguales, lo cual se aprecia en el cuadro 6 donde los valores promedios de los cinco grupos osilan muy sercanos a la media (1.337 m). De acuerdo al valor de diferencia mínima significativa 0.244 m muestró que en el grupo III la familia 51, fue la de menor altura con 1.085 m, en constrasté considerando los cinco grupos la familia 36 con 1.689 m fue la mayor altura de mazorca significativamente igual a la altura de 21 familias con valores superiores a 1.445 m.

Cuadro 3. Análisis de varianza de Altura de Mazorca de 100 FMH

FUENTE	GL	SC	CM	FC	FT
Grupo	4	0.104	0.024	1.73	0.1492 **ns**
Repetición	1	0.004	0.004	0.24	0.626 **
Linea (grupo)	95	3.188	0.034	2.24	0.0001 **
Grupo* repetición	4	0.104	0.026	1.75	0.1454 **ns**
Error	95	1.422	0.015		
Total	199	4.823			
CV		9.151			

** Significativo al 0.01 de probabilidad, ns= no significativo

En el cuadro 4, el análisis de varianza, para peso de mazorca (PM) se observaron diferencias no significativas para las fuentes de varición grupos y lineas (Grupos) y diferencias no significativas para repetición y grupo por Repetición.

Los resultados anteriores implican que existe diferencias significativas entre grupos y que en promedio estos son diferentes, lo cual se presenta en el cuadro 6, donde los valores promedios de los cinco grupos son muy diferentes a la madia (5640.28 ton/ha), en tanto en el cuadro 15, la diferencia mínima significativa (1678.9 ton/ha), muestra que para los cinco grupos de las 100 familias evaluadas fue significativamente diferente, donde tomando la familia 31del grupo II que fue la menor peso de mazorca con 3919.8 ton/ha.

Considerando los cinco grupos de la familia 98 con 10344.350 ton/ha fue la de mayor peso de mazorca, significativamente igual al peso de nueve familias con valores superiores a 8,665.45 ton/ha.

Cuadro 4. Análisis de varianza de Peso de Mazorca de 100 FMH.

FUENTE	GL	SC	CM	FC	FT
Grupo	4	15874359.375	3968589.844	5.57	0.0004 **
Repetición	1	513175.674	513175.674	0.72	03980 **ns**
Linea (grupo)	95	272086539.599	2864068.838	4.02	0.0001 **
Grupo* repetición	4	5908463.189	1477115.797	2.08	0.0901 **ns**
Error	95	67626747.152	711860.496		
Total	199	362009284.989			
CV		11.871			

** Significativo al 0.01 de probabilidad, ns=no significativo

En el cuadro 5, se presenta el ANOVA para la variable longitud de mazorca (LM), donde se observo que no existieron diferencias significativas para las fuentes de variación.

En el cuadro 6 se observa que los valores promedios entre grupos fueron iguales estadísticamente (DMS≥ 0.05P) y cercanos al valor de los grupos.

Cuadro 5. Analisis de varianza de Longitud de Mazorca de 100 FMH.

FUENTE	GL	SC	CM	FC	FT
Grupo	4	27.317	6.829	1.82	0.1308 ns
Repetición	1	12.039	12.039	3.21	0.0762 ns
Linea (grupo)	95	457.743	4.818	1.29	0.1111 ns
Grupo* rep	4	31.164	7.791	2.08	0.0895 ns
Error	95	355.953	3.747		
Total	199	884.216			
CV		13.181			

** Significativo al 0.01 de probabilidad, ns= no significativo.

Cuadro 6. Valores medios de grupos.

grupos	AP (m)	AM (m)	PM (ton/ha)	LM (cm)
G1	2.368	1.376	7320.2	15.131
G2	2.369	1.348	6672.8	14.590
G3	2.349	1.329	7341.3	14.791
G4	2.339	1.316	6868.1	14.032
G5	2.350	1.314	7332.5	14.877

DMS+	0.424	0.365	3367.8	4.368
MEDIA	2.355	1.337	5640.3	14.684

+Diferencia mímica significativa al 0.05 de probabilidad.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

- El análisis de varianza para cada variable detectó diferencias entre grupos para peso de mazorca, numero de granos por hilera y peso de grano.
- Los grupos G1, G3 Y G5, fueron en promedio los más sobresalientes para peso de mazorca, numero de granos por hilera y peso de grano.
- Para familias dentro de grupo el ANOVA demostró que las familias ubicadas dentro de cada grupo difirieron en la magnitud de las siguientes variables: Altura de planta, altura de mazorca, peso de mazorca, diámetro de mazorca , numero de hileras, número de granos por hilera, peso de grano, diámetro de Olote.
- La familia con maypr potencial de rendimiento fue la 98, con 7,208 ,10344 Kg/ha de peso de grano y peso de mazorca respectivamente.
- Se concluye que las 100 FHM evaluadas tubieron un potencial de producción y características de mazorca diferente.

BIBLIOGRAFÍA

Cantú B., J.G.2001 Modelos de producción sustentable de forraje para la producción de leche en regiones con limitantes de agua. Tesis doctoral UJED FAZ DEP Venecia, Gómez Palacio, Dgo. México.

El Siglo de Torreon, 2005.Resumen del 2004 de actividades económicas de la Comarca Lagunera, Torreón, Coahuila.

Greenpeace, 2000. Centro de diversidad. La riqueza biológica de los cultivos tradicionales, herencia mundial.

Gutiérrez E. Del R., E. Cervantes A. Y M.E Ortiz P. 2000. Comportamiento de híbridos varientales de maíz (Zea mays L.) en base a su constitución gética y correlación combinada. Memorias de XVII Congreso Nacional de Fitogenetica. Irapuato Gto. México.

Reta S.,D.G.,A. Gaytán M. Y J.S. Carrillo A. 2000. Respuesta dels maíz para ensillaje a métodos de siembra y densidades de población. Revista fitotecnia Mexicana. Vol. 23. núm. 1pp. 37-48.

Valencia C., C.M. 2000. Análisis de componentes principales y su aplicación al estudio de la composición química del forraje. Apuntes del curso de análisis multivariados. UJED FAZ DEP.

EVALUACIÓN DE TRES CAMAS DE SIEMBRA EN EL ESTABLECIMIENTO DE ZACATE BUFFEL (*CENCHRUS CILIARIS L.*) EN CURVAS A NIVEL EN MATORRALES MICRÓFILOS DE LA REGIÓN NORTE CENTRO.

Gerardo García Espino[1], Francisco O. Carrete Carreón[2], Pedro Andrade Sánchez[3], Sergio A. Ortega Rodríguez[4] y Juan C. Flores Martínez[5].

[1]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah. geganzas@yahoo.com.mx.
[2]Investigador del Inifap-Durango. km 5 Carrtera Durango-El Mezquital, Durango, Dgo.
[3]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.
[4]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.
[5]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.

INTRODUCCION

Las prácticas tradicionales de aprovechamiento de los agostaderos del Norte de México se han caracterizado por la sobreutilización de la vegetación y mal manejo del ganado, situación que ha originado que gran parte de los mismos se encuentren degradados, poco productivos, sujetos a erosión hídrica y eólica e invadidos por plantas indeseables para el ganado. La resiembra de especies forrajeras adaptadas es una de las vías para aumentar la productividad de agostaderos degradados. Sin embargo, es absolutamente necesario proporcionar a la semilla las mejores condiciones para su germinación y emergencia mediante una adecuada preparación de la cama de siembra.

ANTECEDENTES

Las zonas áridas y semiáridas del norte de México representan el 50% del territorio del país cuenta con grandes extensiones de agostaderos 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.

En la rehabilitación de pastizales degradados mediante resiembras, 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. Además, se pueden establecer sistemas de captación de agua o microcuencas, ya sea a través de zanjas y herradura (De la Cruz Bretón y Parra Hake, 1981; Martínez C. y Villanueva D. 1985), o bien mediante sistemas de poceo (Ibarra 1979). Para lograr un buen establecimiento y desarrollo de estas especies, sin embargo, es conveniente considerar la relación agua-suelo-planta, con la cual a través de ciertos modelos de cosecha de lluvia "in situ" se puede calcular la relación área siembra-escurrimiento (Sánchez C.1985, Villanueva D. 1987).

La experiencia y los resultados de las investigaciones han mostrado que una siembra exitosa resulta mejor con una adecuada preparación de la cama de siembra. La siembra sin preparación tiene mucho riesgo y puede provocar muchas fallas (Huss y Aguirre, 1984). La cama de siembra se puede realizar con arados, o rastra de discos, arado cortador de raíces, arado subsoleador, rieles, rodillo impresor. Frecuentemente, la siembra se hace simultáneamente al preparar la cama de siembra, cuando la semilla se hace con una sembradora. Cuando no se dispone de equipo la semilla puede sembrar en forma manual o al boleo. La siembra debe de realizarse al inicio de la principal época de lluvias.

El Zacate buffel es una gramínea originaria de África Ecuatorial, India e Indonesia, que se adapta a variadas condiciones climáticas donde puede cumplir un papel preponderante, como son regiones tropicales, templado-cálidas, o subtropical y semiáridas. En E.U.A., a partir de la década de 1950, se convirtió en uno de los principales factores del gran desarrollo ganadero del estado de Texas. En países de Centro y Sud-América ha sido una pieza fundamental en proyectos de desarrollo encaminados a aumentar la productividad de zonas de lluvias estivales y degradadas por el mal manejo del recurso pasto. En México se siembran anualmente cerca de doscientas mil ha. con esta gramínea, contando ya con mas de un millón de ha. en producción, en los estado de Sonora, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Durango, aunque también se halla en gran proporción en campos de la península de Yucatán y Quintana Roo. (Beettle et al. 1991). Ibarra, et al. (2004) mencionan que la productividad de los agostaderos en el estado de Sonora se ha incrementado notablemente a raíz de la introducción del zacate buffel en la década de los 50's, a la fecha se estima que la planta se ha establecido en alrededor de setecientos cincuenta mil ha.

OBJETIVOS

Evaluar tres camas de siembra en el establecimiento de zacate Buffel en curvas a nivel.

MATERIALES Y METODOS

En un matorral micrófilo inerme del Ejido de Paso Nacional, Nazas, Dgo. Se trazaron curvas a nivel donde se prepararon las tres camas de siembra siguientes:

1.- Rastreo, siembra y rastra de ramas.

2.-Barbecho, rastreo, siembra y rastra de ramas.

3.-Subsoleo, pileteo, siembra, rastra de ramas.

Estas camas fueron sembradas con zacate buffel el día 29 de Junio del 2004, con una densidad de 8 Kg/Ha.

Parámetros evaluados.- Se realizaron muestreos para determinar altura de plantas, frecuencia, densidad y producción de materia seca.

Altura.- Este parámetro se determinó tomando la altura desde la base hasta la punta de la panícula de 20 plantas escogidas al azar en cada uno de los tratamientos.

Frecuencia.- La frecuencia es definida como una expresión estadística de la presencia o ausencia de individuos en una serie de sub-muestras. En otras palabras, es la relación entre el número muestras que contiene una especie y el total del número de áreas muestreadas (Huss y Aguirre, 1984). Se obtuvo con un cuadro de 30 x 30 cm., el cual fue lanzado al azar 30 veces en cada uno de los tratamientos para ver la presencia o ausencia de zacate buffel dentro del cuadrante.

Densidad.- Densidad es el número de plantas o partes específicas de una planta por unidad de área (Caín y Castro,1959). Para esta variable se utilizó un cuadrante de 1 m donde se contaron todas las plantas de zacate buffel incluidas. En cada tratamiento se realizó un muestreo 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 hizo un muestreo en cada tratamiento.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar de 3 tratamientos con 3 repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Altura, frecuencia, densidad y producción de materia seca en la evaluación de tres camas de siembra en el establecimiento de zacate buffel en curvas a nivel en matorrales micrófilos de la región Norte Centro.

Tratamientos	Altura (cm)	Frecuencia (%)	Densidad (Plantas/m^2)	Producción M.S. (gr/m^2)
Rastreo, siembra y rastra de ramas.	33.9 *	83.3	221	503.3 *
Barbecho, rastreo, siembra y rastra de ramas.	35.9 *	84.4	184	583.6 *
Subsoleo, pileteo, siembra y rastra de ramas.	27.4	80.0	121	126.0
DMS (0.05)	5.8	10.2	156.1	149.8

* Diferencia estadística significativa.

En el cuadro 1 se puede observar que se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para las variables altura y producción de materia seca.

La altura fue mayor en los tratamientos barbecho, rastreo, siembra y rastra de ramas, con un promedio de 35.9 cm, y en el tratamiento de rastreo, siembra y rastra de ramas, con un valor de 33.9 cm. La producción de materia seca fue estadísticamente superior en los mismos tratamientos, con un promedio de 583.6 gr/m^2 en barbecho, rastreo, siembra y rastra de ramas, y de 503.3 gr/m^2 en rastreo, siembra y rastra de ramas. Lo anterior nos indica que con solo rastrear, sembrar y dar un paso de rastra de ramas podemos obtener altas producciones.

CONCLUSIONES

1.- Los mejores tratamientos para altura y producción de materia seca fueron rastreo, siembra y rastra de ramas, y barbecho, rastreo, siembra y rastra de ramas.

2.- Los resultados indican que con solo rastrear, sembrar y dar un paso de rastra de ramas, se obtienen producciones significativas, lo que permite omitir el barbecho.

3.- Es factible aumentar la productividad de los agostaderos implementando esta tecnología.

4.- Es necesario realizar futuros estudios sobre la aplicación de esta tecnología para determinar su impacto en las características del suelo y de la vegetación nativa.

BIBLIOGRAFIA

Beettle A. A, Jonson D.G., Navarro C.A.y Alcaraz F.R. 1991. Gramíneas de Sonora. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Gobierno del estado de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.

De la Cruz Bretón y Parra Hake. 1981. Evaluación del comportamiento de diez especies de zacates y cinco arbustos forrajeros, sembrados en el Campo Experimental Forestal de Zonas Aridas "Todos Santos", Baja California Sur. Instituto Nacional de investigaciones Forestales. Nota informativa No.2. Feb. 1981. 2ª. Edición.

Cain S.A. y De Oveira Castro G. M. 1959. Manual of vegetation análisis. Harper & Brothers Publishers, New Cork, N. Y.

Huss D. L. y Aguirre V. E. L. 1984. Fundamentos de Manejo de Pastizales. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Departamento de Zootecnia, Monterrey, N. L. México.

Ibarra F. F. 1979. Establecimiento de costilla de vaca (Atriplex

canescens) en forma directa bajo estructuras de poseo en condiciones áridas. Monografía Técnico Científica. Vol. 5 No. 2. UAAAN. pp. 109-142.

Ibarra F.F, M. H. Martín R. y F. Ramírez M. 2004. El subsoleo como práctica de rehabilitación de praderas de zacate buffel en condición regular en la región central de Sonora, México. Técnica Pecuaria en México. 2004; 42 (1): 1-16.

Martínez Castro M. Ariel, Villanueva Díaz J. 1985. Adaptación de ecotipos de costilla de vaca (Atriplex canescens) bajo condiciones de temporal. Boletín Técnico No. 135 (CIFNE)-INIF-SF-SARH.

Sánchez Cohen I. 1985. Obtención de un modelo matemático para la optimización de la relación área de siembra área de escurrimiento en el principio de cosecha de agua de lluvia "in situ". Tesis Maestría en Ciencias. I.T.E.S.M.

Villanueva Díaz J. 1987. Establecimiento de arbustos forrajeros mediante cosecha de agua de lluvia "in situ". Memoria del taller sobre captación y aprovechamiento del agua con fines agropecuarios en zonas de escasa precipitación. SARH. INIFAP. pp. 104-124.

EVALUACION DE VARIEDADES DE ZACATE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris)* EN CURVAS A NIVEL BAJO CONDICIONES DE SECANO EN LA REGION NORTE CENTRO.

[1] Gerardo García Espino, [2]Francisco O. Carrete Carreón, [3]Pedro Andrade Sánchez, [4]Sergio A. Ortega Rodríguez y [5]Juan C. Flores Martínez.

[1]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah. geganzas@yahoo.com.mx.
[2]Investigador del Inifap-Durango. km 5 Carrtera Durango-El Mezquital, Durango, Dgo.
[3]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.
[4]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.
[5]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.

INTRODUCCION

En el norte de México existen mas de 32 millones de hectáreas de agostaderos áridos y semiáridos en condición de pobre a regular y mas de 5 millones requieren ser parcial o totalmente revegetadas a través de la siembra artificial de especies. La siembra de pastos y arbustos adaptados a las condiciones de clima y suelo de cada región, es sin lugar a dudas, la práctica más conveniente para recuperar la cubierta vegetal e incrementar la producción de forraje y carne en agostaderos. Lo anterior plantea el reto a la búsqueda de especies adecuadas que expresen al máximo su rendimiento, sin embargo, debido a las diferentes condiciones ecológicas que prevalecen en cada área o región es importante evaluar especies que se adapten, sean palatables y produzcan suficiente forraje para ser seleccionadas en programas de mejoramiento de pastizales.

ANTECEDENTES

El Zacate buffel es una gramínea originaria de África Ecuatorial, India e Indonesia, que se adapta a variadas condiciones climáticas donde puede cumplir un papel preponderante, como son regiones tropicales, templado-cálidas, o subtropical y semiáridas. En E.U.A., a partir de la década de 1950, se convirtió en uno de los principales factores del gran desarrollo ganadero del estado de Texas. En países de Centro y Sud-América ha sido una pieza fundamental en proyectos de desarrollo encaminados a aumentar la productividad de zonas de lluvias estivales y degradadas por el mal manejo del recurso pasto. En México se siembran anualmente cerca de doscientas mil ha. con esta gramínea, contando ya con mas de un millón de ha. en producción, en los estado de Sonora, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Durango, aunque también se halla en gran proporción en campos de la península de Yucatán y Quintana

Roo. (Beettle et al. 1991). Ibarra, et al. (2004) mencionan que la productividad de los agostaderos en el estado de Sonora se ha incrementado notablemente a raíz de la introducción del zacate buffel en la década de los 50's, a la fecha se estima que la planta se ha establecido en alrededor de setecientos cincuenta mil ha.

La siembra en curvas a nivel consiste en arar bandas de tierra en forma alterna siguiendo las curvas de nivel. La idea es que el agua de escurrimiento en áreas sin arar sea capturada en la banda que ha sido arada, lo que ocasiona un aumento en el agua para germinación y establecimiento de la semilla. La siembra en el área arada deberá ser hecha de acuerdo con los requerimientos previamente enlistados para la siembra, bajo una cama completamente separada (Martín, et al. 2003).

La pregunta que no ha sido contestada en el sistema de siembra en banda es: ¿Cuáles son los anchos adecuados para la banda sembrada y la banda sin sembrar? Y ¿Cuáles son las relaciones adecuadas entre el área arada y el área sin arar?. No hay duda, que esto depende de varios factores tales como: La textura del suelo, su estructura, el por ciento de pendiente, las intensidades de lluvia y la vegetación. Para nuestro conocimiento estas relaciones no han sido intensamente investigadas o al menos reportadas.

Observaciones, indican que las bandas de 10m sin arar y 10 metros arados son aplicados a pendientes de menos de 5 grados. Sin embargo, hay que admitir que estas observaciones están sujetas a duda. Este método es recomendable solamente para las áreas áridas y semiáridas. El método también, crea distribución del pastoreo problemática, así como también la capacidad de carga es mas difícilmente estimada. El ganado se concentrara en las bandas que han sido sembradas por esta razón la capacidad de pastoreo deberá basarse solamente en la cantidad de tierra sembrada y no en el área total (Sánchez, 1985; Villanueva,1987).

En áreas de matorrales de gobernadora con precipitaciones anuales menores de 250 mm. se han sembrado mezclas de pastos en franjas aguas arriba de las curvas a nivel y se ha logrado producir de 250 a 700 kg. de forraje adicional por hectárea. La siembra en franjas es de mucha ayuda en estas zonas de escasa precipitación, ya que el contar con una área de escurrimiento dos a cuatro veces mayor aguas arriba de la franja de siembra, permite disponer de mas agua para asegurar el establecimiento de las plantas.

OBJETIVOS

Evaluar diferentes variedades de zacate buffel sembradas en curvas a nivel y determinar aquellas que mejor se adapten a las condiciones ecológicas de la región Norte Centro.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se estableció en el Ejido de Paso Nacional, Nazas. Dgo, en un sitio de pastizal cuyas características de suelo y vegetación corresponden a un matorral desértico micrófilo., El clima corresponde al subtipo muy seco semicálido, con temperatura promedio de 18 ºC y precipitación de 285 mm anuales. Se evaluaron cuatro variedades de zacate buffel:

1.- T-4464

2.- Laredo

3.- Molopo

4.- Común (testigo).

Poco antes de que iniciara la temporada de lluvias se efectuó la preparación de la cama de siembra en 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 esparciendo la semilla al voleo en el área barbechada y dando después un paso de rastra de ramas para cubrir la semilla, usando una densidad de 8 Kg/ha. (el 29 de Junio del 2004).

Parámetros evaluados.- Se realizaron muestreos para determinar altura de plantas, frecuencia, densidad y producción de materia seca.

Altura.- Este parámetro se determinó tomando la altura desde la base hasta la punta de la panícula de 10 plantas escogidas al azar en cada uno de los tratamientos.

Frecuencia.- La frecuencia es definida como una expresión estadística de la presencia o ausencia de individuos en una serie de sub-muestras. En otras palabras, es la relación entre el número muestras que contiene una especie y el total del número de áreas muestreadas (Huss y Aguirre, 1984). Se obtuvo con un cuadro de 30 x 30 cm., el cual fue lanzado al azar 30 veces en cada uno de los tratamientos para ver la presencia o ausencia de zacate buffel dentro del cuadrante.

Densidad.- Densidad es el número de plantas o partes específicas de una planta por unidad de área (Caín y Castro, 1959).

Para esta variable se utilizó un cuadrante de 1 m donde se contaron todas las plantas de zacate buffel incluidas. En cada tratamiento se realizó un muestreo 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 hizo un muestreo en cada tratamiento.

Se usó un diseño de bloques al azar de 4 tratamientos con 4 repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Este trabajo fue diseñado para evaluar cuatro variedades de zacate buffel, la variedad Molopo no emergió, por lo que fue eliminada y solo se incluyeron en el análisis estadístico las restantes. Los resultados se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Altura, frecuencia, densidad y producción de materia seca en la evaluación de variedades de zacate buffel bajo condiciones de secano en la región Norte Centro.

Tratamientos	Altura (cm)	Frecuencia (%)	Densidad (Plantas/m^2)	Producción M.S. (gr/m^2)
T-4464	45.3	69.2	102	629.2
Laredo	46.8	80.0	124	719.5
Común	51.8	85.0 *	105	633.0
DMS (0.05)	12.6	8.8	50.6	280.4

* Diferencia estadística significativa.

En el cuadro1 se puede observar que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables evaluadas, excepto para frecuencia. La variedad Común, fue la que mostró el mayor promedio con un valor de 85 %. Esto nos indica que al utilizar esta variedad podemos tener una mayor presencia y distribución de plantas en las áreas resembradas.

Es importante señalar, en base a los resultados obtenidos para la producción de materia seca, que aún cuando no se encontraron diferencias estadísticas significativas, podemos utilizar estas variedades en la resiembra de agostaderos. Lo anterior en base a que se tuvieron producciones similares a la variedad Común, considerada testigo.

CONCLUSIONES

1.- Todas las variedades evaluadas pueden ser utilizadas en la resiembra de agostaderos de la región.

2.- Se recomienda evaluar un mayor número de variedades en próximos estudios.

BIBLIOGRAFIA

Beettle A. A, Jonson D.G., Navarro C.A.y Alcaraz F.R. 1991. Gramíneas de Sonora. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Gobierno del estado de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.

Cain S.A. y De Oveira Castro G. M. 1959. Manual of vegetation análisis. Harper & Brothers Publishers, New Cork, N. Y.

Huss D. L. y Aguirre V. E. L. 1984. Fundamentos de Manejo de Pastizales. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Departamento de Zootecnia, Monterrey, N. L. México.

Ibarra F.F, M. H. Martín R. y F. Ramírez M. 2004. El subsoleo como práctica de rehabilitación de praderas de zacate buffel en condición regular en la región central de Sonora, México. Técnica Pecuaria en México. 2004; 42 (1): 1-16.

Martín, R. M., F. Ibarra F., M. H. González, E. González V. y A. Ortega S. 2003. Primer simposio internacional de manejo de pastizales. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Sánchez Cohen I. 1985. Obtención de un modelo matemático para la optimización de la relación área de siembra área de escurrimiento en el principio de cosecha de agua de lluvia “in situ”. Tesis Maestría en Ciencias. I.T.E.S.M.

Villanueva Díaz J. 1987. Establecimiento de arbustos forrajeros mediante cosecha de agua de lluvia “in situ”. Memoria del taller sobre captación y aprovechamiento del agua con fines agropecuarios en zonas de escasa precipitación. SARH. INIFAP. pp. 104-124.

METODOS DE SIEMBRA E INTENSIDAD DE LABRANZA UTILIZANDO EL RODILLO EN EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE AGOSTADEROS DEGRADADOS DE LA REGION NORTE CENTRO.

[1] Gerardo García Espino, [2]Francisco O. Carrete Carreón, [3]Pedro Andrade Sánchez, [4]Sergio A. Ortega Rodríguez y [5]Juan C. Flores Martínez.

[1]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah. geganzas@yahoo.com.mx.
[2]Investigador del Inifap-Durango. km 5 Carrtera Durango-El Mezquital, Durango, Dgo.
[3]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.
[4]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.
[5]Investigador del Inifap-Celala. Blv. Jose Santos Valdez 1200 Pte, Matamoros Coah.

INTRODUCCION

En la rehabilitación de agostaderos 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. En relación a esto, en los últimos años se han desarrollado nuevas herramientas para la resiembra de pastizales como lo es el Rodillo, implemento que en predios ganaderos del norte de México y sur de Texas dado magníficos resultados sabiéndolo utilizar adecuadamente.

ANTECEDENTES

Las zonas áridas y semiáridas de México, abarcan una superficie de 84 millones de hectáreas, que representan el 42 % del territorio nacional. Estas áreas debido a sus características climáticas y edáficas tales como baja y errática precipitación, temperaturas extremosas, evaporación elevada y suelos con problemas de salinidad; no son adecuados para el desarrollo de cultivos de temporal ni para la explotación forestal rentable, pero si, fuente de alimento mas barata e importante para el ganado doméstico y la fauna silvestre.

Estos pastizales, además proveen otros usos y productos sumamente relevantes, tales como: cosecha de agua, prevención de la erosión, hábitat para la fauna silvestre, diversidad biológica del planeta, plantas con potencial de uso (industrial, medicinales y alimenticias para el

hombre, madera, etc.), minerales y oxígeno, así como espacios abiertos para la recreación en los paisajes desérticos (Villanueva 1987). Sin embargo, las prácticas tradicionales de aprovechamiento de estos recursos en el Norte de México se ha caracterizado por la sobre utilización y el mal manejo del ganado, situación que ha originado que gran parte de los mismos se encuentren degradados, poco productivos, sujetos a la erosión hídrica y eólica e invadidos por plantas indeseables para el ganado (Ibarra 1979).

Una de las vías para aumentar la productividad de agostaderos degradados consiste en realizar transformaciones. Estas orientadas a elevar la productividad, mejorar la calidad de la biomasa y restaurarla a base de cambios florísticos y de otra índole que incidan en el funcionamiento y equilibrio de la nueva fitocenosis. Estos cambios involucran el conocimiento de cada uno de los integrantes ecosistémicos del medio que se desea transformar. También es importante conocer y aplicar determinados principios y técnicas que por un lado aceleren y orienten las sucesiones naturales y por otro permitan el reemplazo total o parcial de los elementos florísticos no palatables o de baja aceptabilidad por el ganado (Olivares y Gastó, 1981). Para lograr las transformaciones se requiere resolver de una manera científica los problemas prácticos inherentes al establecimiento de la nueva fitomasa tales como especies adecuadas, métodos de establecimiento y manejo, entre otros.

El rodillo aereador de suelos es un cilindro metálico pesado que tiene dientes o cuchillas soldadas helicoidalmente a lo largo del mismo para lograr una mayo penetración en el suelo y una mayor eficiencia en el rodado, ya que este diseño permite que todo el peso del cilindro se concentre solamente en una o dos cuchillas a la vez. El implemento se engancha en la parte posterior de un buldózer y es rodado sobre la superficie del terreno que se desea rehabilitar. Este puede ser utilizado sin carga pero es preferible llenarlo con agua y/o acondicionarlo usando piedras o sacos de arena en cajas especiales soldadas sobre el implemento, para brindar mayor peso y así lograr una mayor penetración de las cuchillas en el suelo.

Generalmente, los rodillos cuentan con una sembradora la cual esta adaptada en la parte posterior del cilindro que puede ser utilizada en la siembra de especies de arbustos, zacates o una mezcla en caso de requerirse. Probablemente, una de las principales virtudes de este implemento es que puede descompactar, preparar cama de siembra mediante el trazo de pozas para captar humedad y sembrar simultáneamente en un solo paso de maquinaria.

El rodillo aereador sirve para rehabilitar agostaderos y praderas deterioradas de zacate buffel mediante la descompactacion de suelo y la captación de agua que se crea en las pequeñas pozas que resultan después de rodar el cilindro sobre la superficie del suelo. El implemento revienta el suelo sellado y rompe capas impermeables a 30 cm. debajo de la

superficie del suelo y es capaz de crear pozas de aproximadamente 20 cm. de diámetro y de 15 a 25 cm de profundidad.

Existen diversos tipos de rodillos que se han diseñado con diferentes fines para utilizarlos bajo condiciones muy variadas de suelo y vegetación, aunque los agostaderos de la región árida, generalmente, los rodillos grandes y pesados son los que han trabajado mejor. Los rodillos varían en cuanto a su diseño dimensión y peso, generalmente cada rodillo es de 3.0 m de longitud, de 75 a 120 cm de diámetro, consta de 80 a 120 cuchillas, pesa de 3 a 6 toneladas llenas de agua y requiere entre 50 y 100 caballos de fuerza para ser jalados.

El implemento puede dar vueltas rápidas en el terreno con relativa facilidad, lo que permite que se pueda seleccionar la vegetación y proteger especies deseables de árboles y machones importantes de plantas arbustivas en el rancho.

El rendimiento del rodillo es variable entre ranchos y esta en función de la topografía del terreno, tipo de vegetación, características de la maquinaria y del tipo de trabajo que se requiera para cada caso especifico. Los resultados actuales indican que el rendimiento de un paso de doble rodillo jalado por un buldózer D-5 varían de 1 hora con 20 minutos a 1 hora con 40 minutos por hectárea; por lo que el rendimiento por maquina fluctúa aproximadamente de 5 a 6 hectáreas por turno de 8 horas.

Estudios realizados para rehabilitar praderas degradadas de zacate buffel en el centro de Sonora, indican que la cantidad de agua en el suelo de las praderas descompactadas con un solo paso del rodillo fue superior durante 6 años en comparación con la de los suelos de praderas adyacentes no trabajadas. Durante el año de aplicación del rodillo, la cantidad de agua en el suelo fue 49% superior en comparación con las áreas no trabajadas y aunque esta diferencia tiende a reducirse sobre los suelos de las praderas compactadas con el rodillo continúan mostrando 27% mas agua en comparación con los suelos de las praderas no trabajadas 6 años después del tratamiento.

Seis años después de la descompactacion con el rodillo aereador, el número de plantas de buffel por metro cuadrado fue de 4.6 y 1.6, respectivamente, en las praderas tratadas y no tratadas. La cobertura basal del zacate fue 7.4 y 0.7% en las praderas tratadas y no tratadas, respectivamente, durante el mismo período. La altura del zacate buffel fue mayor durante todos los años en las praderas descompactadas y promedió 91 y 59 cm. en las praderas tratadas y no tratadas durante el mismo periodo.

La producción de forraje del zacate (base materia seca) también fue superior durante todos lo años en las praderas rehabilitadas con el rodillo en comparación con las praderas no trabajadas. La producción anual de forrajes fue 0.72 a 2.84 toneladas por hectárea siendo esta

superior en las praderas tratadas con rodillo en comparación con las praderas adyacentes no trabajadas. Las praderas rehabilitadas con rodillo produjeron anualmente un promedio de 1.87 toneladas de forraje adicional por hectárea en comparación con las praderas del buffel no trabajadas durante los 6 años del estudio, las praderas de buffel tratadas con rodillo produjeron 11.22 toneladas de forraje adicional en comparación con las praderas no trabajadas (Martín et al. 2003).

OBJETIVO

Determinar el mejor método de siembra e intensidad de labranza utilizando el rodillo en el mejoramiento y rehabilitación de agostaderos.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en un matorral micrófilo inerme del Ejido de Paso Nacional, Nazas, Dgo. Se efectuó una resiembra de zacate buffel utilizando el rodillo aplicando los siguientes tratamientos:

1).- Rodillo sin siembra.
2).- Tirando semilla y rodillo.
3.- Rodillo y tirando semilla.
4).- Rodillo, tirando semilla y rodillo.
5).- Sin siembra ni rodillo (Testigo).

Se sembró el 6 de Agosto del 2004, utilizando una densidad de 8 Kg/Ha.

Parámetros evaluados.- Se realizaron muestreos para determinar altura de plantas, frecuencia, densidad y producción de materia seca.

Altura.- Este parámetro se determinó tomando la altura desde la base hasta la punta de la panícula de 20 plantas escogidas al azar en cada uno de los tratamientos.

Frecuencia.- La frecuencia es definida como una expresión estadística de la presencia o ausencia de individuos en una serie de sub-muestras. En otras palabras, es la relación entre el número muestras que contiene una especie y el total del número de áreas muestreadas (Huss y Aguirre, 1984). Se obtuvo con un cuadro de 30 x 30 cm., el cual fue lanzado al azar 30 veces en cada uno de los tratamientos para ver la presencia o ausencia de zacate buffel dentro del cuadrante.

Densidad.- Densidad es el número de plantas o partes específicas de una planta por unidad de área (Caín y Castro,1959). Para esta variable se utilizó un cuadrante de 1 m donde se contaron

todas las plantas de zacate buffel incluidas. En cada tratamiento se realizó un muestreo 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 hizo un muestreo en cada tratamiento.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar de 5 tratamientos con 3 repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se realizaron dos análisis de varianza para el experimento. En el primero se incluyeron los cinco tratamientos planeados originalmente y en el segundo sólo aquellos que llevaron siembra. El estudio se planteó originalmente con tratamientos con y sin siembra, debido a que en algunas regiones, con sólo pasar el rodillo, se propician las condiciones adecuadas para el establecimiento del pastizal. En este caso no se tuvo producción en los tratamientos sin siembra, por lo que se decidió analizar por separado el resto de los tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Altura, frecuencia, densidad y producción de materia seca del zacate buffel en métodos de siembra e intensidad de labranza utilizando el rodillo en el mejoramiento y rehabilitación de agostaderos degradados de la región Norte Centro.

Tratamientos	Altura (cm)	Frecuencia (%)	Densidad (Plantas/m^2)	Producción M.S. (gr/m^2)
Tirando semilla y rodillo.	30.8	82.2	199	159.0 *
Rodillo y tirando semilla.	25.8	82.2	173	106.7
Rodillo, tirando semilla y rodillo.	27.0	75.6	159	75.3
DMS (0.05)	7.3	7.6	135.8	74.0

* Diferencia estadística significativa.

En el cuadro 1 se puede observar que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para la mayoría de las variables estudiadas, excepto para producción de materia seca. Los resultados muestran que el tratamiento tirando semilla y rodillo fue estadísticamente superior con una producción de 159.0 gr/m^2. Rodillo y tirando semilla (75.3 gr/m^2) y rodillo, tirando semilla y rodillo (106.7 gr/m^2), resultaron estadísticamente iguales.

CONCLUSIONES

1.- Las condiciones ecológicas de la región no son propicias para el establecimiento de un pastizal, sin previa siembra utilizando el rodillo.

2.- De los cinco tratamientos probados tirar la semilla y rodillo, es el mas recomendable.

3.- Es factible mejorar y rehabilitar los agostaderos degradados de la región utilizando la tecnología aquí generada.

4.- Es necesario realizar futuros estudios para determinar el efecto de las resiembras utilizando el rodillo, en las características edáficas y la vegetación nativa.

BIBLIOGRAFIA

Cain S.A. y De Oveira Castro G. M. 1959. Manual of vegetation análisis. Harper & Brothers Publishers, New Cork, N. Y.

Huss D. L. y Aguirre V. E. L. 1984. Fundamentos de Manejo de Pastizales. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Departamento de Zootecnia, Monterrey, N. L. México.

Ibarra F. F. 1979. Establecimiento de costilla de vaca (Atriplex canescens) en forma directa bajo estructuras de poseo en condiciones áridas. Monografía Técnico Científica. Vol. 5 No. 2. UAAAN. pp. 109-142.

Martín, R. M., F. Ibarra F., M. H. González, E. González V. y A. Ortega S. 2003. Primer simposio internacional de manejo de pastizales. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Olivares E., A. y J. Gastó C. 1981. Atriplex. Organización de ecosistema con arbustos forrajeros. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Forestales. 300 p.

Villanueva Díaz J. 1987. Establecimiento de arbustos forrajeros mediante cosecha de agua de lluvia “in situ”. Memoria del taller sobre captación y aprovechamiento del agua con fines agropecuarios en zonas de escasa precipitación. SARH. INIFAP. pp. 104-124.

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE HUMEDAD Y SU INTERACCION CON ESTIÉRCOL CAPRINO EN NOPAL (Opuntia spp) FORRAJERO

José Antonio Chavarría Galicia, Enrique Salazar Sosa, Manuel Fortis Hernández, Leopoldo García Galindo, José Alfredo Montemayor Trejo

Instituto Tecnológico de Torreón
Carretera Torrreón-San Pedro Km. 7.5, Torreón, Coahuila.
E-mail: crita10@mixmail.com Tel: (871) 750-71-99

INTRODUCCION

El nopal se localiza en todo el Continente Americano, es una planta rustica que responde favorablemente a la aplicación de estiércol y fertilizante químico, su costo de producción es muy bajo ya que requiere poco manejo y poca agua para satisfacer sus necesidades hídricas, en condiciones de temporal la precipitación mínima que requiere es de 200 mm por año. Sin embargo si se requiere para producción de tuna, forraje o verdura la cantidad requerida es mayor. En la Comarca Lagunera el nopal se maneja como huertos de traspatio para verdura y forraje ya que el nopal como forraje proporciona fibra y agua que son indispensables en la época de sequía para el ganado en pastoreo, esta cualidad es muy importante en esta región árida. El estiércol contiene compuestos orgánicos de fácil descomposición, al incorporarse estiércol al suelo se aumenta la actividad biológica, las propiedades físicas y químicas del suelo, e incrementa la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Castellanos 1982), estas condiciones son influenciadas por los factores como la temperatura, humedad del suelo, aireación del suelo, relación C/N y un manejo adecuado de dosis de estiércol.

En la Comarca Lagunera el estiércol es altamente salino (20-50 kg de sal por tonelada de estiércol) debido a la calidad nutritiva de las dietas que se les dá al ganado lechero por eso se debe tener cuidado en el manejo y aplicación de dosis ya que al cultivo se debe aplicar únicamente lo requerido para su nutrición, es por esto que en esta investigación se busca encontrar la mejor dosis de estiércol caprino o fertilizante químico en la interacción con volumen de agua aplicada por planta. El estiércol esta compuesto de material sólido (excremento) y liquido (orina), en el excremento sólido encontramos de un 25% o mas de nitrógeno y este cuando esta como proteína sintetizada y es aplicado al suelo es rápidamente destruido y aprovechado por las plantas, los nutrientes que contiene y que han sido digeridos y excretados por el animal estos son solubles y son directamente aprovechables por las plantas. Muchos factores influyen en la cantidad y composición de la producción en un estiércol como la clase, edad, condiciones, la leche producida o el trabajo efectuado del animal y la clase y la cantidad

de alimento consumido. Un alimento mientras mas digerible sea mayor es la proporción de nutrientes para las plantas (Millar et al 1982). El estiércol para los suelos deficientes en materia orgánica es un magnifico mejorador de las condiciones físicas del suelo, el beneficio se observa a largo plazo ya que la mineralización se acumula a través de los años por el efecto residual (Castellanos 1980) El nopal se encuentra ampliamente establecido y distribuido en huertos hortícolas de traspatio a nivel ejidal en la comarca lagunera teniendo un rendimiento que varia entre los 50 Kg. a 2.5 t ha^{-1}. Esta actividad representa un papel importante en la economía del agricultor. El nopal se encuentra distribuido prácticamente en casi toda la republica su costo de producción es muy bajo, para los animales como forraje es de gran beneficio la cantidad de agua y fibra que contiene el nopal evita que se mueran de sed y hambre en épocas de sequía los animales.

El nopal al año consume 60 litros de agua, un exceso afecta en el desarrollo, provoca pudriciones o generación excesiva de cladodios en plantas vigorosas pero sin frutos. En condiciones de temporal la precipitación mínima es de 200 mm por año y para las plantaciones comerciales 600 mm año cuando mínimo. En la comarca lagunera se tienen mas de 400, 000 cabezas de ganado caprino los cuales generan cerca de 400 000 kg de estiércol diariamente; es poco el uso y manejo adecuado que se le da a este estiércol. Por lo anterior el principal objetivo de este trabajo es generar tecnología práctica sobre la dosis mas adecuada de estiércol en la región y sus ventajas y desventajas con respecto a la aplicación con fertilizantes químicos y como estos interactúan con diferentes volúmenes de agua. Los resultados de investigación aquí presentados corresponden al tercer año de estar aplicando estiércol caprino y fertilizante químico en el mismo sitio.

MATERIALES Y MËTODOS

La investigación se llevó a acabo en el campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y de Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado. de Durango (CAE-FAZ-UJED) ubicado en el Km. 30 de la carretera Gomes Palacio Tlahualilo, Dgo., a inmediación del ejido Venecia, Dgo. Su localización geográfica es de 25º 40'30"Latitud Norte. Y 102º40'30" Longitud Oeste. Características Climatologiítas Según Thornwaite el clima es árido con lluvias escasas en todas las estaciones del año con una precipitación media anual de 248 mm donde normalmente los eventos lluviosos se presentan en los meses de Junio a Septiembre, la temperatura media anual es de 20.7 º C. La variedad de nopal estudiado es la Lisa forrajera pues ha mostrado buena respuesta en cuanto a su aclimatación, desarrollo y producción dentro de la región lagunera esta variedad es altamente resistente a sequías y a bajas temperaturas de hasta de 10º bajo cero y es un medio alternativo para forraje de animales de época de sequía.

Cuadro 1. Tratamientos estudiados de estiércol y niveles de agua en nopal Alfa Forrajero. 2002.

Tratamiento	Estiércol / fertilizante (ton ha^{-1})	Volumen de agua (litros)
1	Testigo	10 , 20, 30
2	40 estiércol	10 , 20, 30
3	80 estiércol	10 , 20, 30
4	120esriercol	10 , 20, 30
5	40-80-00 fertilizante	10 , 20, 30
6	80-80-00 fertilizante	10 , 20, 30
7	120-80-00 fertilizante	10 , 20, 30
8	40-160-00 fertilizante	10 , 20, 30
9	80-160-00 fertilizante	10 , 20, 30
10	120-160-00 fertilizarte	10 , 20, 30

El diseño experimental fue el de bloques al azar con arreglo en franjas con 10 tratamientos y 3 repeticiones. Las características del suelo que presenta la parcela experimental es del tipo migajón arcilloso, la clasificación se realizo de acuerdo al triangulo de textura propuesto por USDA. El análisis químico presentó un pH moderadamente alcalino, una conductividad eléctrica normal, el contenido de carbonatos insolubles es moderadamente alto (Meléndez 1999). Se tomaron muestras de suelo un día antes del riego y 8 días después de cada riego para determinar el grado de humedad y para determinar el grado de biodegradación se realizaron muestreos a los 6 meses y a los 12 meses, estas muestras se analizaron en el laboratorio para determinar: Textura, Capacidad de campo (C. C), Punto de Marchitez permanente (P. M. P.), Humedad aprovechable o agua disponible (H. A), Densidad aparente, Potencial hidrogeno (PH), Materia Orgánica (M. O.), Carbonatos insolubles, Conductividad Eléctrica (C. E.), Cationes y aniones Solubles (Ca++, Mg++, Na+, K+, CO^3,HCO^3,SO_4,Y Cl), Porcentaje de sodio intercambiable (P S I), en planta se midió rendimiento, numero de cladodios, área foliar y análisis bromatológico. La aplicación de estiércol se hizo al voleo y con las labores culturales se incorporó el estiércol al suelo. Una recomendación que se siguió fue no aplicar el estiércol cerca de la planta ya que le quema los tejidos y se puede presentar la pudrición de la planta. Se realizaron escardas dentro del área mensualmente para disminuir la compactación del suelo y aumentar la aireación del mismo. El método estadístico que se utilizó para el cálculo de los datos que se obtuvieron fue el correspondiente al diseño de bloques al azar con arreglo en franjas.

RESULTADOS Y DISCUSIÖN

La figura 1, muestra el promedio de rendimiento de ton ha^{-1} en donde el estiércol caprino es el mas sobresaliente con 120 ton ha^{-1} y 20 L de agua por planta por mes presentando un promedio de 57.57 ton ha^{-1}. El tratamiento que le sigue es el de fertilizante químico 40-80-00 kg

ha^{-1} y 30 L por planta por mes de volumen de agua aplicada con un peso promedio de 36.51 ton ha^{-1}, entre estos tratamientos hay una diferencia de 36.6 %. Borrego y Burgos, 1986; Rodríguez y Nava, 1998, mencionan que el nopal a mayor densidad mayor producción, en el estudio que realizaron fue con una densidad de 40 mil planta ha^{-1}, con dos cortes al año, con una aplicación de 100 kg de estiércol y 200 kg ha^{-1} de fertilizante químico, obteniendo una producción de hasta 400 ton ha^{-1}.

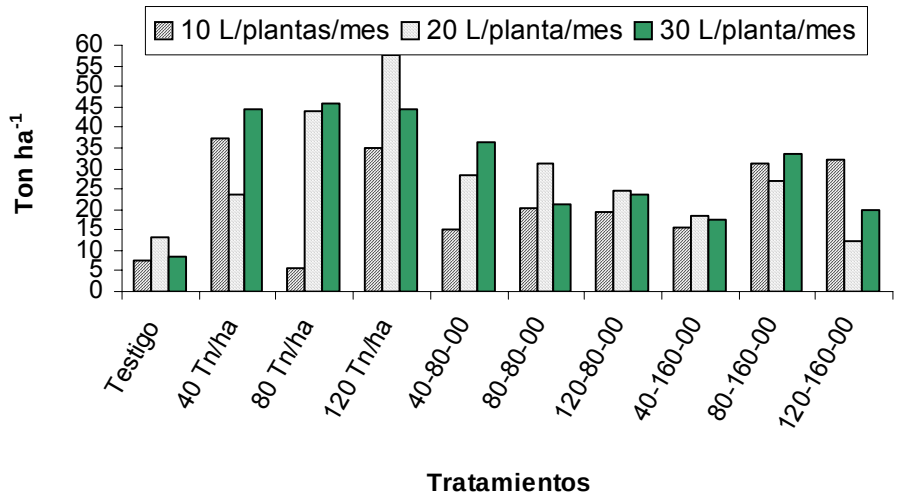


Figura 1. Producción en t ha^{-1} de nopal para el factor estiércol y fertilizante químico.

En la figura 2 se muestra el promedio de número de cladodios ha^{-1} en donde el estiércol caprino es el mas sobresaliente con 120 ton ha^{-1} y 30 L por planta por mes de volumen de agua aplicada, presentando un promedio de 32 cladodios por planta. El tratamiento de fertilizante químico que le sigue es el 80-80-00 kg ha^{-1} y 20 L por planta por mes de volumen de agua aplicada. En general los tratamientos de estiércol caprino respondieron de una forma adecuada superando a los de fertilizante químico y al testigo en cuanto a rendimiento en ton ha^{-1} y en número de cladodios al tercer año de haber sido aplicado. García, 1973; Borrego y Burgos, 1986; Rodríguez y Nava, 1998; Borrego y Murillo, 2000; INIFAP-ACERCA, 1999. al aplicar estiércol y fertilizante químico obtuvieron buenos y excelentes resultados, con densidades mayores que las utilizadas en este experimento.

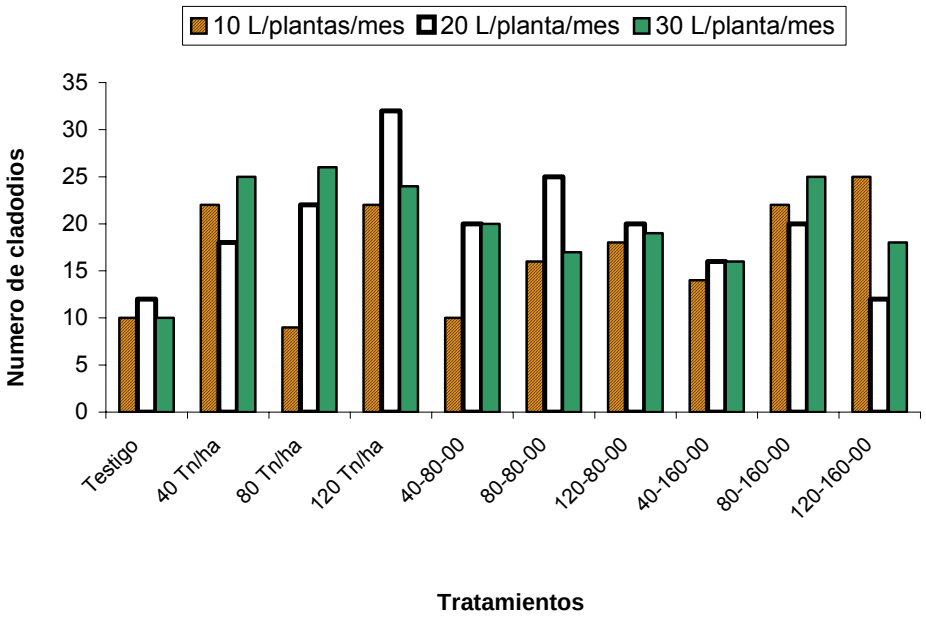


Figura 2. Numero de cladodios para el factor estiércol y fertilizante químico.

La tendencia que se muestra en las áreas vegetativas de los cladodios en los tratamientos en las diferentes fechas de medición se observa una tendencia regular, en la fecha 28 de mayo, en la Figura 3 se observa que el tratamiento de 40 ton ha^{-1}estiércol es el del promedio mas alto con 202.3 cm^2 de área vegetativa; en la fecha 14 de octubre el tratamiento de estiércol caprino con 40 ton ha^{-1} muestra el promedio mas alto con 139.3 cm^2.

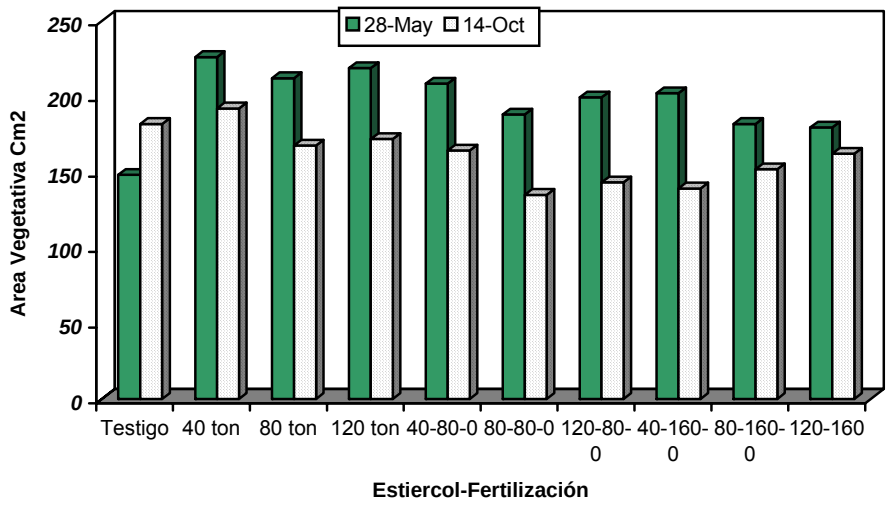


Figura 3. Área vegetativa para el factor estiércol y fertilizante químico.

En el suelo los análisis mostraron una clara tendencia en el aumento de materia orgánica y conductividad eléctrica, así como en la concentración del Ion sodio especialmente en los tratamientos de estiércol caprino, se observan los datos de los parámetros de suelo analizado antes y después de aplicar el estiércol. En lo referente a pH no hay cambios considerables, pero si con respecto a magnesio, calcio y nitratos. Esto refleja el efecto de la aplicación de estiércol después del 4º año en que se inició el estudio, considerándose en nitratos, sodio y conductividad eléctrica que los valores encontrados rebasan los limites permisibles por lo que un cuidado especial se debe de tener con aplicaciones continuas de estiércol a dosis de 80 y 120 ton ha^{-1}.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos pudimos concluir que el nopal forrajero (Lisa forrajera) responde adecuadamente a la aplicación de estiércol caprino en donde el tratamiento de 120 ton ha^{-1} presenta los mayores rendimientos en ton ha^{-1} y en número de cladodios en comparación al fertilizante químico y al testigo. Las propiedades físicas del suelo analizadas presentaron un mejoramiento a la aplicación de estiércol caprino (120 ton ha^{-1}). Las propiedades químicas del suelo (Ca, Mg, Na, NO3, pH y MO) analizadas presentaron mayor concentración en los tratamientos de estiércol caprino (80 y 120 ton ha^{-1})

Estos valores rebasan los limites permisibles, por lo que se deberá tener cuidado con la aplicación continua (por año) de estas dosis, es mejor iniciar con 80-120 ton ha^{-1} el primer año

y posteriormente disminuir la dosis de acuerdo a un análisis detallado de suelo. El análisis del área vegetativa y el número de cladodios el tratamiento de 40, 80 y 120 ton ha^{-1} de estiércol caprino sobresalen del fertilizante químico y del testigo.

La planta (cladodios) en su análisis bromatológico presento niveles altos de nutriente en sus tratamientos, en donde sobresale el fertilizante químico con 80-80-00, 40-160-00 y 120-160-00 kg ha^{-1} ,en comparación con los de estiércol caprino no hay una diferencia amplia. El tratamiento de 120 ton ha^{-1} de estiércol caprino fue el que presento mayor retención de humedad en el suelo en comparación al de fertilizante químico y al testigo.

BIBLIOGRAFIA.

Borrego, E. F. y Burgos, V. N. 1986. El Nopal UAAAN de Saltillo.

Borrego, E. F. y Murillo, S. M. 2000. Produzca y consuma nopal para verdura todo el año. INIFAP, SAGAR, SFA. Artículo Informativo No. 5.

Castellanos, R.J.Z.y Reyes C.J.I., 1982. La utilización de los estiércoles en la agricultura. Publicación especial. IATEM.

Meléndez M.O.R 1999. Efecto de la biodegradación de estiércol de caprino comparando con la fertilización mineral en el desarrollo radical y producción del nopal.

Salazar, Sosa E., Leos, Rodríguez, J. A., Fortis, Hernández M. y Vázquez, Vázquez .C. 2002 (a). Nitrogen recovery and uptake by Wheat and Sorghum in stubble mulch and no tillage systems. Agrociencia 36: 433-440. 2002. México.

Salazar, Sosa, E 1998. Mineralización y Distribución del Nitrógeno a través de la zona radicular en dos sistemas de labranza bajo condiciones de campo. TERRA. 16: 2: 163-172.

Rodríguez, S. E. y Nava, C. A. 1998. Nopal " Riqueza Arqueológica de México". SEP-SEIT-DGETA.

Rubio, D.M 1977.La utilización del estiércol en la agricultura y su uso potencial en la comarca lagunera .Seminarios técnicos vol. 4, num 5, CIAN, pp 14-19.

Zúñiga, T. R., Cueto W. J.A, Olivares S. E. y Salazar S. E. 2002. Crecimiento radical de nopal con diferentes dosis de nitrógeno en hidroponía. Terra 21:41-45.

ORDENAMIENTO VEGETAL CON BASE A GRADOS DE CONDICIÓN PRECIBIDOS EN UNA SABANA DEL ESTADO DE DURANGO

Jesús José Quiñones Vera[1], Edmundo Castellanos Pérez[1], Celso Manuel Valencia Castro[1], Teodoro Sánchez Olvera[1] y Juan José Martínez Ríos[1].

1 Universidad Juárez del estado de Durango-Facultad de Agricultura y Zootecnia-División de Estudios de Posgrado. Aparatado 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 *et al*. 2004). La COTECOCA (1979) ubica en estas áreas del estado de Durango varios sitios de pastizal halófilo, desde abierto a arbosufrutescente, con dominancia de *Sporobolus airoides* y/o *Hilaria mutica* en el estrato herbáceo y, el mezquite (*Prosopis* spp.) en el arbustivo.

Las características topográficas, de suelos y vegetación de éstas las hacen áreas claves de utilización, tanto para ganadería como para actividades agrícolas, por lo que son también las más impactadas. Delhoume (1987) señala que, los suelos de éstas son potencialmente productivos, pero que han perdido sus características hidrodinámicas, tanto laterales como verticales, como un estado extremo de degradación, que parece además irreversible. Esto con seguridad ha propiciado el cruce de umbrales, hacia estados donde el solo alivio de los factores de disturbio no conduce a su restauración.

En este modelo relativamente nuevo de sucesión, la identificación de los estados y transiciones es importante para la planeación del manejo y restauración de los ecosistemas de pastizal. Si bien Ellison *et al*. (1951) consideran que la estabilidad del suelo deberá constituir la característica fundamental de su estado, los cambios en la estructura fisonómica y/o composición de especies vegetales proveen una evidencia inmediata del cambio en el ecosistema (Johnson y Mayeux 1992, Quiñones 1999).

OBJETIVO

Establecer la distribución de especies vegetales en estados de condición de una sabana *Prosopis-Sporobolus* en el estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en áreas de bajíos del ejido Santa Librada, Mapimí, Dgo., durante los meses de Octubre a Diciembre de 2004. En cada uno de dos puntos del bajío

se localizaron 4 tipos de parches de vegetación: dos de Sabana *Prosopis-Sporobolus* (con diferente proporción de zacates), uno de Mogote *Prosopis laevigata* y uno de matorral *Larrea-Flourensia*.

En cada uno de éstos se ubicaron tres parcelas de 1000 m^2 c/u, en las que se colocaron tres líneas de 30 m de longitud, paralelas entre sí y a la pendiente del terreno. Estas se utilizaron como líneas de intercepción para determinar la cobertura aérea de las especies vegetales y, como línea de puntos para la cobertura basal de las herbáceas. En los extremos y centro de la línea se ubicaron cuadrantes de 0.25 m^2, en los que se cortó a ras de suelo el material herbáceo, que ya seco se pesó. Se corrió una prueba de infiltración por línea, usando un infiltró metro de doble anillo. Se realizó un análisis directo de gradientes mediante el Análisis de Correspondencia Canónica de CANOCO ver 4.0 para establecer la relación entre la variación en la cobertura aérea de las especies vegetales y las otras variables: proporción de suelo desnudo (PSEUD), materia orgánica sobre el suelo (PMO), Cobertura basal de las herbáceas (PCOBB), tasa de infiltración promedio (TINFP), tasas de infiltración inicial (TINFI) y final (TINFF), la biomasa herbácea sobre suelo (PRODP) y la cobertura aérea total por línea (COBAT).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en el Cuadro 1, los altos valores de desviación estándar en las variables indican una amplia variación en el sitio, aunque con valores promedio relativamente altos de cobertura de suelo (aérea, basal y mantillo), buenas tasas de infiltración, considerando la textura del suelo (Franco-arcillosos) y su estructura (blocosa-angular) (Cotecoca 1979) y, un promedio de producción de fitomasa forrajera en pié por encima de registrado para este sitio, en una condición buena y precipitación pluvial normal (Cotecoca 1979).

Con excepción de la proporción de suelo desnudo, que se relacionó en forma negativa con el resto de las variables, en general, las correlaciones entre las variables fueron bajas y positivas (Cuadro 2). Los valores más altos ocurrieron entre las tasas de infiltración, como era esperado, aunque también un valor alto y negativo tomó la relación entre el mantillo y la proporción de suelo desnudo. Valores intermedios se presentaron entre la cobertura basal y la producción de biomasa herbácea (relacionadas positivamente debido a la presencia de las gramíneas), entre la cobertura total y la proporción de suelo desnudo y, negativa entre la cobertura aérea total y la proporción de suelo desnudo. Aunque con valores de correlación muy bajos, ocurrió una relación negativa de la cobertura basal con el mantillo orgánico y la tasa de infiltración final.

CUADRO 1. MEDIAS PONDERADAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO EN UN SITIO DE SABANA *Prosopis – Sporobolus* EN BAJÍOS DEL ESTADO DE DURANGO. 2004.

Variables 1/	Media	DE	n
PSUED (%)	47.11	22.95	72
PMO (%)	43.25	21.10	72
PCOBB (%)	8.54	12.75	72
TINFP (cm h^{-1})	28.18	16.53	72
TINFI (cm h^{-1})	68.96	44.49	72
TINFF (cm h^{-1})	11.07	7.35	72
PRODP (g 0.25 m^{-2})	40.18	36.55	216
COBAT (m 30 m^{-1})	12.56	7.35	72

PSEUD = suelo desnudo: PMO = Materia orgánica sobre suelo: PCOBB = Cobertura basal: TINFP = Tasa de infiltración promedio: TINFI = Tasa de infiltración inicial; TINFF = Tasa de infiltración final: PRODP = Fitomasa herbácea sobre suelo; COBAT = Cobertura vegetal aérea total

CUDRO 2. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN PONDERADA ENTRE LAS VARIABLES EN ESTUDIO EN UN SITIO DE SABANA *Prosopis - Sporobolus* EN BAJÍOS DEL ESTADO DE DURANGO. 2004.

Var.1/	PSEUD	PMO	PCOBB	TINFP	TINFI	TINFF	PRODP	COBAT
PSEUD	1.000							
PMO	-.828	1.000						
PCOBB	-.455	-.082	1.000					
TINFP	-.209	0.178	0.093	1.000				
TINFI	-.233	0.195	0.168	0.909	1.000			
TINFF	-.103	0.133	-.054	0.854	0.609	1.000		
PRODP	-.390	0.131	0.555	0.279	0.300	0.171	1.000	
COBAT	-.560	0.393	0.384	0.098	0.103	0.018	0.472	1.000

PSEUD (%) = Suelo desnudo; PMO (%) = Materia orgánica sobre suelo; PCOBB (%) = Cobertura basal; TINFP (cm h^{-1}) = Tasa de infiltración promedio; TINFI (cm h^{-1}) = Tasa de infiltración inicial; TINFF (cm h^{-1}) = Tasa de infiltración final; PRODP (g 0.25 m^{-2}) = Fitomasa aérea; COBAT (m 30 m^{-1}) = Cobertura vegetal aérea total

Estas relaciones se observan también en las flechas que representan a las variables en la Figura 1, la cual corresponde a los dos primeros ejes sintéticos de ordenación. Estos últimos explican el 72.2 % de la varianza acumulada en la relación especies-ambiente, con valores característicos de .362 y .277, para el primero y segundo eje, respectivamente. La magnitud de los últimos denotan gradientes relativamente suaves, tal vez por la falta de una clara separación entre los nichos de la especies, lo cual confirma en parte la suposición de un mismo sitio de pastizal (Quiñones *et al*. 2004).

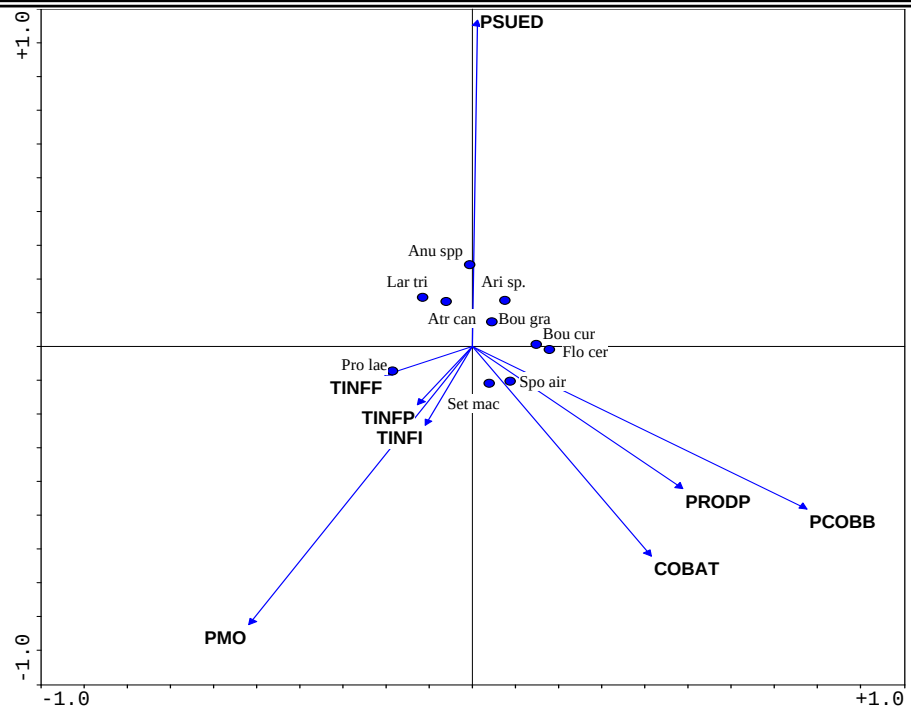


Figura 1. Ordenamiento de especies vegetales y variables de ordenación en una sabana *Prosopis – Sporobolus* en el estado de Durango. 2004

En la Figura anterior, la proyección de las flechas de las variables sobre los ejes de ordenación muestra la importancia de éstas en el eje respectivo y, por consiguiente sobre la abundancia de las especies. De esta manera, en el primer eje, la cobertura basal, el mantillo orgánico y la biomasa forrajera en pié son las principales variables, mientras que en el segundo, la proporción de suelo desnudo, el mantillo orgánico y la cobertura aérea total constituyen las variables de mayor peso. Las tasas de infiltración presentaron poco efecto en la ordenación de las especies. Considerando las especies vegetales de mayor significación en la ordenación, la gramínea *Sporobolus airoides* se ubicó en las parcelas con la mayor cobertura basal y producción de biomasa forrajera, una buena cobertura aérea y, por consiguiente, baja proporción de suelo desnudo, aunque una proporción intermedia de mantillo sobre suelo. El mezquite (*Prosopis laevigata*) se encontró en las unidades de muestreo con la mayor cantidad de mantillo orgánico y valor alto de cobertura aérea, por lo que presentaron un valor bajo para suelo desnudo, pero también baja cobertura basal y producción de forraje herbáceo.

Otras gramíneas como *Bouteloua gracilis, B. curtipendula y Aristida sp* se encontraron en áreas con la menor cobertura por mantillo orgánico de todos los parches y valores bajos de cobertura aérea total, por lo que la proporción de suelo desnudo fue alta, aunque la cobertura basal y la producción de forraje fue solamente menor en promedio que la

de las unidades de muestreo donde dominó *S. airoides*. Por su parte la gobernadora (*Larrea tridentata)*, chamizo (*Atriplex canescens)* y las anuales se ubicaron en las áreas con los valores más bajos de cobertura (basal y aérea), producción de forraje y, consecuentemente, los valores más altos de suelo desnudo.

Lo anterior parece indicar un patrón de sucesión regresiva de comunidades con los estados más bajos en los parches dominados por mezquite y otras arbustivas como la gobernadora y el hojasén (*Flourensia cernua*). Archer (1989) en sabanas de mezquite consideró solamente dos dominios, zacatal y matorral, separados por un umbral de cambio y varios estados de transición. Sin embargo, en el presente estudio parece seguir dos rutas diferentes hacia estados bastante estables y, por consiguiente cruzando más de un umbral.

El punto de partida para el Cuadro 3 fue la organización de los ocho parches estudiados por cobertura aérea de *S. airoides*, la cual varió de 60.5 % a 0 %. Este orden ajustó con la puntuación de grados de condición basada en las Guías Cotecoca (1979), desde "Buena" a "Muy Pobre". Del resto de variables consideradas en el cuadro anterior, solamente la cobertura basal presentó una buena concordancia con este ordenamiento.

CUADRO 3. VALORES DE COBERTURA AÉREA PARA LAS PRINCIPALES ESPECIES VEGETALES Y VARIABLES DE CARACTEROIZACIÓN EN OCHO PARCHES EN UN SITIO DE SABANA Prosopis – Sporobolus EN BAJÍOS DEL ESTADO DE DURANGO. 2004.

Variable		Sabana I		Sabana II		Matorral P.		Matorral E.	
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Spo air	1 /	60.5	57.9	26.7	15.6	14.6	6.5	5.0	0.0
Pro lae	1/	21.0	15.7	18.5	24.9	1.2	3.7	65.6	70.1
Flo cer	1/	3.9	17.0	14.1	0.0	74.1	24.3	0.0	4.6
Lar tri	1/	2.2	0.6	24.1	2.7	7.0	12.4	12.4	12.2
COBAT	(%)	24.4	19.5	9.1	6.5	11.8	13.0	2.3	12.7
PSD	(%)	15.4	37.7	62.4	76.3	40.3	60.2	42.5	45.1
PMO	(%)	66.7	52.5	32.1	23.7	28.2	29.6	57.5	54.1
PCOBB	(%)	18.0	9.8	0.0	5.5	11.5	1.9	0.0	0.8
PRODG	2/	100.1	34.4	20.4	13.8	16.0	11.7	0.0	10.9
PRODS	3/	91.4	29.7	13.9	7.3	3.5	0.0	0.0	8.6
PGC	4/	65.1	58.0	31.7	21.8	14.6	7.0	5.0	0.0
TINFP	5/	37.2	19.3	18.4	26.7	29.6	18.2	25.2	41.3

1/ Cobertura aérea (%) 2/ Producción gramíneas (g MS 0.25 m^{-2}); 3/ Producción *S. airoides* (g MS 0.25 m^{-2}); 4/ Puntuación grados de condición con base a Guías Cotecoca; 5/ Tasa de Infiltración Promedio (cm h^{-1})

En este cuadro, el mezquite parece seguir dos tendencias, una hacia la disminución, la cual llega a sus valores más bajos en el matorral parvifolio de *Flourensia-Larrea* y, que quizás sea una respuesta al desmonte y cultivo de secano y, otra hacia el incremento de esta especie (matorral espinoso), en áreas a orillas de arroyos y/o áreas que por el mismo incremento en la red de drenaje quedan sin escurrimientos superficiales, salvo en años con el mayor volumen de avenidas, lo cual se aprecia en la misma acumulación de mantillo orgánico sobre el suelo.

En el caso de matorral parvifolio, se observa el incremento de sus especies dominantes con el deterioro del sitio, que tienden a estabilizarse en niveles intermedios a altos de deterioro.

En general, el parche con la mejor condición detectada, salvo para tasa de infiltración promedio de agua, presentó los valores más altos de cobertura total, mantillo orgánico, biomasa forrajera en pié, y de cobertura basal y, los valores más bajos de suelo desnudo. Sin embargo, en el mogote de mezquite ocurrieron las tasas promedio de infiltración de agua.

CONCLUSIONES

Con base a la distribución de las especies, se detectaron dos gradientes principales en la sabana *Prosopis-Sporobolus*, los cuales parecen definir dos rutas diferentes de retrogresión en este sitio ecológico.

BIBLIOGRAFÍA

Archer, S. 1989. Have southern Texas savannas been converted to woodland in recent history? Amer. Natur. 134:545-561.

COTECOCA. 1979. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Durango. SARH. 301 pp.

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.

Ellison, L.A.R. Croft, and R.W. Bailey. 1951. Indicators of condition and trend on high range-watersheds of the Intermountain range. USDA agric. Handbook No. 19. 66 pp.

Johnson, H.B., and H.S. Mayeux. 1992. Viewpoint: A view on species additions and deletion and the balance of nature. J. Range Manage. 45(4): 322-333.

Quiñones, V.J.J. 1999. Evaluación y análisis de sitios de pastizal y su condición ecológica en un matorral árido del norte de México. Disertación Doctoral. UACH-FZ-DEP. 198 pp.

Quiñones, V.J.J., U.N. Gutiérrez G., C.M. Valencia C., y J.J. Martínez R. 2004. Relaciones suelo-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.

NITRÓGENO UREICO SANGUÍNEO EN CABRAS JÓVENES ALIMENTADOS CON RESIDUOS AGRÍCOLAS AMONIFICADOS Y SUPLEMENTADAS CON PROTEÍNA

J. Santos Serrato Corona*, Ignacio Gallardo Palacios, y Sergio Avitia Cabello
Facultad de Agricultura y Zootecnia – UJED. Ej. Venecia, Dgo.
sserratoc@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitantes de los principales sistemas caprinos en la región es la baja disponibilidad de forraje por lo que los productores se ven obligados a utilizar prácticamente cualquier fuente de nutrientes para su ganado. La utilización de residuos agrícolas a nivel regional continúa siendo una alternativa para proporcionar nutrientes al ganado durante épocas de escasez de forraje. Sin embargo, la calidad de los esquilmos agrícolas es muy limitada, su contenido de proteína es regularmente inferior a 6% (Males, 1987), su concentración de fibra neutro y ácido detergente son superiores a 60 y 40% respectivamente, el contenido de carbohidratos soluble es limitado y su digestibilidad raramente supera el 50% (Klopfenstein, 1978), por lo que el tratamiento físico, químico y la suplementación con nutrientes críticos son prácticamente una necesidad cuando se utilizan dichos residuos como única fuente de nutrientes. Watson y Norton (1982) reportan que la adaptación fisiológica de los caprinos a forrajes de baja calidad se debe en parte a su capacidad de retener partículas de alimento por un periodo mas prolongado que los bovinos y ovinos y mantener mayores niveles de amoniaco ruminal que es esencial para un desdoblamiento mas efectivo de la celulosa por los microorganismos del rumen. Un indicador de la eficiencia del metabolismo de los compuestos nitrogenados en los rumiantes es la concentración de nitrógeno ureico en la sangre. Investigaciones realizadas por Lewis et al. (1981) y Yen et al. (1986a) indican que la determinación de urea en sangre puede ser utilizado para estimar los requerimientos de proteína de una manera efectiva, por lo que se realizó un experimento con el objetivo de determinar la concentración de nitrógeno ureico en sangre de caprinos alimentados con una dieta a base de residuos de cosecha amonificados y suplementadas con diferentes niveles de proteína.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Exp. 1 se utilizaron 11 cabras criollas con un peso inicial de 13.45± kg. Los tratamientos consistieron en ofrecer una dieta a base de rastrojo de maíz amonificado, al 2% de materia seca en base a su peso vivo y cantidades crecientes de suplemento (50% de PC; 60%

proteína degradable en rumen) (Cuadro 1). Los animales del grupo (BPS) recibieron la dieta basal + 25 gramos del suplemento; las cabras del grupo (MPS) se les ofreció la dieta basal + 50 gramos del suplemento, las cabras del grupo (APS) recibieron la dieta basal + 75 gramos de suplemento.

En el Exp. 2 se utilizaron nueve cabras jóvenes con un peso inicial de 16.58±.35 kg encastadas de la raza Alpina. Los tratamientos consistieron en utilizar una dieta basal de paja de fríjol amonificada (66%) y sin amonificar (33%) a un nivel del 2 % de materia seca en base a su peso vivo y diferentes cantidades de suplemento (Cuadro 1). Al grupo control (C) se le ofreció solamente paja de fríjol aminificada y sin amonificar; al grupo suplementado con un bajo nivel de proteína (BSUP) se le proporcionó la dieta basal + 50 g de suplemento; al grupo suplementado con un alto nivel de proteína (ASUP) se le ofreció la dieta basal + 100 g de suplemento.

En ambos experimentos las cabras se distribuyeron completamente al azar en uno de los tratamientos. La dieta basal, los suplementos y agua limpia se ofrecerán a las cabras en forma individual diariamente. La recolección de los residuos de cosecha se realizó inmediatamente después de la cosecha de Primavera-Verano del 2002, los subproductos fueron molidos en un molino de martillos utilizando una malla de 2 cm de diámetro. La amonificación se realizo utilizando 3% de urea en base a la materia seca del esquilmo. La urea se disolvió utilizando una proporción de .5 l de agua por cada kilogramo de materia seca del forraje. Dicho proceso duro dos semanas. Durante el periodo experimental se colectaron submuestras de forraje cada semana para formar una muestra compuesta a la cual se le determinó el contenido de materia seca y nitrógeno.

La determinación de la concentración de urea en la sangre se utilizó como un indicador del metabolismo de los compuestos nitrogenados. La colección de las muestras de sangre se realizó al final del periodo experimental, antes de ofrecer los suplementos y posteriormente cada hora durante un periodo de 6 horas. Con tubos al vacío se colectaran 10 ml, los cuales se centrifugarán antes de media hora después de la colección a 3500/g, durante 20 min a temperatura ambiente, el suero colectado se almacenó a -5°C, hasta su análisis correspondiente.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza utilizando un análisis de medidas repetidas (SAS Inst. Inc., Cary, NC. 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Exp. 1. La concentración de urea en sangre no fue influenciada (P = .48) por los tratamientos, mostrando valores de 16.5, 19.3, y 17.2 mg/dL para los tratamientos BPS, MPS, y APS respectivamente (Figura 1). Lapierre y Lobley (2001) reportan que las fuentes de proteína resistentes a la fermentación ruminal proporcionan la mayor proporción de nitrógeno absorbido como amino ácidos, lo que propicia una menor síntesis de urea. Oltner y Wiktersson (1983) postulan que un exceso en el consumo de nitrógeno incrementa la síntesis y eliminación de urea, y este se ve reflejado en un aumento en la concentración de urea en sangre. Los resultados, de acuerdo con Dukes (1955) y Morros (1967) están dentro de los rangos fisiológicos normales.

La urea es el principal compuesto nitrogenado que resulta del catabolismo de los amino ácidos en mamíferos. La suplementación con fuentes de nitrógeno resistentes a la fermentación en reticulo-rumen por los microorganismos propició una mejor utilización de la proteína de la dieta por el animal. Eggum (1970) indica que existen al menos tres factores que influencian la concentración de urea en sangre; calidad y cantidad de proteína en la dieta y el tiempo transcurrido después del consumo.

Exp. 2. La concentración de urea en sangre fue 20.1, 26.4 y 28.5 mg/dL para cabras del grupo control, bajo nivel de suplemento y alto nivel de suplementación respectivamente, como se aprecia en la Figura 2. Los resultados, de acuerdo con Morros (1967) están dentro de los rangos fisiológicos normales altos. Mostrando una tendencia ascendente a medida que se incrementa el nivel de suplemento.

El consumo excesivo de compuestos nitrogenados incrementa la síntesis y eliminación de urea, y este se ve reflejado en un aumento en la concentración de urea en sangre (Eggum, 1970). La concentración de urea en sangre puede ser reciclada hacia el rumen a través de la saliva y convertirse en proteína microbiana, Lapierre y Lobley (2001) reportan que entre 40 y 80 % de nitrógeno ureico sintetizado en el hígado regresa al tubo digestivo, y de esa cantidad del 35 al 55% es utilizado posteriormente en procesos anabólicos.

Puede también ser removida por el riñón y eliminada en la orina. Los resultados obtenidos nos permiten observar que la concentración de nitrógeno ureico como efecto de la amonificación de la paja no se incrementó de manera considerable.

CONCLUSIONES

La amonificación de los residuos agrícolas en conjunto con la suplementación con proteína produjo una ligera tendencia a incrementar la concentración de nitrógeno ureico en

sangre de cabras en crecimiento, lo que probablemente sugiere una deficiente disponibilidad de energía soluble en la dieta.

BIBLIOGRAFIA

Dukes, H.H. 1955. The physiology of domestic animals. Seventh Edition. Comstock Publishing Associates. Ithaca, NY. P.49.

Eggum, b.O. 1970. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. Br. J. Nutr. 24:983

Klopfenstein, T.J. 1972. Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 46:841.

Lapierre, H. y G.E. Lobley. 2001. Nitrogen recycling in the ruminant: A review. J. Dairy Sci. 84(Suppl.):E223-E236.

Lewis, A.J., E.R. Peo, Jr., B.D. Moser, y T.D. Crenshaw. 1981. lisien requirement of pigs weighing 5 to 15 kg fed practical diets with and without added fat. J. Anim. Sci. 51:361.

Males, J.R. 1987. Optimizing the utilization of cereal crop residues for beef cattle. J. Anim.
Sci. 65:1124.

Morros, S.J. 1967. Elementos de fisiología. 9ª ed. Editorial Científico-Medica. Madrid, España. P. 385.

Oltner, R., and H. Wiktorsson. 1983. Urea concentrations in milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows. Livest. Prod. Sci. 10:457.

Watson, C., and B.W. Norton. 1982. Proceedings of the Australian Society of Animal
Production.14:467.

Yen, H.T., D.J.A. Cole, y D. Lewis. 1986ª. Amino acid requirements of
growing pigs. 7. The response of pigs from 25 to 55 kg live wieight to dietary ideal protein. Anim. Prod. 43:141.

Cuadro 1. Ingredientes y composición química de los suplementos utilizados en el Exp. 1 y Exp. 2.

Ingrediente	%	
	Exp.1	Exp. 2
Harina de soya	30	69
Salvadillo de trigo	9	10
Gluten de maíz	49.5	9.8
Sorgo rolado	7	7
Urea	3.5	3.2
Premezcla mineral[a]	1	1
Composición química		
Proteína cruda, %	50.8	51.0
Proteína degradable en rumen,%	20.27(60%)	35.56(70%)
Proteína sobre pasante,%	30.40(40%)	15.43(30%)
Energía metabolizable, Mcal/kg	2.9	2.8

[a] Fórmula mineral con P, 14% ; Ca, 7%; Mg, .5%; Mn, .85%, Fe, .65%; Zn, .86%; S, 1.20%; Cu, .22%; Co, .0027%; I, .0149%, y Se, .0055%.

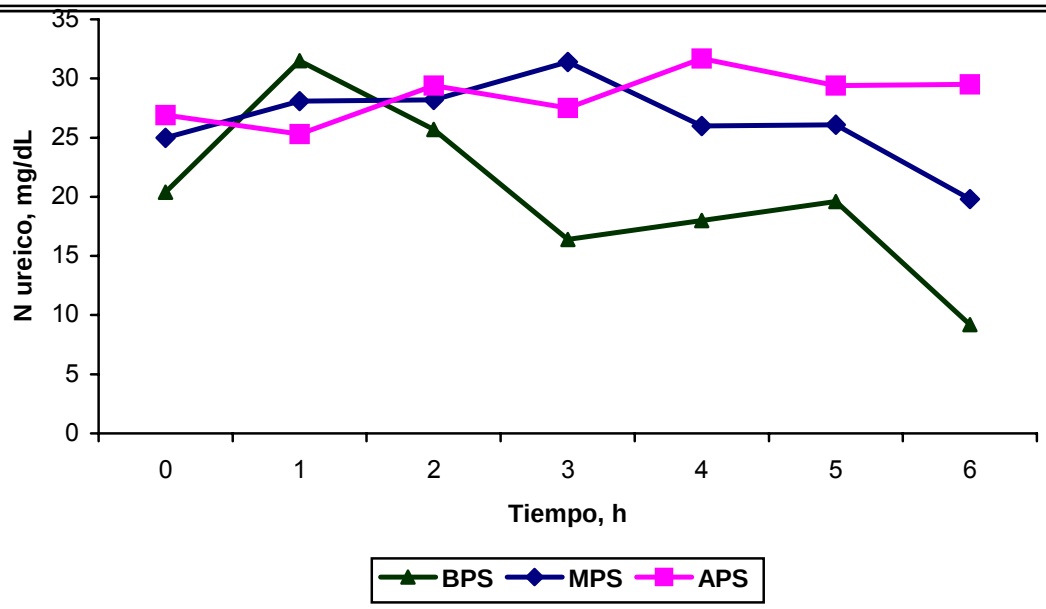


Figura 1. Concentración de urea en sangre de cabras en crecimiento alimentadas con rastrojo de maíz amonificado y suplementadas con proteína (P = .48; EE= 1.6).

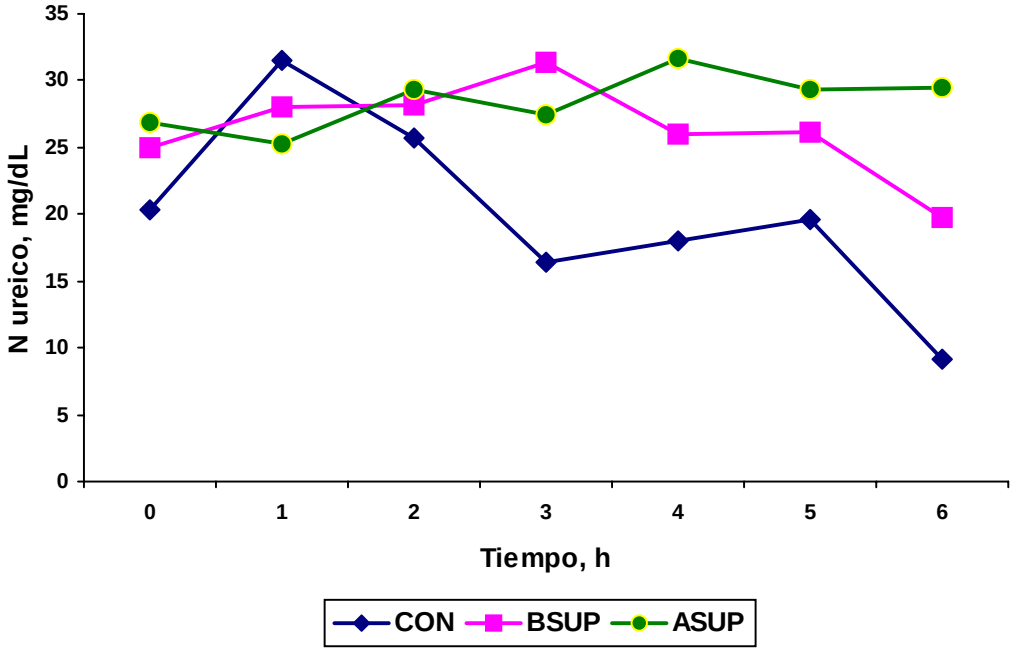


Figura 2. Concentración de urea en sangre en cabras alimentadas con paja de frijol amonificada y sin amonificar y suplementadas con proteína.

EVALUACIÓN DE LA SALUD DEL PASTIZAL EN TORNO A LAS OBRAS DE RETENCIÓN DE AGUA PARA USO GANADERO

Huerta García, Alexis[1], Juan Estrada Avalos[2], Miguel Rivera González[2], José Villanueva Díaz[2], Guillermo González Cervantes[2]

[1]Tesista Licenciatura ESB-UJED, Filadelfia s/n, Gómez Palacio Dgo. e-mail: sixela_hg@latinmail.com
[2]Investigador CENID-RASPA INIFAP, A.P. 41, Cd. Lerdo Durango. e-mail: estrada.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En las regiones de clima árido y semiárido, la disponibilidad del agua ha sido siempre una fuerte condicionante para la implementación y desarrollo de actividades domésticas, industriales y agropecuarias; (Ruf, 1992).

Por esta razón, la captación de agua de lluvia por medio de obras de retención de agua (comúmnmente llamados bordos, presones ó jagüeyes), representa una alternativa, técnicamente viable y ecológicamente sustentable, proveyendo del vital liquido a comunidades en donde la precipitación pluvial no satisface sus necesidades (Estrada*, et al.,* 2004).

En la actualidad, la construcción de bordos es una actividad muy recurrente en diversos países de las regiones intertropicales y mediterráneas, tanto así que parece ganarle terreno a la construcción de grandes obras hidráulicas (Albergel, 2000).

En México, estas prácticas de suministro de agua se llevan a cabo en las regiones áridas y semiáridas del norte del país, principalmente en los estados de Coahuila, Durango y Chihuhua, ya que representan una estrategia para la población rural que les permite enfrentar el déficit hídrico característico de estas regiones.

Consecuentemente, este tipo de obras se han instalado en una gran cantidad de condiciones (clima, geología, orografía, etc.), con la finalidad de complementar los requerimientos hídricos que ahí se demandan (Estrada *et al.,* 2004).

Sin embargo, a pesar de que este tipo de obras forman parte de la cultura del aprovechamiento de los recursos naturales en las regiones áridas y semiáridas del país, es necesario conocer sus características funcionales, las condiciones en las que se encuentran los ecosistemas de su entorno, así como el posible impacto sobre el medio ambiente en el que se encuentran.

Este es precisamente el objetivo del presente trabajo, el cual trata de establecer el grado de deterioro que originan este tipo de obras en su entorno sobre los recursos naturales, principalmente lo que se refiere a la salud del pastizal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la evaluación de la salud del pastizal, se tomó como base el manual "Interpretación de indicadores en la salud del pastizal" de la United States Geological Survey (USGS), U.S. Department of Agricultura (USDA), Natural Resources Conservation Service (NRCS) y Agricultural Research Service (ARS), en el cual se propone evaluar la salud de los pastizales en temporada de secas y posterior a la temporada de lluvias, a partir de 17 indicadores. En este caso, la metodología se aplicó en los entornos de dos bordos de retención: Bordo Don Pablo (B1) y Bordo Las Cuevas (B2); que fueron seleccionados por sus características representativas del ejido San Luís del Cordero en el estado de Durango, área seleccionada para el estudio. Asimismo, de los 17 indicadores propuestos en el manual de evaluación, se seleccionaron 9 de ellos con la característica que se pudieran medir cuantitativamente. Se tomaron las coberturas básales como indicadores opcionales para determinar su relación con las condiciones del ecosistema.

Características y tipos de indicadores

1.- Indicadores cuantitativos: el criterio para establecer rangos de similitud a los indicadores se proporcionó por medio de valores cuantitativos máximo y mínimo de los indicadores movimiento mantillo (MM), mortalidad plantas (MP), erosión eólica (EE), producción anual (PA), resistencia erosión (RE), suelo desnudo (SD) y cantidad mantillo (CM).

2.- Indicadores anuales: se agrupó en un solo indicador anual a los indicadores: composición vegetativa y grupos estructurales y funcionales por su semejanza estadística entre ellos y por temporadas, además de separarlo en los sub-indicadores: árbol (A), arbusto (AR), hierbas (H), suculentas (S) y pasto (P) para su mejor interpretación. De la misma manera el indicador plantas invasoras (PI) se agrupo como indicador anual por las mismas razones.

3.- Indicador opcional: los indicadores anuales corresponden a los valores de la cobertura vegetal (CV), rocas (R), suelo desnudo (SD) y mantillo (M).

Toma de datos

Una vez ubicados los bordos, se realizaron transectos lineales en los ocho puntos cardinales (N, S, E, O, NE, NO, SE y SO), a partir de un punto común con origen en el centro del bordo para evaluar el entorno del mismo. A lo largo de todos los transectos se establecieron y georeferenciaron los puntos en los cuales se procedió a realizar el análisis correspondiente a cada indicador; se consideraron en total cinco puntos de revisión para cada orientación cardinal, los cuales fueron alterados en algunas ocasiones según las características topográficas del lugar. Se realizarán dos monitoreos, el primero en los meses de abril y mayo de la estación

seca cálida, y el segunda entre los meses de junio y octubre de la estación lluviosa post lluviosa.

Análisis estadístico

Los indicadores se analizaron por medio del análisis de componentes principales (ACP) para observar su comportamiento y se analizó la distribución espacial de los mismos utilizando el método de krigin, con la finalidad de determinar las proporciones de terreno que tiene cada indicador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bordo uno evaluación uno

Los indicadores RA-PA, MP-P y SD-EE (Figura 1) fueron recíprocos. Esto indica que la copa de los árboles evita que las gotas de lluvia erosionen el suelo, además de que el follaje al caer cubre el suelo evitando su perdida por escurrimiento. La pendiente determina la presencia o ausencia de plantas muertas y la erosión eólica fomenta la aparición de suelo desnudo. Los indicadores RE, PA, MP y la P mostraron discrepancia para los indicadores SD y erosión EE, por tanto, la pendiente no determina la presencia de erosión eólica y suelo desnudo ya que estos dos indicadores determinan la ausencia de resistencia a la erosión además de favorecen la presencia de plantas invasoras, por ende una baja en la producción anual.

Bordo uno evaluación dos

Los indicadores: RE-EE, PA-MM y CM-MP fueron recíprocos. Indicando que el suelo esta en un proceso de recuperación, ya que el mantillo acumulado por la producción anual y mortandad de plantas se mueva poco y se acumula mucho. Los indicadores RE, PA, EE Y MM son discreteos a la P, D y CM lo que hace suponer que los indicadores distancia, pendiente y cantidad mantillo tienen un papel preponderante hacia el fenómeno de recuperación lo cual indica que esta es originada por la presencia o ausencia de otros indicadores.

Cobertura basal

La CVE2-RE1, RE1-RE2, CVE1-CVE2, CVE1-P y SDE1-SDE2, mostraron reciprocidad. Por lo que se puede deducir que ocurrieron los cambios obvios de temporada ya que la cobertura vegetal permaneció estable las rocas no desaparecieron, el suelo desnudo fue el mismo, además de que la pendiente determina la cobertura vegetal. Las RE1, RE2, son discreteos a; SDE1 y SDE2, al igual que CVE1, CVE2; al ME1. Lo que hace suponer que la pendiente, determinó en temporada de lluvias, la ausencia de mantillo y suelo por los escurrimientos. El mantillo se recuperó al final de la temporada seca dando como resultado un suelo pedregoso.

Indicadores anuales.

Las PI-AR, S-P, H-P y D-P son recíprocos. Esto evidencia que las plantas invasoras, son principalmente arbustivas, la poca presencia de pasto y suculentas en el lugar, además de que la pendiente y distancia determinan la presencia de hierba y pasto. Los indicadores PI y AR son discreteos a la P y H, al igual que AI y P a PI, AR, S, H y P. Deduciendo que las plantas invasoras arbustivas aparecen sobre terrenos planos y que las plantas arbustivas en pendientes son normales además que la presencia de árboles se limita a terrenos planos, pero estos son muy escasos debido a la invasión de arbustivas.

Bordo dos evaluación uno

Los indicadores EE-SD, MP-MM y RE – CM (Figura 2); son reciprocas. Por tanto se deduce que el suelo erosionado se acumula en terrenos aptos para este fenómeno, a su vez que las plantas muertas provean de materia orgánica al suelo, originando una resistencia a la erosión. La EE, SD y la P son discreteos a RE, CM y la PA. Este fenómeno hace referencia a que el fenómeno de erosión se presenta sobre terrenos con pendiente y la restauración sobre terrenos planos.

Bordo dos evaluación dos

Los indicadores: D-MP, EE-RE y PA-CM son recíprocos entre si. Este comportamiento indica que el entorno se recupera con base a la distancia ya que las plantas muertas proveen de materia orgánica al suelo, mismo que origina la producción anual buena; combinándose con el suelo depositado de la erosión eólica, originan una excelente resistencia a la erosión. La PA, CM, D y MP son discreteos a la P y SD. Esto concluye que los terrenos con pendiente son pedregosos.

Para la cobertura basal.

Los indicadores: P-CVE1, ME1-ME2 y CVE2-RE2-SDE1 son recíprocos. Indicando que las plantas encontradas sobre las pendientes están adaptadas para vivir en suelos pedregosos. Los indicadores: RE1-SDE2, RE2-SDE1 son discreteos además de RE2, CVE2 y SDE1, a RE2 y SDE2. El comportamiento entre indicadores indica una repulsión ínter especifica y un ciclo de desplazamiento intra-especifica.

Indicadores anuales

La D-A y S-P es recíproco. Evidenciando la presencia de árboles y suculentas con base a la distancia y pendiente. Son discreteos los indicadores: AR, H y PI, a la D, S, A y P. Concluyendo que las primeras crecen en donde sea y las segundas son determinadas. Finalmente, el cuadro 1 resume el comportamiento de los bordos y fechas de muestreo.

Cuadro 1. Comportamiento de los indicadores evaluados.

Proporción de suelos						
Condiciones	Conservado			Neutral	Deteriorado	
Zona / factor	Factor 0	Factor 1	Factor2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
B1E1	0,08	0,36	0,21	0,12	0,07	0,16
B1E2	0,19	0,29	0,20	0,16	0,10	0,06
B2E1	0,12	0,42	0,19	0,08	0,10	0,09
B2E2	0,20	0,35	0,27	0,13	0,04	0,00
IAB1	0,02	0,11	0,10	0,32	0,24	0,21
IAB2	0,00	0,00	0,02	0,20	0,46	0,32

CONCLUSIONES

El análisis espacial de indicadores muestra que el bordo uno se encuentra conservado al igual que el bordo dos. Esto solo para los indicadores normales que se evaluaron en las dos temporadas (post-lluvias y seca), además, los porcentajes de hectáreas muestran tendencias reciprocas para la conservación. En lo que respecta a los indicadores anuales se muestran tendencias neutrales y deterioradas para el bordo uno y solo deterioradas para el bordo dos.

Todos los indicadores se evaluaron de forma independiente uno de otro, las tendencias hacia la conservación o deterioro del entorno de los bordos, puede variar de indicador a indicador, y es claro que para los indicadores normales esta variación cedió hacia la conservación, y deteriorado para los indicadores anuales. A partir de esta conjetura se puede concluir que el entorno de los bordos solo se ve afectado para ciertos indicadores, y que dichos cambios estén encaminados a mejorar las condiciones en sus alrededores o que sean procesos normales en la escala de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

Alberger, J. (2000). Seminario de Restitución CENID-RASPA

Estrada, J., M. Rivera, G., J. Marie, L., I. Sánchez, C. (2004). Funcionamiento y Balance del Agua en Bordos para Abrevadero. INIGAP, CENID-RASPA Gómez Palacio Durango. Folleto Científico 16 pps 68.

Ruf, Terry. 1992. Amenagements Hydroagricoles Anciens. CIRAD, Montepellier (Fra), 1992, p 7-13 bibl., III,. SystemsIrrigues: Rencontres, 02 september 1992, Montpelier, FRA Marquez, M. 2003 Rehabilitación de pastizales, UGRCH, Chihuahua, Chih., México

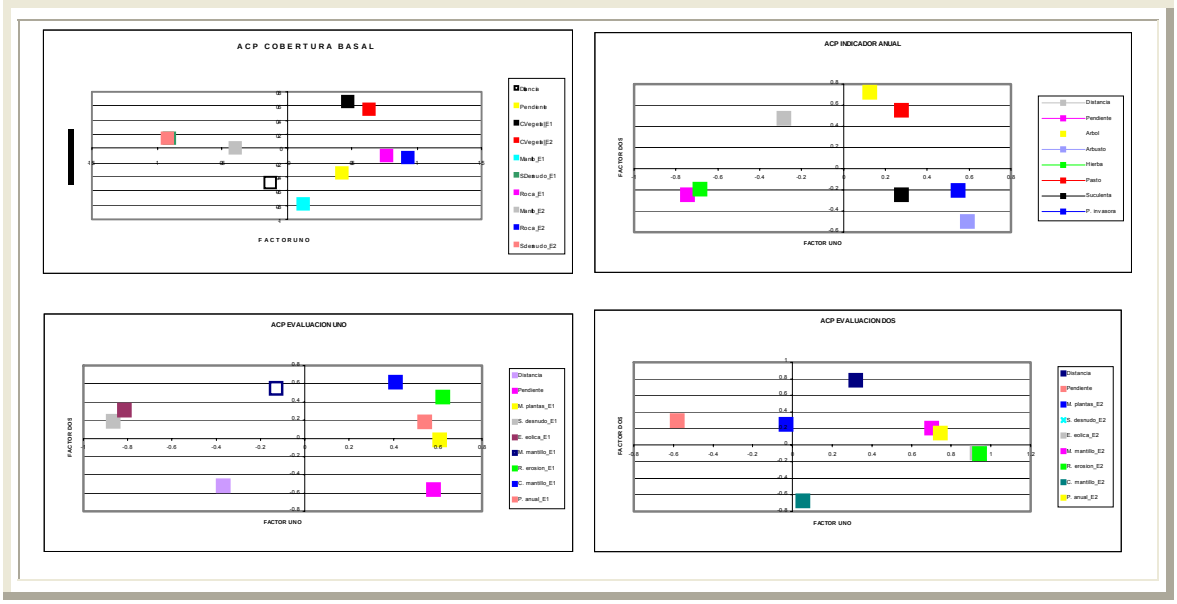


Figura 1. Tablas de ACP y comportamiento de los indicadores anuales, coberturas básales y evaluaciones en secas y post-lluvia de los indicadores del bordo uno.

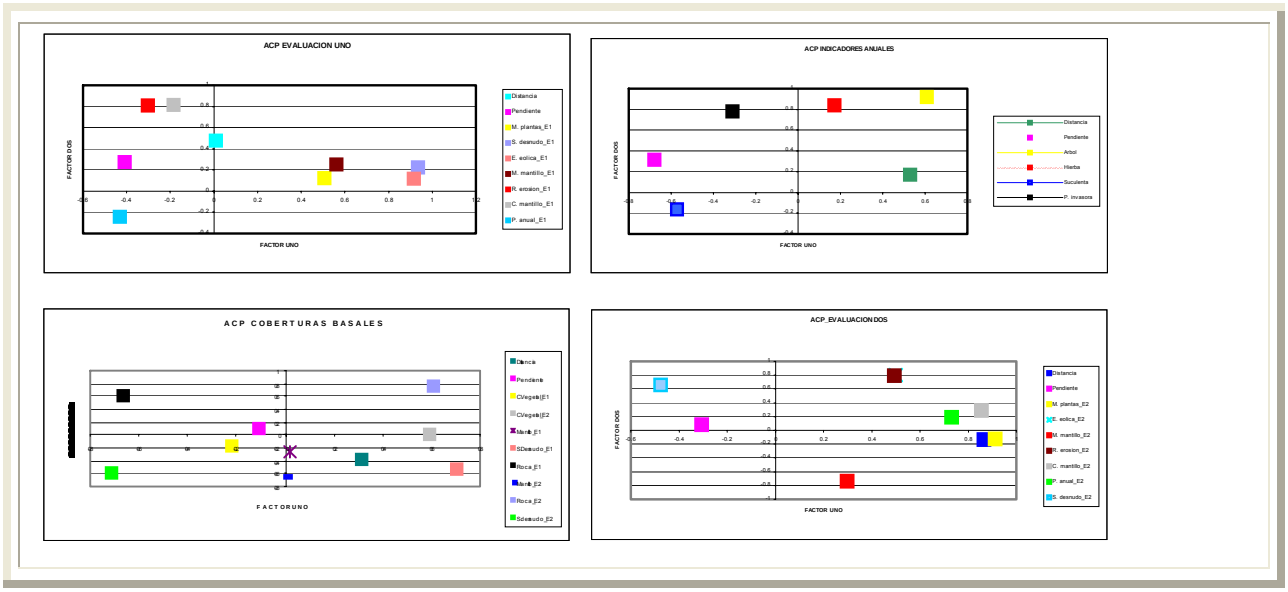


Fig. 1.2 Tablas de ACP y comportamiento de los indicadores anuales, coberturas básales y evaluaciones en secas y post-lluvia de los indicadores del bordo dos.

ADAPTACION Y RENDIMIENTO DE GRANO DE HIBRIDOS DE SORGO EN LA REGION LAGUNERA.

José S. Carrillo Amaya [1]
Investigador del Campo Experimental La Laguna CIRNOC – INIFAP
E – mail : carrilloaj@yahoo.com.mx

INTRODUCCION

En la región lagunera la importancia económica del cultivo del sorgo grano se basa principalmente en su alta capacidad para producir grano de alta calidad energética utilizado básicamente para la elaboración de dietas balanceadas para la alimentación de ganado. Además en la actualidad el sorgo grano (planta y grano) se comienza a incluir en mezclas con otros cultivos como maíz y sorgo forrajero, con la finalidad de obtener un silo de mayor calidad energética, para la alimentación de ganado bovino de leche principalmente.

La demanda en la región supera las 300,000 toneladas de grano por año, y sin embargo en la Laguna sólo se producen en forma aproximada 4,300 toneladas por ciclo, de tal manera que para cubrir las necesidades de abasto, el grano se importa principalmente de Tamaulipas. Se considera que la limitante principal para producir sorgo en la Región Lagunera es la baja disponibilidad de agua para riego, considerándose esto uno de los principales factores que ocasionan que los niveles de producción de grano por unidad de superficie sean bajos, resultando finalmente bajos niveles de eficiencia y consecuentemente ocurre una disminución de la rentabilidad del cultivo en esta región; Es importante citar que en una de las principales zonas productoras de sorgo del país como es Tamaulipas, la mayor parte de la superficie que se siembra de sorgo es de temporal, además que la disponibilidad de agua de riego es mucho mayor que en la Región Lagunera.

En la Región Lagunera, para el ciclo primavera-verano del año 2003 se logró establecer una superficie de 4,223 hectáreas, obteniéndose una producción total de 6,371 toneladas. Esta información permite citar que el rendimiento promedio regional registró una sensible baja, dado que de 3,450 kilogramos por hectárea, bajó a 1,500 kg/ha; resultados de investigación actualizados permiten indicar que es posible incrementar el rendimiento de grano, a partir del promedio regional hasta un 200%, con la tecnología generada por el Campo Experimental La Laguna. SAGARPA, 2002

La tecnología para sorgo grano, la conforman conceptos técnicos y metodologías de siembra a cosecha, donde uno de los componentes tecnológicos mas importantes es el material genético,

en este sentido, se dispone de información actualizada sobre híbridos sobresalientes, seleccionados por su capacidad de adaptación y potencial de rendimiento en las condiciones de la región lagunera, sin embargo debido a que existen programas de mejoramiento genético oficiales y privados que en forma muy dinámica generan nuevos híbridos para las diferentes áreas agrícolas del país, siendo necesario estudiar detalladamente a los nuevos híbridos con potencial para la región lagunera.

OBJETIVOS

Cuantificar la respuesta agronómica de nuevos híbridos de sorgo grano en cuanto a su capacidad de adaptación y potencial de producción de grano en condiciones de riego en la Región Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental La Laguna, durante el ciclo de verano del año 2005 y los híbridos en estudio provienen de varias compañías de semillas, el trabajo experimental se realizó de acuerdo con la tecnología generada para el cultivo de sorgo grano en la región lagunera.

Cuadro 1. Híbridos evaluados en condiciones de riego, en comparación con un testigo comercial, en la Región Lagunera. CELALA – INIFAP 2005

HIBRIDOS	CICLO
WMGS 919	INTERMEDIO
WMGS 980	“
WMGS 954	“
WMGS 920	“
WMGS 345	“
WMGS 997	“
WMGS 316	“
WMGS 978	“
ELSA 85	“
ABT 5300 PLUS	“
ABT 5300 R	“
ABT5400PLUS	“
BIRD 008	PRECOZ
KILATE	INTERMEDIO
MERCURIO	“
ONIX (t)	INTERMEDIO – PRECOZ
CB – 111	“
343 / 41	PRECOZ
343 / 77	“

Cuadro 2. Especificaciones del lote experimental, donde fueron evaluados quince híbridos de sorgo grano en comparación con un testigo comercial en la Región Lagunera. CELALA – INIFAP – 2005

LOCALIDAD	CELALA Lote 2
FECHA DE SIEMBRA	23 de junio
DISEÑO EXPERIMENTAL	Bloques al Azar
NO. DE REPETICIONES	Cuatro
UNIDAD EXPERIMENTAL	Cuatro surcos de 10.0 m
PARCELA UTIL	Dos surcos centrales de 9.0 m
DISTANCIA ENTRE SURCOS	76 centímetros
POBLACION DE PLANTAS	130,000 pl/ha
1ª. FERTILIZACION	80 – 50 – 00
2ª. FERTILIZACION	60 – 00 – 00
NO. DE RIEGOS	Pre-siembra y cuatro auxilios
LABORES DE CULTIVO	1 cultivo
NO. DE APLICACIONES DE INSECTICIDA	2/ pulgón, 1/g. cogollero y 3/ mosca midge

El experimento se estableció en el lote No. 2 del Campo Experimental, cuyas características son suelo de textura franco-arcilloso, con buen drenaje, la siembra fue en el ciclo de verano con fecha del 24 de junio, estableciéndose el trabajo en base al diseño bloques al azar con cuatro repeticiones, donde las unidades experimentales fueron de cuatro surcos de 10.0 m de longitud y una distancia entre surcos de 0.76 m. Luna L., 1990 determinó que sembrando a 70 centímetros entre surcos y plantas distribuidas a 3.0 centímetros sobre el surco se obtuvo la mejor respuesta en rendimiento de grano, sobresaliendo además altura de planta y excersión.

En este trabajo la parcela útil fueron dos surcos centrales, de 9.0 m de longitud para evitar el efecto de orilla. La densidad fue de 130,000 plantas por hectárea, la cual se obtuvo al sembrar a 11.0 centímetros entre plantas. El nitrógeno no solo afecta el nivel de proteínas sino que influye también sobre la composición de aminoácidos de la proteína. Waggle et al. 1967, comprobaron que la fertilización nitrogenada aumenta en forma lineal la proporción de ácido glutámico, prolina, alanina, isoleucina, leucina y fenialanina. Así mismo el sorgo muestra una respuesta en rendimiento de grano creciente hasta una dosis de fertilización nitrogenada de 90 kg, y no muestra respuesta a 120 kg de N, obteniéndose el máximo rendimiento de 6,571 kg/ha

de grano. (García P.A. et al, 2000). Sin embargo, en este trabajo para abastecer las necesidades de macronutrientes al cultivo como son nitrógeno y fósforo se aplicó una dosis total de 140 kilogramos de nitrógeno, mas 50 kilogramos de fósforo, aplicándose el 65% de N, mas el 100% de P, al momento de la siembra y el resto de nitrógeno antes de la aplicación del primer riego de auxilio. Los macronutrientes cumplen con funciones específicas en el desarrollo y crecimiento del sorgo, tal es el caso del nitrógeno el cual participa en la formación de clorofila, proteínas, vitaminas y fuentes de energía.

El fósforo permite un buen crecimiento de plantas, desarrollo de raíces y mayor rendimiento de grano, en tanto que el potasio favorece al crecimiento inicial de la planta, formación del área foliar, tallo y sistema radical. Cargill, 1998. Se realizó un cultivo múltiple antes del primer riego de auxilio, donde se utilizó primero una pasada doble con lilliston, en seguida se roturó el suelo con cultivadora de picos, aplicándose la segunda dosis de nitrógeno y por último el aporque de plantas. Para mantener al cultivo libre del daño de plagas se realizaron dos aplicaciones de insecticida para combatir gusano cogollero y pulgón verde, donde se utilizó clorpirifos y dimetoato en dosis de 1.0 lt/ha. CAELALA, 1984

El análisis de varianza indica que resultó altamente significativo para tratamientos (híbridos), así mismo para otras características agronómicas como días a 50% de antesis, altura de planta, longitud de excersión, densidad del grano y rendimiento de grano. Los coeficientes de variación fueron 2.5% antesis, 4% altura de planta, 19% para longitud de excersión , 4% para densidad del grano, 13% para humedad del grano y 8% para rendimiento.

Con el objetivo de agrupar medias de tratamiento estadísticamente iguales se utilizó la prueba de rango múltiple DMS, recomendable para comparar medias adyacentes y adecuada para comparar un tratamiento estándar con otros tratamientos, como en este trabajo donde comparan diferentes híbridos con un testigo de prueba. Little y Hill, 1985

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados para días a antesis, permiten determinar la precocidad de los híbridos, donde destacan ABT5400Plus, Onix, WMGS 316 y ELSA85, esta precocidad permite reducir al menos un riego de auxilio y producir en forma satisfactoria, obteniendo una mayor eficiencia de los recursos agua y suelo, ya que es posible obtener dos cosechas por año. El rendimiento de grano en sorgo muestra una alta variación dependiendo de las prácticas de manejo del cultivo, asociado a condiciones climáticas, así como a la distribución de lluvias, llegándose a obtener don limitantes de lluvia hasta 6,000 kg/ha (Jones and Johonson, 1991; Unger, 1978, 1988 y 1992). En este trabajo la respuesta encontrada en este sentido fue un rendimiento promedio de

grano de 9,652 kg/ha, donde destacan con mayor rendimiento los híbridos WMGS 919, WMGS 980, ABT 5300 Plus, WMGS 920, WMGS 345 y Kilate con producciones de 10,098 a 10,521 kg/ha, ABT 5400Plus y Mercurio, destacan por su precocidad y además alto rendimiento de grano, los cuales muestran un potencial de rendimiento de grano de 9,296 y 9,101, su precocidad les confiere a estos híbrido un alto potencial para ser utilizados en condiciones de baja disponibilidad de agua de riego.

La altura de planta puede variar de 40 a 600 cm, según el numero y longitud de entrenudos y la cantidad de nudos esta determinada por los genes de maduracion (Quinby, 1967). El promedio en este sentido fue 135 cm, donde el híbrido de mayor altura WMGS 920 con 156 cm, resultando un rango de altura de 111 a 156 cm, en este sentido la altura de planta es importante al combinarse con una alta producción de grano, dado que este tipo de sorgos podran incluirse en la producción para ensilaje, mezclado con maíz ó sorgo forrajero, principalmente por la aportación de grano, el que incrementa el valor nutrimental del silo; Cabe indicar que el híbrido de mayor producción de grano fue WMGS 919 con 10,521 kg/ha y 122 cm, en tanto que el testigo Onix con 131cm, obtuvo un rendimiento de 8,087 kh/ha de grano.

En la evaluación de material genético es importante cuantificar las características, que indiquen correlacion con rendimiento, en este sentido longitud de panoja, ha mostrado un promedio de 19 centímetros de longitud y una variación de 19 a 26 cm, observándose una media de rendimiento de 5,944 kg/ha de grano y un máximo de 7,529 kg/ha. Carrillo, 1978; En el presente trabajo, la variación fue entre 25 y 30 centímetros de longitud y una media de 27 cm, obteniendose un rendimiento promedio de 6,734 kg/ha y un máximo de 8,237 kg/ha de grano, lo que indica que a mayor longitud de panoja, mayor rendimiento de grano. Los híbridos con mayor tamaño de panoja fueron WMGS 345, Bird 008 y ABT 5300 Plus , con 36,35 y 35 cm y estadísticamente iguales al 5% de probabilidad, cabe indicar que WMGS 919 con 31 cm de panoja fue el de mayor rendimiento de grano el cual fue 10,521 kg/ha , en tanto que Onix (t) con panoja de 28 cm, obtuvo una producción de grano de 8,087 kg/ha.

La uniformidad de planta y panoja se midió en forma cualitativa, para esta evaluación se consideró una escala de 1 – 5, donde 1= población muy variable y 5 = población uniforme, al respecto se encontró una media general de 4.2 , lo cual indica un comportamiento promedio entre bueno y excelente en este sentido, cabe señalar que tres de los híbridos de mayor rendimiento de grano calificaron con 5; Así mismo entre los genotipos de menor rendimiento también se encontraron algunos híbridos con calificación de 5.

Cuadro 3. Promedio de características agronómicas de quince híbridos de sorgo grano evaluados en comparación con un testigo comercial en la Región Lagunera. CELALA – INIFAP 2005

HIBRIDOS	ANTESIS 50%	ALTURA PLANTA	LONGITUD PANOJA	UNIFORM PL	REND GRANO kg/ha
WMGS 919	63 de	122 gh	31 de	5	10,521 a
WMGS 980	69 a	128 efg	31 de	5	10,374 ab
ABT5300PLUS	61 ef	140 cd	35 ab	4	10,265 abc
WMGS 920	66 b	156 a	31 de	5	10,192 abc
WMGS 345	60 f	141 cd	36 a	4	10,121 abc
KILATE	64 cd	155 ab	26 hi	4	10,098 abcd
ELSA 85	58 ghi	125 fgh	28 fg	4	9,989 abcde
WMGS 997	66 bc	135 de	26 hi	4	9,887 abcde
BIRD 008	60 fg	135 de	35 ab	2	9,540 abcde
WMGS 316	58 ghi	143 cd	33 bc	2	9,476 bcde
WMGS 978	66 b	122 gh	30 ef	5	9,335 cde
ABT 5300 R	59 fgh	147 bc	25 i	5	9,296 cde
MERCURIO	59 fgh	147 bc	32 cd	4	9,101 de
ABT5400PLUS	56 I	111 I	30 efg	5	9,090 e
WMGS 954	59 fgh	118 hi	30 efg	5	9,057 ef
ONIX (t)	57 hi	131 ef	28 gh	4	8,087 f
M. GENERAL	61	135	30	4.2	9,652
CV %	2.5	4	4.5		8

DMS. Tratamientos agrupados con misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.
UNIFORM PL. Calificación de 1-5, donde 1= desuniforme y 5 = uniforme
RENDIMIENTO GRANO. Ajustado al 14% de humedad del grano

La excersión es una característica agronómica importante en sorgo, siendo este el pedúnculo ó entrenudo de la parte superior de la planta y que soporta la inflorecencia, se ha determinado que una buena excerción evita daños de plagas y enfermedades del grano, esta característica esta principalmente controlada genéticamente, aunque factores ambientales como deficiencias de agua pueden ejercer efectos muy marcados Walls S.J y Williams M.R. 1975), de tal manera que si los híbridos cuentan con buena excersión (longitud entre la hoja bandera y la base de la panoja), la recolección del grano se realiza con mayor eficiencia, rapidez y limpieza, ocurre lo contrario cuando la excersión es corta, ya que la máquina corta

panoja y parte de follaje lo que significa obtener grano con cierto grado de impureza, lo que pudiera resultar inconveniente para el productor. Los híbridos con una buena longitud de excersión fueron WMGS 980, WMGS 997 y WMGS, CON 24, 20 Y 19 cm, respectivamente Onix (T), cuenta con longitud de excersión de 16 cm; El promedio general obtenido fue 16 cm.

A mayor densidad del grano, mayor rendimiento final, esta relación se observó en estos resultados, dado que el híbrido WMGS 919 con la mayor densidad de grano de 798 gramos, también resultó con el mayor rendimiento de 10,521 kg/ha, en tanto que Onix con 721 gr/lt de densidad, obtuvo el menor rendimiento de grano de 8,087 kg/ha.

Los resultados obtenidos en densidad de grano, indica un promedio general de 758 gr/l y variación de 716 a 798 gr/l; Al correlacionar la densidad , con el rendimiento de grano, se encontró una tendencia que a mayor densidad del grano fue mayor el rendimiento, con excepción de los híbridos del híbrido WMGS 980, el cual con 716 gr/l obtuvo un rendimiento de 10,374 kg/ha de grano al 14% de humedad.

En porcentaje de humedad del grano, resultó promedio general de 20.5%, esta medición permite tener otro dato correlacionado con la duración del ciclo de los híbridos, entendiéndose que a mayor contenido de humedad en el grano mayor es el ciclo En este sentido se observó una variación entre híbridos de 17 a 25% de humedad, determinándose que los genotipos ligeramente mas tardíos fueron WMGS – 345, WMGS – 980, WMGS – 954, WMGS – 920, WMGS – 997 y ELAS 85, con porcentajes de humedad entre 22 y 25%, en tanto que entre los mas precoces fueron ABT – 5400 Plus, ABT – 5300R, Mercurio y Onix (t), con 17 y 18% de humedad.

En esta evaluación se registraron además de las características ya discutidas, también algunas otras, tales como: Tipo de panoja, Color del grano y Uniformidad de planta, (cuadro 4). En cuanto a tipo de panoja resultaron híbridos de panoja semi-abierta, semi-compacta y compacta, predominando materiales de panoja semi-compacta.

Cuadro 4. Promedio de características agronómicas de quince híbridos de sorgo grano evaluados en comparación con un testigo comercial en la Región Lagunera. CELALA – INIFAP 2005

HIBRIDOS	EXCERSION	DENSIDAD GRANO	% DE HUM	TIPO DE PANOJA	COLOR GRANO	REND GRANO kg/ha
WMGS 919	**9 fg**	**798 a**	**19 cd**	**SA**	**AR**	10,521 a
WMGS 980	**24 a**	**716 e**	**24 ab**	**A**	**AR**	10,374 ab
ABT5300PLUS	**13 def**	**764 abcd**	**19 cd**	**SC**	**B**	10,265 abc
WMGS 920	**14 de**	**773 abc**	**22 abc**	**SA**	**AR**	10,192 abc
WMGS 345	**11 ef**	**753 abcde**	**25 a**	**SC**	**B**	10,121 abc
KILATE	**17 bcd**	**779 abc**	**21 abcd**	**SC**	**AR**	10,098 abcd
ELSA 85	**10 f**	**736 cde**	**22 abc**	**SC**	**AR**	9,989 abcde
WMGS 997	**20 b**	**759 abcde**	**22 abc**	**SA**	**AR**	9,887 abcde
BIRD 008	**11 ef**	**767 abc**	**19 cd**	**SC**	**A+R**	9,540 abcde
WMGS 316	**15 de**	**765 abcd**	**20 bcd**	**SC**	**AR+R**	9,476 bcde
WMGS 978	**19 bc**	**752 abcde**	**21 abcd**	**A**	**AR**	9,335 cde
ABT 5300 R	**10 f**	**791 ab**	**18 cd**	**C**	**RA**	9,296 cde
MERCURIO	**10 f**	**756 abcde**	**18 cd**	**SA**	**AR**	9,101 de
ABT5400PLUS	**6 g**	**750 bcde**	**17 d**	**SC**	**CR**	9,090 e
WMGS 954	**16 cd**	**749 bcdde**	**23 ab**	**A**	**A**	9,057 ef
ONIX (t)	**16 cd**	**721 de**	**18 cd**	**SA**	**CR**	8,087 f
M. GENERAL	**16**	**758**	**20.5**			**9,652**
CV %	**19**	**4**	**13**			**8**

DMS. Tratamientos agrupados con misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.
TIPO DE PANOJA. A=Abierta: SA= Semi- Abierta; SC= Semi-Compacta y C= Compacta.
COLOR DE GRANO. B= Blanco; AR= Ambar Rojo; CA= Café Ambar ; A= Ambar; AB= Ambar Blanco; C= Café

CONCLUSIONES

1. Por su capacidad de rendimiento y adaptación, los híbridos sobresalientes fueron entre otros WM – GS 919, WM – GS 980 y ABT 5300 Plus, WM – GS 920, WMGS – 345 y Kilate con producciones entre 10,521 y 10,098 kg/ha de grano, al 14% de humedad; Estos híbridos resultaron estadísticamente iguales al 5% de probabilidad, al igual Elsa 85, WMGS – 997 y Bird 008, con 9989, 9887 y 9540 kg/ha, respectivamente. El resto de híbridos evaluados resultaron con niveles de rendimiento entre 9.5 y 9, entre estos se encuentran los genotipos que mostraron mayor precocidad, ABT – 5400 Plus, dicha característica es de gran importancia para las condiciones de la Región Lagunera.
2. La tendencia observada entre densidad del grano y rendimiento, indica que el híbridos de mayor rendimiento de grano, la mayor densidad del grano de 798 gr/l, en tanto que el híbrido de menor rendimiento obtuvo 721 gr/l en densidad de grano.
3. Los híbridos ABT – 5300R, Mercurio, ABT – 5400 Plus y WMGS – 954, mostraron potenciales de rendimiento entre 9,000 y 9,300 kg/ha y sobresalieron por su precocidad, apropiados para siembras en condiciones de baja disponibilidad de agua de riego.

BIBLIOGRAFIA

CAELALA, 1984. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. SARH INIA CIAN Campo Agrícola Experimental de la Laguna. Matamoros, Coahuila, México.

Cargill, 1998. Manual Técnico del Producto Sorgo Granifero.

Carrillo, A.J.S. 1998. Evaluación de nuevos híbridos de sorgo grano en condiciones de riego en la región lagunera. Informe de Técnico de Investigación. Sin publicar. Campo Experimental La Laguna.

Cochran, W. G. Y Gertrude M.C. Diseños Experimentales. Sexta reimpresión, 1980. Ed. Trillas.

García, P.A. , Abel R.F. y Goujon M. 2000. Fertilización nitrogenada en siembra directa en sorgo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE. Corrientes, Argentina.

Luna, L.V.H. 1990. Determinación de la Densidad de Población Optima de dos Variedades de Sorgo para Grano (Sorghum bicolor (L) Moench) Resumen XIII Congreso Nacional de Fitogenética. Pag. 500.

Quinby, J.R. 1967. The maturrity genes of sorghum. In advances in agronomy. Academia press, New Cork.

Waggle, D.H., Deyoe, C.W., and Smith, F.W. 1967. Effect of nitrogen fertilization on the amino acid composition and distribution in sorghum grain. Crop Sci. 7, 367 – 368.

Wall S. Joseph y Williams M.R. 1975. Producción y Usos del Sorgo. Ed. Hemisferio Sur. Argentina.

SAGARPA, 2002. Sub-Dirección de Estadística Agropecuaria.

DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA Y REAL; MEDIANTE UN SISTEMA INFORMÁTICO EN RED.

Eduardo Chávez Ramírez[1], Guillermo González Cervantes[2]. Estrada Avalos Juan[2]., Rivera González Miguel[2]

1 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Estudiante de Maestría en Ciencias, Torreón Coahuila. E-mail: eduardo_chavez17@hotmail.com
2 INIFAP CENID-RASPA. Apartado Postal 41 Cd. Lerdo Durango. Email: gonzales.guillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México más de dos terceras partes del territorio presentan una aridez climática, que se manifiesta en periodos cortos y fluctuaciones climáticas a largo plazo (Descroix *et al*. 1997, Nouvelot y Descroix, 1996), bajo estas condiciones se localizan las zonas productoras de nuez de pecana en el norte de México con una superficie de 60 mil hectáreas, de las cuales el 97% son regadas utilizando el sistema de riego por gravedad y agua del subsuelo (Godoy *et al*, 2000).

Lo anterior ha contribuido a la escasez y calidad del agua en el subsuelo, por ello las investigaciones se han orientado hacia el uso eficiente de de este recuro para el sector agrícola, en este sentido la selección de un sistema de riego eficiente así como para el diseño y operación del mismo requiere la determinación de los requerimientos hídricos del cultivo (Tijerina, 2000).

En la actualidad existen una gran cantidad de métodos indirectos que permiten determinar la evapotranspiración (consumo de agua por el cultivo) a partir de variables meteorológicas (Lapez *et el*. 1991), dichos métodos involucran el empleo de de ecuaciones empíricas, las cuales requieren de información climatológica (Villaman *et el*. 2001).

Por ello el monitoreo ambiental mediante estaciones climáticas con la finalidad de estimar los valores de la evapotranspiración de referencia (ET_0) quien depende de variables climáticas, considerada como evapotranspiración potencial de un cultivo de referencia, comúnmente pasto o alfalfa sin limitaciones hídricas. Sin embargo, para determinar la evapotranspiración real (ET_r) se requiere del coeficiente de cultivo (k_c) y Et_0.

Los avances tecnológicos en sensores y controles han promovido mejores sistemas para monitorear en forma más precisa y casi continua el tiempo atmosférico. Las variables climáticas integradas a modelos matemáticos dentro de un paquete informático en red son de vital importancia en procesos de interés agrícola como lo es la evapotranspiración (Ojeda, 1999).

OBJETIVO

Por ello el objetivo de este estudio fue estimar el consumo hídrico de referencia (ET_0) y real (ET_r) en este caso para nogal pecanero, a partir de la utilización de un sistema informático en red.

MATERIALES Y MÉTODOS

El medio natural del nogal pecanero.

La cuenca del Nazas localiza entre los meridianos 24º y 26º de latitud norte y los paralelos 106º y 102º de longitud oeste (Figura 1) perteneciente a la región hidrológica 36 (RH36). En dicha cuenca se delimitan tres subregiones pluviométricas (Decroix *et al* 1997);

a) Parte alta (donde se ubica y abastece de agua la presa Lázaro Cárdenas), con lluvias promedio anuales superior a los 500 mm, clasificada como una zona subhúmeda de producción y almacenamiento de agua de lluvia en la presa, con una superficie muy reducida del cultivo de nogal (1.3).

b) Parte media (ubicación de la presa Francisco Zarco), con precipitación media anual de 300 a 500 mm, considerada como una zona semi-arida de almacenamiento, conducción y aprovechamiento de agua hacia la parte baja de la cuenca donde reubica el 21.3 por ciento de superficie sembrada de nogal.

c) Parte baja, formada por los lechos de las otrora Lagunas de Mayran y Biseca, así como el Bolsón de Mapimí, donde la precipitación promedio anual es inferior a los 300 mm; se clasifica como zona de árida con un consumo de agua proveniente de las partes alta y media de la cuenca y la extracción de pozos profundos. En esta parte se concentra el 77.4 por ciento de la superficie sembrada con nogal.

Ubicación de las estaciones climáticas automatizadas

Se encuentran instaladas tres estaciones climáticas automatizadas (Figura 2) mediante un sistema informático en red desarrollado en el Cenid-Raspa (Ochoa *et al* 2006) este sistema permite el monitoreo y observación en tiempo real de las variables ambientales que se suscitan en el huerto de nogal, dichas estaciones se localizan en;

1.- La estación **Motorota** ubicada en el predio Las Villas, en Torreón Coahuila, en las coordenadas 25º37’02.136’’ de latitud norte y 103º24’11.952’’ de longitud oeste y altitud de 1126 m.s.n.m.

2.- La estación **Davis** situada en el Cenid-Raspa INIFAP en Gómez Palacio Durango, en coordenadas 25º35’18.090’’ de latitud norte y 103º27’01.523’’ de longitud oeste y altitud de 1129 m.s.n.m.

3.- La estación **Adcon** ubicada en el predio Santa Bárbara perteneciente al municipio de Nazas Durango, distante 160 kilómetros del Cenid-Raspa, ubicada en las coordenadas 25º14'43.928'' de latitud norte y 104º07'06.230'' de longitud oeste y de altitud de 1243 m.s.n.m.

Las estaciones climáticas automatizadas están equipadas con sensores electrónicos cuya función es registrar variables climáticas en periodos de cada minuto y enviar los registros en tiempos predefinidos de 15 minutos, dichos registros viajan a través de ondas de radio hasta una computadora localizada dentro del INIFAP Cenid-Raspa.

Determinación de ET_0.

La variabilidad climática influye de manera notable en la relación entre el agua aplicada y la producción obtenida en los cultivos agrícolas. La influencia de este factor se ha analizado mediante la ET_0. Para su determinación se utilizo la ecuación de Doorenbos y Pruitt (1977) la cual fue calibrada mediante 11 lisímetros en diferentes puntos del mundo, generando mejores resultados en las zonas áridas. Y las variables de entrada requeridas por la ecuación se obtuvieron de la base de datos de cada estación mencionada.

$$\mathbf{ET_0 = f_e \{ a+b [p (0.46* T +8.13)] \}} \quad (1)$$

Donde las variables son:

ET_0 = evapotranspiración de referencia para pasto en mm d^1.

f_e = factor de ajuste por la elevación sobre el nivel del mar.

a y b = coeficientes de calibración climática.

p = porcentaje medio diario anual de insolación.

T = temperatura media ºC.

El factor de ajuste por elevación dado por la siguiente ecuación.

$$f_e = 1+10^{-4} \text{ ELEV} \quad (2)$$

Donde ELEV es elevación sobre nivel del mar en metros, la cual fue registrada mediante GPS de precisión de centímetros.

El coeficiente a $$a = 0.0043 HR_{\min} - \frac{n}{N} - 1.41 \quad (3)$$

Las variables de entrada son:

HR_{min} = humedad relativa mínima (%)

n = insolación (hr)

N = fotoperiodo (hr)

Coeficiente b $$b = 0.82 - 0.004HR_{\min} + 1.07\frac{n}{N} + 0.066U_d - 0.006HR_{\min}\frac{n}{N} - 0.0006HR_{\min}U_d \quad (4)$$

Donde:

U_d = velocidad del viento (m s^{-1}) en horario diurno.

Por su parte p es $$p = 0.00304\cos^{-1}\left(\frac{-sen(\delta)sen(Latitud)}{\cos(\delta)\cos(Latitud)}\right) \quad (5)$$

δ = sen-1 (0.39795 cos(0.98563(DDA-173))) (6)

DDA es el dia juliano

Determinación de la ET_r

La ET_r depende de dos tipos de factores: climáticos y los intrínsecos a la superficie del objeto. Los principales factores climáticos son la radiación solar, velocidad del viento, la temperatura del aire, humedad atmosférica y precipitación (Ludlow, 1970). Los principales factores locales son el grado de cobertura, el área foliar, la altura del cultivo, la rugosidad de la cobertura y el control estomático de la transpiración. Por su parte los factores del suelo son el contenido de humedad, profundidad del manto freático y la salinidad (Tijerina, 1992).

En el caso especifico del cultivo de nogal, la mayoría de las investigaciones coinciden en que el consumo de agua del nogal del tercer año en adelante depende del diámetro del tronco, número de árboles por hectárea, etapa fenológica del cultivo y de la localización espacial de la huerta (Miyamoto, 1983; Worthington *et al* 1992 y Godoy *et al* 2000).

Para el cálculo se utilizo la siguiente ecuación.

$$ET_r = K_c * ET_0 \quad (7)$$

Donde:

ET_r = evapotranspiración real

K_c = coeficiente del cultivo

ET_0 = evapotranspiración de referencia

Para determinar el K_c se utilizo las ecuaciones empíricas propuestas por Miyamoto, (1983). Las cuales requieren del cálculo de los Días Grados Crecimiento, determinados con los datos de temperatura registrados en cada estación.

En este caso la determinación de ET_r se acoto a diámetros de tronco del árbol de 42 cm los cuales representan a árboles de 30 años de edad, y un sistema de plantación de 12 x 12 m en marco real, dando una densidad de 70 árboles por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados que presentan corresponden al ciclo vegetativo del nogal para el 2005 y las variables climáticas corresponden de enero a diciembre del mismo año.

La figura 3 muestra la curva obtenida de la ecuación Doorenbos y Pruitt alimentada con las variables monitoreadas por la estación, dicha figura muestra un consumo máximo de referencia en pasto de ET_0 de 8 a 11 mm d^{-1} en el mes de junio y el consumo mínimo fue de valores menores a 4 mm d^{-1} en el periodo enero-febrero y noviembre-diciembre para las diferentes estaciones.

En la figura 4 se muestra el comportamiento de la ET_r para el ciclo fonológico marzo-noviembre de 2005 en cultivo de nogal pecanero en tres estaciones climáticas automatizadas. En dicha se observa que el mes de junio, julio y agosto se presenta el máximo consumo para las tres estaciones, durante este periodo la ET_r oscila entre 7 a 11 mm d^{-1} para las estaciones Las Villas y Cenid-Raspa situadas en la parte baja de la cuenca del Nazas y de 6 a 9 mm d^{-1} en la estación Santa Bárbara situada en la parte media de la cuenca del Nazas.

CONCLUSIONES

La búsqueda para desarrollar tecnología que permita a los productores de nuez y usuarios en general, acceder a información sobre la condiciones ambientales y edáficas de los huertas nogaleras, a través de Internet, condujo a establecer un sistema informático en red para integrar y sistematizar la información generada por las diferentes estaciones climáticas mediante el lenguaje de programación Delphi, el cual se instaló en un servidor sobre una PC en el Cenid Raspa, INIFAP.

Este sistema informático permitió integrar la información generada por tres estaciones climáticas de marca diferente (Devis, Adcon, Motorola), en una sola base de datos y alimentar las aplicaciones desarrolladas sobre Internet, lo que permite su uso y consulta a través del cálculo de horas frió, unidades calor, temperatura ambiental.

El uso de estaciones climáticas en red permite obtener datos de variables climáticos en tiempo real, esto con la finalidad de conocer el valor aproximado de la ET0 utilizada para el calculo de ETr de algún cultivo en especifico y determinado su kc y ETr para pronosticar el cuando y cuanto regar en huertos de nogal pecanero

BIBLIOGRAFÍA

Descroix L., J. F. Nouvelot y J. Estrada. 1997. Geografía de lluvias en una cuenca del norte de México: Regionalización de las precipitaciones en la Región Hidrológica 36. Folleto Cientifico No 10. CENID RASPA INIFAP – ORSTOM. Gomez Palacio Dgo., Mexico. 52 p.

Doorenbos, S. y W. O. Pruitt. 1997. Crop water requiremens . Irrigation and drainage. Paper No. 24. FAO. Roma, Italia.

Godoy A., C., I. Reyes J., C.A. Torres E., M.V. Huitrón R., J. Cristian CH. y J. Morales R. 2000. Tecnología de riego en nogal pecadero. Libro científico nº 1. INIFAP.

Godoy A., C. e I. López M. 2000. Desarrollo de la almendra y germinacion del fruto del nogal pecanero bajo cuatro calendarios de riego. Revista Interamericana Terra, Vol. 17 Num. 4.

Miyamoto S. 1983. Consumptive water use of Irrigated Pecans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(5): 676-68.

Nouvelot J. F. et L. Descroix. 1996. Aridité et sécheresse du Nord-Mexique in Trace (Revista del Centro Francés de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, México), No 30, 9-25 pp.

Ojeda B., W. 1999. Pronostico del riego en tiempo real, 1ª edición, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 60-80 p.

Ludlow, M.M. 1970. Effect of oxygen concentration on leaf photosynthesis and resistances to carbon dioxide diffusion. Plant 91: 285-290 p.

López E., J., L. Tijerina Ch., G. Haro A. Y R. Arteaga R. 1991. calibracion de formulas de evapotranspiración mediante un cultivo de alfalfa como referencia en el área de Montesillo, Estado de México. Agrociencia 2 : 55–77 p.

Ochoa del T., D. G. González C., A. Dzul L. y J. Gutiérrez C. 2006. Sistema informático en red para estaciones climáticas; una aproximación de una agricultura de precisión.

Tijerina Ch., L. 2000. Requerimientos hídricos de los cultivos bajo sistemas de fertirrigacion. Revista Interamericana Terra, Vol 17 Num. 3.

Tijerina Ch., L. 1992. uso eficiente del agua en unidades de riego para el desarrollo rural. Diplomado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Worthington J. W., Lasswell, J.L.A. Stein and M.J. Mc. Farland. 1992. Now that you`ve decided to irrigate… How?....How much?...When ?. ..Pecan South. 22: 6-18.

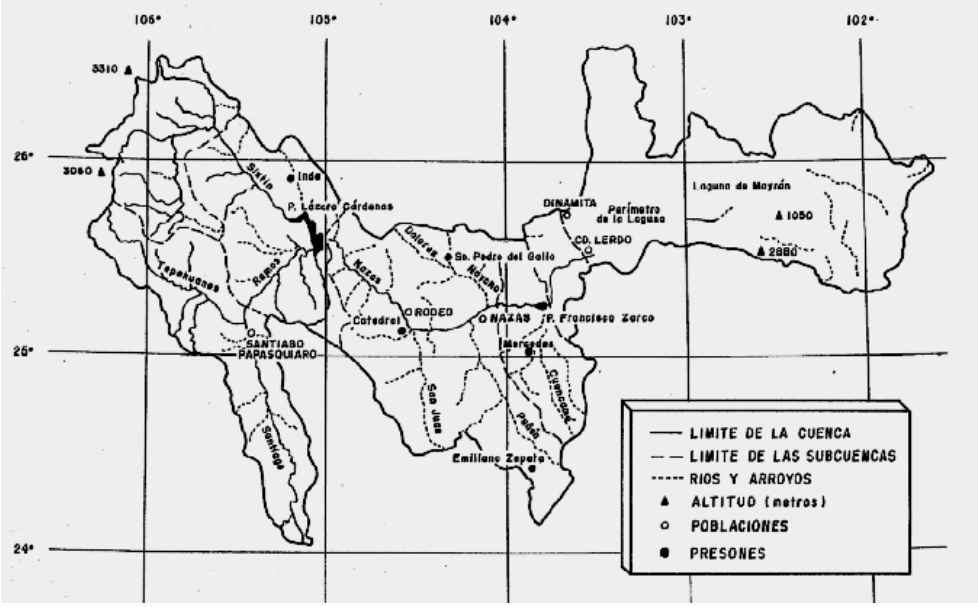


Figura 1. Cuenca del Rió Nazas (Loyer, 1993).

Las Villas

Cenid-Raspa

Santa Bárbara

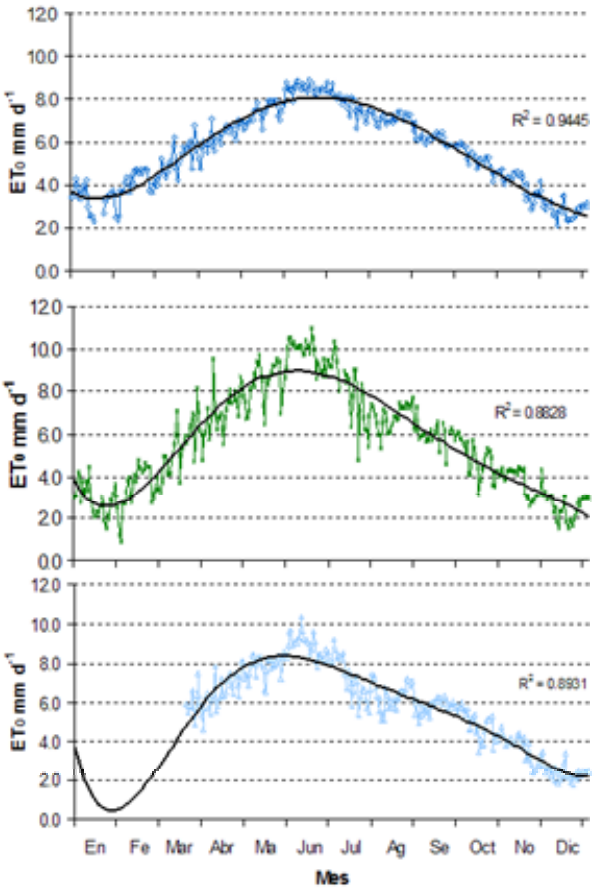


Figura 3. Determinación de la ET_0 para cada estación.

Las Villas

Cenid-Raspa

Santa Bárbara

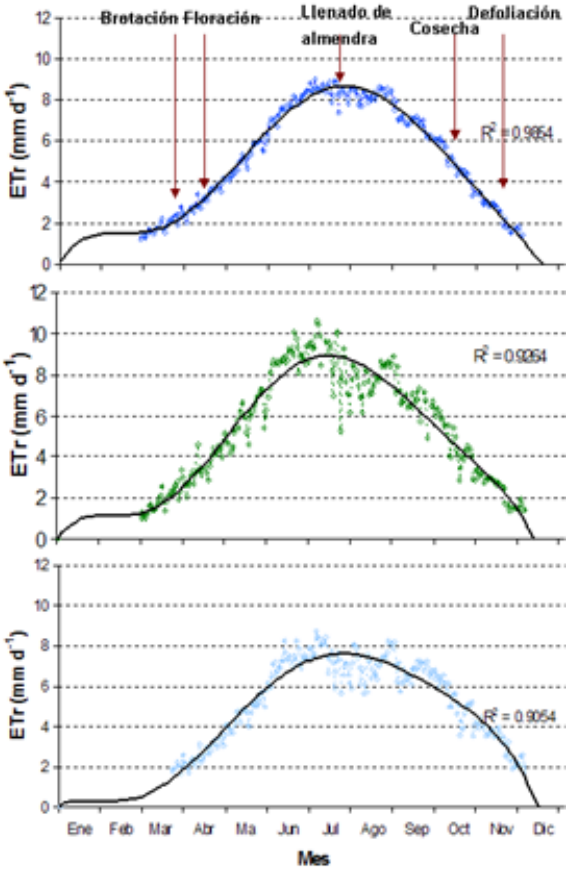


Figura 4. Determinación de la ET_r para cada estación.

VARIACIÓN ESPACIAL DEL CONSUMO DE AGUA PARA LOS CULTIVOS DEL DISTRITO DE RIEGO 017.

Miguel Rivera González, Juan Estrada Avalos y Oscar Manuel Aguero Esqueda

CENID-RASPA, INIFAP, Canal Sacramento Km.6.5 Margen Derecha Gómez Palacio Durango.
Email: rivera.miguel @inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La distribución del agua a los módulos de riego en el distrito de riego 017 de la Región lagunera se realiza en dos períodos de apertura y cierra de la presa. El primer período inicie en 5 de Marzo y termina el 31 Marzo, con el cual se aplica el riego de presiembra y el segundo período del 10 de Mayo al 31 de Julio con el cual se dan tres riegos de auxilio. Se aplican durante el ciclo de los cultivos láminas de riego brutas que fluctúan en el orden de 117 a 158 cm. distribuidas en cuatro riegos incluyendo el de presiembra.

Las láminas de riego se aplican sin considerar la variación del consumo de agua de los cultivos durante su ciclo vegetativo y mucho menos su variación espacial. Lo anterior propicia bajas eficiencias de riego y bajos rendimientos de los cultivos. Para determinar el consumo de agua de los cultivos o evapotranspiración real (ETr) es necesario primero conocer la evapotranspiración potencial (ETp) la cual para un cultivo de referencia (pasto o alfalfa) es conocida como evapotranspiración de referencia (Allen *et al*.,1990; Jensen *et al* 1990). Para obtener la evapotranspiración real de un cultivo es necesario multiplicar la evapotaranspiración de referencia (ETo) por un coeficiente del cultivo (Kc), el cual representa la relación entre la ETr y la ETo. El coeficiente del cultivo se puede determinar empíricamente o de datos experimentales (Doorembos y Pruit, 1977; Inzunza y Mojarro,1989; Annandale y Stock,1994).

Los métodos o ecuaciones para estimar ETo se pueden clasificar en cuatro categorías: métodos aerodinámicos, de balance energético, combinatorios, semiempíricos y empíricos (Ojeda *et la* 2004). Los métodos más precisos para estimar ETo tales como el de Penman-Monteith (Monteith, 1981) requieren mayor número de variables climáticas como la radiación neta que en la mayoría de las estaciones climáticas del país se carece de esta información, por lo cual se hace uso de otros métodos más sencillo como la ecuación de Hargreaves y Samani (1985). que utiliza datos de temperatura y estima la radiación solar conociendo la latitud del lugar o estación climática. Los datos climáticos que requieren estos modelos se pueden obtener de mediciones directas de estaciones climáticas para la programación de los riegos en tiempo real o la utilización de datos promedio históricos. En base a lo anterior el

objetivo principal de este trabajo fue determinar la variación espacial de la evapotranspiración de los cultivos en el distrito de riego 017. de la Región Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

La metodología utilizada comprendió las siguientes actividades o fases:

- Acopio de la información climática
- Digitalización del plano del distrito de riego 017 con sus módulos de riego y texturas de suelos.
- Localización espacial de las estaciones climáticas en el plano del distrito de riego
- Conformación de un año promedio de las variables climáticas.
- Información de los cultivos
- Cálculo del consumo de agua de los cultivos

Acopio de la información climática**.**

La información de clima de cada una de las estaciones termopluviométricas fue proporcionada por la Gerencia de las Cuencas Centrales del Norte de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Las variables climáticas analizadas fueron: la temperatura máxima, mínima, promedio y precipitación pluvial diaria por un período de tiempo de 20 a 25 años.

Digitalización del plano del distrito de riego 017 con sus módulos de riego y texturas de suelo.

A partir de un plano del distrito de riego con sus módulos de riego y texturas de suelo se escaneo para posteriormente georeferenciarlo en Arc-view y poder manipularlo. Se excluyeron de este análisis los módulos de riego Rodeo, Nazas y San Jacinto debido que no se dispuso de datos de textura de suelos para estos módulos.

Localización espacial de las estaciones en el plano del distrito de riego.

Una vez que se dispuso del plano del distrito de riego en Arc-view y conociendo las coordenadas geográficas de cada estación estas se ubicaron en el área de influencia del distrito de riego. También se determinó el área de influencia de cada estación climática utilizando la técnica de polígonos de Thiessen.

Conformación de un año promedio para cada estación.

La conformación de un año promedio para cada estación climática consistió en obtener el promedio diario de los datos de temperatura máxima, mínima de todos los años de registro para cada estación climática.

Información de los cultivos.

Se recabó información de los principales cultivo establecidos en los módulos de riego del distrito de riego 017 ubicado en la Comarca Lagunera, la información recabada se refiere al ciclo vegetativo, fecha de siembra y abatimiento permisible de la humedad aprovechable.

Texturas de suelo seleccionadas y profundidad de humedecimiento.

Se seleccionaron tres texturas de suelo según las obtenidas en el plano de texturas de los módulos de riego del distrito de riego 017 y una profundidad de humedecimiento de suelo de 120 a 150 cm según el cultivo.

Las texturas se seleccionaron tomando en cuenta la mayor superficie en dos de ellas y una con superficie intermedia según el plano de texturas de los módulos de riego.

Cálculo del consumo de agua.

La evapotranspiración real se calculo utilizando el programa de riegos generado por el CENID-RASPA (Catalán *et al* 2005) con la modificación que en lugar de utilizar las variables climáticas promedio para todo el distrito de riego, utiliza los valores promedio para cada estación climática ubicada en el distrito de riego 017.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cálculo de la evapotranspiración real se realizo para los cultivos anuales: maíz forrajero, maíz para grano, tomate, chile jalapeño, algodonero, frijol, melón, sandía y sorgo forrajero, para tres texturas de suelo diferentes (Franco arcillosa, franca y franco arenosa).

Como un ejemplo de los resultados encontrados únicamente se presentan los resultados para el cultivo del tomate, algodonero y maíz forrajero en un suelo de textura franco arcillosa.

La variación espacial de la evapotranspiración real para el cultivo del tomate se presenta en el Cuadro 1. El máximo valor de evapotranspiración se presenta para la estación Emiliano Zapata y el mínimo en la estación Lerdo, existiendo una diferencia entre estas dos estaciones de 18.2 cm. de agua evapotranspirada.

Cuadro 1.- Variación espacial de la evapotranspiración real para el cultivo del tomate en un suelo de textura Franco arcillosa.

Estación climática	Estado	Evapotranspiración real (ETr) (cm.)
Bajío de Ahuichila	Coahuila	86.7
Emiliano Zapata	Coahuila	94.0
El Cuije	Coahuila	87.3
Presa Guadalupe	Coahuila	83.0
Presa Coyote	Coahuila	84.8
San Pedro	Coahuila	85.4
Lerdo	Durango	75.8
Mapimí	Durango	86.6
Tlahualilo	Durango	87.4

Para el algodonero y maíz forrajero (Cuadros 2 y 3) se tiene un comportamiento similar, de nuevo la estación Emiliano Zapata presenta los valores de evapotranspiración más altos y los mas bajos es presentan en la estación Lerdo.

La diferencia entre estas estaciones es de 7.4 cm. de lámina de agua para el algodonero y 8 cm. para el maíz forrajero. La mayor diferencia en consumo de agua encontrada para el cultivo de tomate se debe a una mayor duración del ciclo vegetativo el cual se consideró de 150 días, siendo para el algodonero de 110 días y de 120 días para el maíz forrajero.

Cuadro 2.- Variación espacial de la evapotranspiración real para el algodonero en un suelo de textura Franco arcillosa.

Estación climática	Estado	Evapotranspiración real (ETr) (cm)
Bajío de Ahuichila	Coahuila	60.7
Emiliano Zapata	Coahuila	62.7
El Cuije	Coahuila	61.3
Presa Guadalupe	Coahuila	57.1
Presa Coyote	Coahuila	56.5
San Pedro	Coahuila	59.2
Lerdo	Durango	55.3
Mapimí	Durango	60.0
Tlahualilo	Durango	61.6

Cuadro 3.- Variación espacial de la evapotranspiración real para el maíz forrajero en un suelo de textura Franco arcillosa.

Estación climática	Estado	Evapotranspiración real (ETr) (cm)
Bajío de Ahuichila	Coahuila	63.6
Emiliano Zapata	Coahuila	65.9
El Cuije	Coahuila	64.6
Presa Guadalupe	Coahuila	60.3
Presa Coyote	Coahuila	60.3
San Pedro	Coahuila	62.2
Lerdo	Durango	57.9
Mapimí	Durango	62.7
Tlahualilo	Durango	64.8

CONCLUSIONES

Los mayores consumos de agua o evapotranspiración real se presentan en el área de influencia de la estación climática Emiliano Zapata, la cual tiene influencia en parte del módulo de riego San Miguel (Modulo VII) en el estado de Coahuila.

En las texturas de suelo franco arenosa es donde se encontraron las mayores diferencias entre consumos de agua entre estaciones climáticas.

El cultivo de tomate presentó la mayor diferencia en consumo de agua siendo esta de 18.2 cm. entre la estación Emiliano Zapata y Lerdo, esta última tiene área de influencia en parte de los módulos de riego el Vergel (Modulo IV) y Brítinham (MóduloV) del estado de Durango.

Es de gran importancia considerar la variación espacial de los factores climáticos y textura del suelo, lo cual permite obtener información de la variación del consumo de agua en forma más precisa y así obtener un uso más eficiente del agua.

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.

Annandale, J.G. and C.O. Stockle. 1994. Fluctuation of crop evapotranspiration coefficients with weather: a sensitivity analysis. Irrig. Sci. 5:1-7.

Catalán V,E.,I. Sanchez C., M.Villa C., M. Inzunza I. y F. S Mendoza M. 2005. Aplicación Computacional en red para la estimación de las demandas de agua y al calendarización de los riegos en los distritos de riego del pais. XII Semana Internacional de Agonomía. FAZ-UJED. Pag 151-157.

Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1977. Crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 24. Food and Agriculture Organization. United Nations, Rome, Italy.

Hargreaves, G.H., and Z.A. Samani. 1985. Reference crop evapoptranspiration from temperature. Applied Eng. In Agric. Nº 1 pp. 96-99.

Inzunza, I. M. A. Y F. Mojarro D. 1989. Determinación y simulación del coeficiente de ajuste por desarrollo del cultivo maíz. Reporte Técnico CENID RASPA INIFAP.

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., R. Martínez E. y M. Carrillo G. 2004. Calendarización del riego teoría y práctica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 243 pag.

Monteith,J.L. 1981. Evaporation y surface temperatura. Quart. J.R. Meteorol. Soc. 107: 1-27

IDENTIFICACION Y CAPACITACION DE ESPERMATOZOIDES DE BOVINOS X O Y MEDIANTE LA UTILIZACION DE ANTICUERPOS RECOMBINANTES DE CADENA SENCILLA (SCFV) POR INSEMINACION ARTIFICIAL, PARA MEJORAR LOS SISTEMAS DE PRODUCCION LECHERA.

M. C. Raymundo Rivas Cáceres
Estudiante del Doctorado en el CIMAV y Profesor Investigador de los programa de Biología y Química en el Departamento de Ciencias Básicas del Instituto de Ciencias Biomédicas, de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

M. C. Alberto Borrego Ponce
Profesor de Biología y Química en el Instituto de Ciencias Biomédicas, Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
e-mai: rrivas@uacj.mx

INTRODUCCION

Actualmente hay mucho interés en identificar y separar espermatozoides X y Y. En la actividad agropecuaria la preselección de sexo aumentaría la eficiente producción de productos animales (leche, carne, etc.). El desarrollo de métodos sencillos para la selección de espermatozoides X y Y ofrecería una alternativa menos agresiva. La alta producción de carne, leche y productos derivados, junto con la obtención de sementales ya seleccionados, ayudaría a disminuir la hambruna en el mundo que llega a los 800 millones de personas, estos serian algunos de los problemas que podrían ser resueltos con la determinación de sexo (Teitel *et al.*, 2003).

Actualmente se han desarrollado algunos procesos para verificar las proporciones sexuales a nivel de espermatozoides, como el reanalisis de contenido de ADN por citometría de flujo donde se utiliza equipo muy costoso, hibridación *in situ* fluorescente (FISH), además del uso de la reacción de cadena de la polimerasa (PCR) en espermatozoide individual; estos métodos han sido efectivos en ensayos de muestras para determinar las proporciones de espermatozoides X y Y (Welch y Johnson, 1999). Sin embargo los espermatozoides no son viables después de estos procedimientos y no pueden ser reutilizados (Hohenboken, 1999). Existen otros métodos para la separación de espermatozoides X o Y por centrifugación en gradiente de densidad pero estos no logran una buena separación (Wang, *et al*. 1994). El sexado de embriones puede ser utilizado también en postfertilización para llegar al mismo resultado (Seidel, 1999).

Se seleccionaron 50 clonas específicas de anticuerpos monoclonales, cuyo uso va ser de bajo costo, fácil manejo, y muy eficiente para separar espermatozoides X o Y, lo cual nos ayudaría en la determinación y en la preselección del sexo en bovinos.

Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Construir genotecas de regiones variables de anticuerpos de gallina contra espermatozoides vivos de toro.
2. Expresar las genotecas en la superficie de fagos filamentosos M13.
3. Seleccionar los fagos que expresan scFv contra la superficie de espermatozoides vivos de toro.
4. Expresar en células TOP10F' los scFv en forma soluble.
5. Seleccionar los scFv solubles contra espermatozoides de toro.
6. Utilizar los scFv seleccionados para intentar reconocer espermatozoides X y Y por métodos inmunocitoquímicos.

MATERIALES Y METODOS

Animales utilizados

Se utilizaron gallinas ponedoras de 2 kg de la raza White Leghorn, con características genéticas uniformes, edad y régimen alimenticio. Otras caracteristicas como jaulas, comederos y bebederos, también se manejaron con la misma uniformidad. Todo esto con el fin de reducir al máximo el error experimental para tener como único factor de variación la respuesta a las inmunizaciones.

Preparacion de los antigenos

Se utilizaron espermatozoides de toro (raza Holstein-Frizian) criopreservados con nitrógeno líquido en pajillas con 93 x 10^6 células/mL. Los espermatozoides fueron colectados y puestos en un tubo Falcon de 15 mL y centrifugados a 2 500 rpm por 2 min. El sobrenadante fue descartado y el paquete fue resuspendido en 5 mL de PBS 0.01 M pH 7.4. Se realizó un segundo lavado de centrifugación a 3000 rpm por 2 min. Este proceso fue repetido por tres veces con la finalidad de lavar el material biológico. Finalmente se resuspendieron en 5 mL y se confirmó por microscopía que no estuvieron dañados.

Fijación de espermatozoides de toro

Las suspensiones de espermatozides en PBS fueron colocadas en bolsas separadas de diálisis (30 kDa MWCO) y sumergidas en una solución de glutaraldehido al 2% en PBS por 6 horas con agitación a temperatura ambiente en un extractor para evitar exposicion al gluteraldehido. Posteriormente se dializaron por 24 hr con cambios de un un litro de PBS cada 6 hr para remover el glutaraldehido. Después de fijación las muestras se almacenaron a 4ºC.

Se realizaron conteos con la cámara de Makler para registrar el número y calcular su concentración de espermatozoides. Para cada inmunización se fijaron nuevos espermatozoides.

Preparación de espermatozoides vivos de toro

Después de las lavadas en PBS los espermatozoides de toro se contaron en la camara de Makler y se calculó su concentración y se diluyeron con PBS a las concentraciones indicadas.

Inmunizaciones

Se inmunizaron tres gallinas con inyecciones en el músculo pectoral con espermatozoides diluidos y llevados cada uno a un volumen final de 550 uL de PBS bajo el siguiente esquema, tablas 1 y 2.

Tabla 1. Concentración de espermatozoides vivos y fijados.

Gallina	Especie	Fijados	Vivos
1	Toro	1.01×10^6	1.01×10^6
2	Toro		6.64×10^6
3	Toro	5.75 x 106	

Purificación de los anticuerpos IgY de la yema de huevo.

Para los ELISA se utilizaron los huevos recolectados un día antes de la primera inmunización (día -1, preinmune) y posteriormente se recolectaron los huevos de dos a tres días antes de las inmunizaciones: día 10, día 17 y día 24.

La IgY se purificó de la yema con el kit Eggstract IgY de Promega, siguiendo las instrucciones del fabricante. La concentración de la IgY fue determinada por espectrofotometría a 280 nm (A_{280} de 1.4 = 1 mg/ml en PBS).

RESULTADOS Y DISCUSION

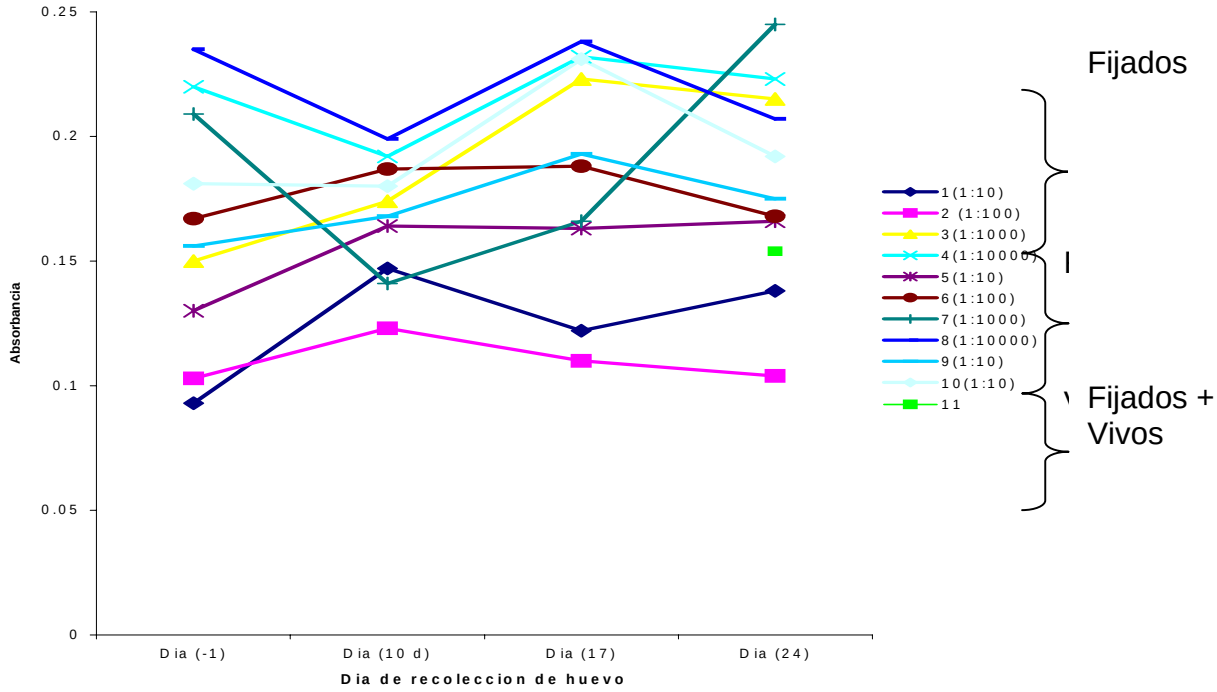


Figura 1. Evaluación de la respuesta inmune de las IgY de la gallina 1 inmunizada con espermatozoides de toro vivos y fijados.

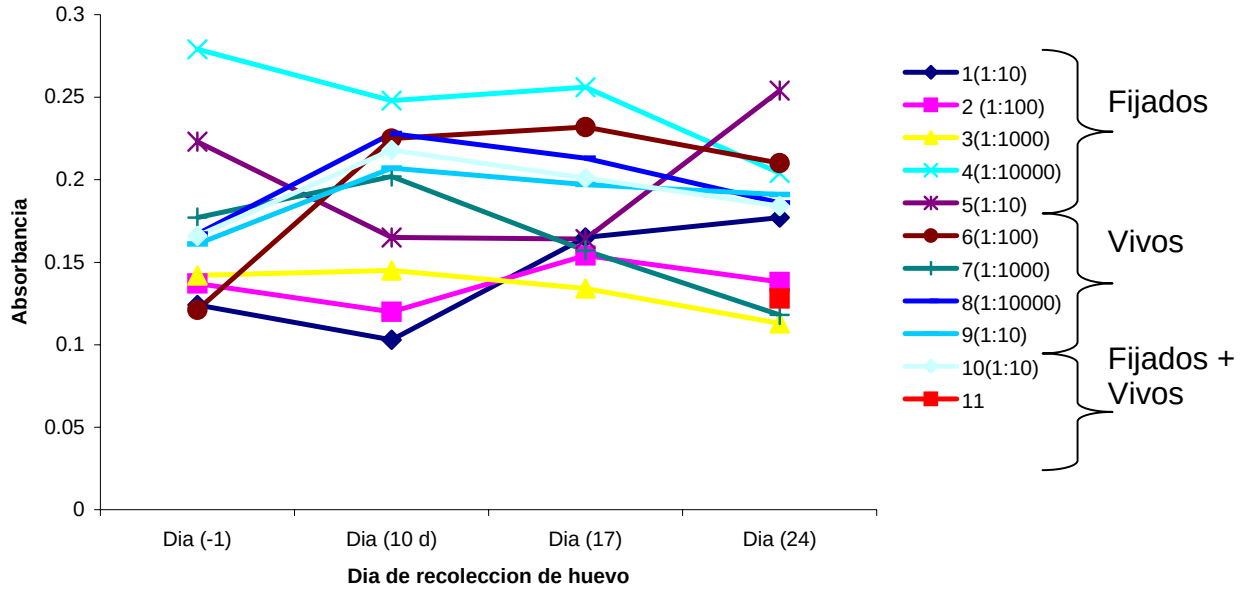


Figura 2. Evaluación de la respuesta inmune de las IgY de la gallina 2 inmunizada con espermatozoides de toro vivos.

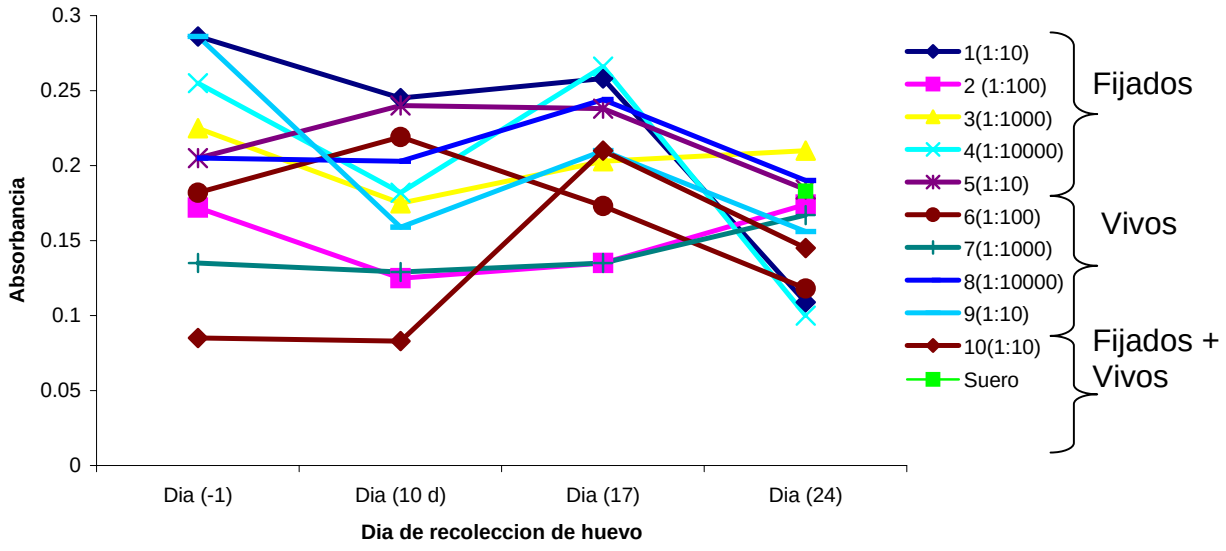


Figura 3. Evaluación de la respuesta inmune de las IgY de la gallina 3 inmunizada con espermatozoides de toro fijados.

Resultados de las selecciónes de las gallinas inmunizadas.

El criterio utilizado en esta selección asume que entre mejor respuesta de IgY al antígeno, más cantidad de RNA mensajero de los anticuerpos se encuentra en el bazo. En la gallina 1 inmunizada con espermatozoides de toro vivos y fijados (figura 1), los títulos de los anticuerpos se elevaron en el huevo del día 24 en diluciones de 1:1000 (linea 3) y 1:10 000 (linea 4) de espermatozoides fijados y 1:1000 en espermatozoides vivos, por lo que se seleccionó para obtener una genoteca. La gallina 2 inmunizada de espermatozoides de toro vivos (figura 2) mostró buena respuesta a espermatozoides vivos en el huevo del día 24 con diluciones de 1:10 (linea 5) y 1:100 (linea 6). Esta gallina reaccionó preferencialmente contra espermatozoides vivos por lo que se seleccionó para obtener una genoteca. En la gallina 3, inmunizada con espermatozoides de toro fijados (figura 3), se observó que los títulos disminuyeron en el huevo del dia 24, por lo que se concluyó que no fue una buena candidata.

Extracción del RNA de las gallinas seleccionadas.

Se seleccionaron la gallina 1 (inmunizada con espermatozoides de toro vivos y fijados), y la gallina 2 (inmunizada con espermatozoides de toro vivos). Las gallinas fueron sacrificadas 5 días después de la última inmunización.

Extracción de RNA total

Para extraer el RNA total se empleo el kit RNAstat (Tel-Test Inc.), siguiendo las indicaciones del fabricante. Por cada 50-100 mg de tejido, se adicionó 1 mL de RNAstat. Posteriormente el tejido fue homogenizado con un homogenizador de vidrio de tipo manual. Se centrifugó y al sobrenadante se le adicionaron 200 μL de cloroformo por cada mL de RNAstat.

Se dio vortex por 1 min y se centrifugó a 14,000 rpm por 15 min a 4ºC Se recuperó el sobrenadante a un nuevo tubo y se precipitó el RNA por la adición de 0.5 mL por cada mL de RNAstat utilizado.

Posteriormente se centrifugó a 14,000 rpm durante 10 min. El paquete se lavó 2 veces con 500 μL de etanol al 70 %. Luego se secó al aire para finalmente resuspender en 50 μL de agua libre de nucleasas (Sigma). El RNA aislado se cuantificó colocando 2 μL de muestra (RNAt) en 1 mL con H_2O destilada utilizando como factor de conversión A_{260} = 1 para 40 μg/mL de solución, obteniendose los siguientes resultados.

Tabla 2. Resultados de la pureza y concentración del RNA total. * La poca pureza del RNA de la gallina 1 probablemente fue debido a que el bazo se fragmento a la hora de su extracción.

Muestra	A $_{260}$ nm	A $_{280}$ nm	Concentración de RNAt en μg/μL	A_{260}/A_{280}
Gallina 1*	0.040	0.0486	1.489	0.823
Gallina 2	0.109	0.067	2.198	1.626

Purificación del RNA mensajero a partir del RNA total

Se utilizaron 200 μg de oligo dT esferas, colocados en una columna. La columna, fue lavada con 10 mL de NaOH 0.1 M y dejada que corra 20 mL de H_2O-DEPC a 45º C. Posteriormente la columna se equilibró con 6 mL de solución de unión. Al RNA total se le agregó un volumen igual de KCl 1M, la muestra fue adicionada a la columna con una velocidad de flujo de 0.5mL/3 min. Posteriormente la columna fue lavada con 3 mL de solución de unión.

Para la elución se utilizaron 6 mL de H_2O-DEPC caliente colectando fracciones de aproximadamente 700 μL. Las fracciones eluídas fueron cuantificadas por absorbancia a 260 nm.A las fracciones que presentaron las lecturas más altas, se precipitaron adicionando 1/10 volúmen de acetato de sodio 3 M más 2 volumenes de etanol absoluto, incubando por 2 hr a -20° C. Posteriormente la muestra fue centrifugada a 14,000 rpm a 4°C por 30 min, el paquete fue lavado con etanol a 70 % y centrifugado a 14,000 rpm por 30 min. El paquete secado al aire y resuspendido en 30μl de agua DEPC.Para este caso se realizó la extracción de RNA mensajero de las gallina 8, las cuantificaciones se hicieron colocando 2 μL de muestra (RNAm) diluyendo a 0.8 mL con H_2O destilada.

Tabla 3. Resultados de la pureza y concentración del UNAM

Muestra	A $_{260}$ nm	A $_{280}$ nm	Concentración de RNAm en μg/μL	A_{260}/A_{280}
Gallina 1	0.030	0.025	0.480	1.2

Síntesis de cDNA de una sola hebra a partir de RNAt y RNAm con transcriptasa reversa

La retrotranscripción se hizo a partir de RNA total (RNAt) extraído del bazo de la gallina 1 y también a partir del RNAm purificado del RNAtotal de la gallina 1, con el kit Superscript First Strand System de BRL.Para la síntesis del cDNA se utilizaron 20 μg de RNA total o 20 μg RNA mensajero, adicionando 8 μL de de Oligo $dT_{(12\text{-}18)}$ 500 ng/μL, ajustando a un volumenen de 96

µL con agua DEPC estéril. La mezcla fue incubada a 70 °C por 10 min y luego por 1 min en hielo para alinear el primer Oligo dT con la cola poliadenilada poli A^+del mRNA durante, posteriormente se adicionarón 16 µL de amortiguador PCR, 16 µL de 25mM $MgCl_2$ y 8 µL de dNTP's 10 mM (dGTP, dTTP, dATP y dTTP) y 16 µL de DTT 100 mM, la muestra fue incubada a 42 °C por 5 min.

Después 8 µL de transcriptasa reversa (200 U/µL) fue adicionada manteniendo la incubación a 42 °C por 1 hr. La inactivacion de la transcriptasas reversa se llevo a cabo durante 15 min, a 70 °C y posteriormente se colocó en hielo y se centrifugo. Para eliminar el RNA presente, se adicionaron 8 µL de RNAsaH (2U/ µL) y se incubó por 20 min a 37 °C, el cDNA se almaceno a –80 °C, hasta su uso.

Construcción de los scFv.

Una vez obtenido el cDNA se lleva a cabo el primer PCR (reacción en cadena de la polimerasa) que consistió en amplificar por separado los genes codificantes para las cadenas variables ligeras (VL) y la cadenas variable pesadas (VH).

Después, un segundo PCR unió al hazar las cadenas variables ligeras con las cadenas variables pesadas a través de un unidor dando como producto una gran variedad de fragmentos scFv (fragmentos variables de cadena sencilla) con mayor diversidad de las encontradas en las gallinas, aumentando con esto la posibilidad de generar un scFv que puede discriminar entre espermatozoides X y Y (figura 4).

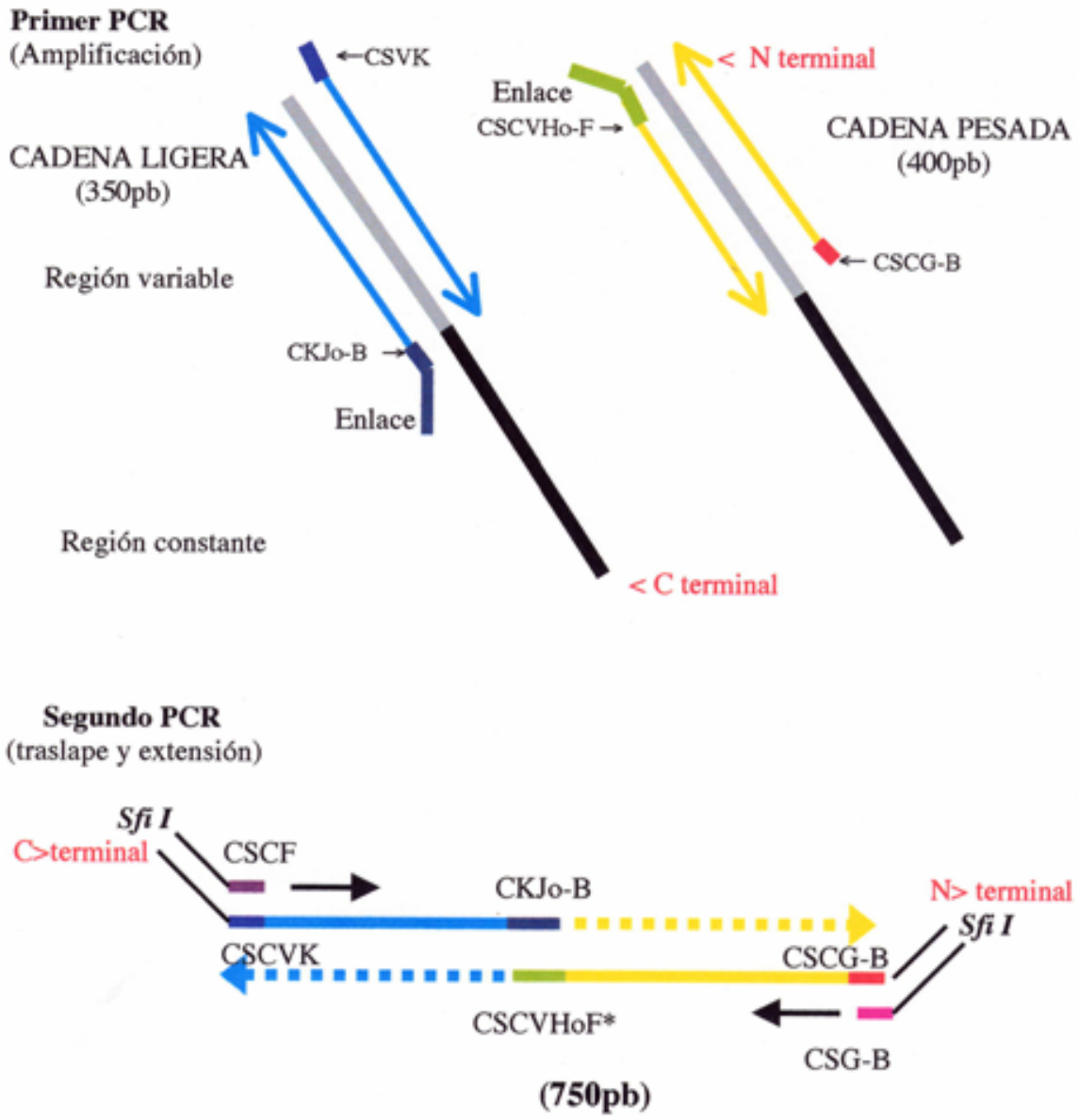


Figura 4. Diagrama de las 2 reacciones de PCR para la obtención de los genes de VL (350 pb), VH (400 pb) y su posterior traslape y extensión para dar un producto de 750 pb formando una gran variedad de scFv específicos. De toro se tienen 50 clonas seleccionadas que expresan scFv de los cuales 32 tienen plásmidos purificados.

Resultados de la amplificación de los scFv por PCR.

Bastó digerir estos productos con la enzima BstnI para producir diferentes tamaños de fragmentos, se asume que son anticuerpos diferentes, con la posibilidad de secuenciarlos en el futuro.

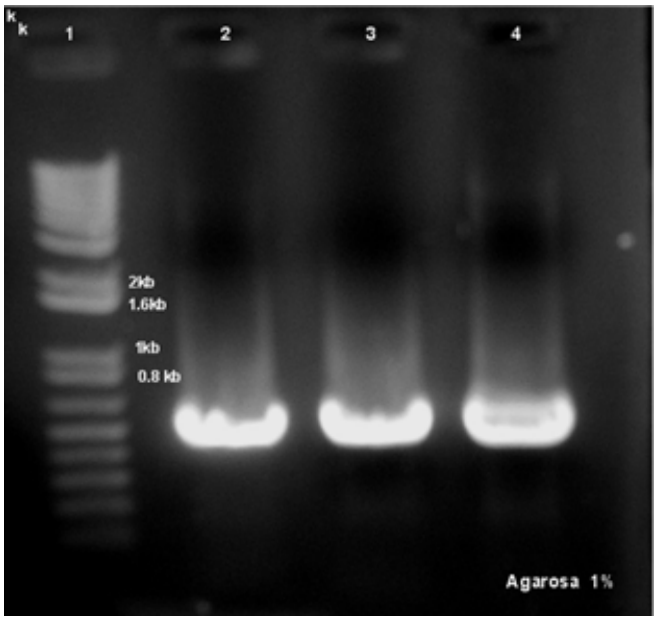


Figura 5. Amplificación de los genes de los anticuerpos de cadena sencilla en tres clonas diferentes de toro. Carril 1, marcadores de pares de bases. Carril 2: clona D7 (800 pb). Carril 3: clona C2. Carril 4: clona D9. Se aplicaron 5μL de amplificado ScFv (800 pb) + 2μL de amortiguador de corrimiento.

Localización de los antígenos en la superficie de los espermatozoides por inmunocitoquímica

Una estrategia que se planteo fue determinar si los scFv hasta ahora seleccionados son capaces de reconocer solamente espermatozoides X o Y. Los scFv producidos tienen una etiqueta (epítope para hemaglutinina HA) antes de las 6 histidinas en el N Terminal Esta etiqueta fué reconocida por un segundo anticuerpo (anti-HA conjugado con fluoresceína o peroxidasa), así se puede detectar el sitio en la superficie del espermatozoide donde se pegó el scFv. Entonces si contamos 100 espermatozoides y solamente 50 son marcados con fluoresceína o peroxidasa, nos dice que hay un anticuerpo específico contra X o contra Y, y esto se puede corroborar por otro método, por ejemplo el FISH. En este momento se estan estandarizando los métodos inmunocitoquímicos. Ejemplos de los métodos que se esnta utilizando, cuyos resultados preliminares se muestran abajo.

Resultados preliminares de inmunocitoquimica con semen de toro.

El scFv de la clona C2 detectó una región proximal del flagelo (probablemente la mitocondria), y unas regiones apicales y posteriores de la cabeza (figura 6). Un anillo ecuatorial en la cabeza tambien se marcó en algunas espermatozoides teñidos.

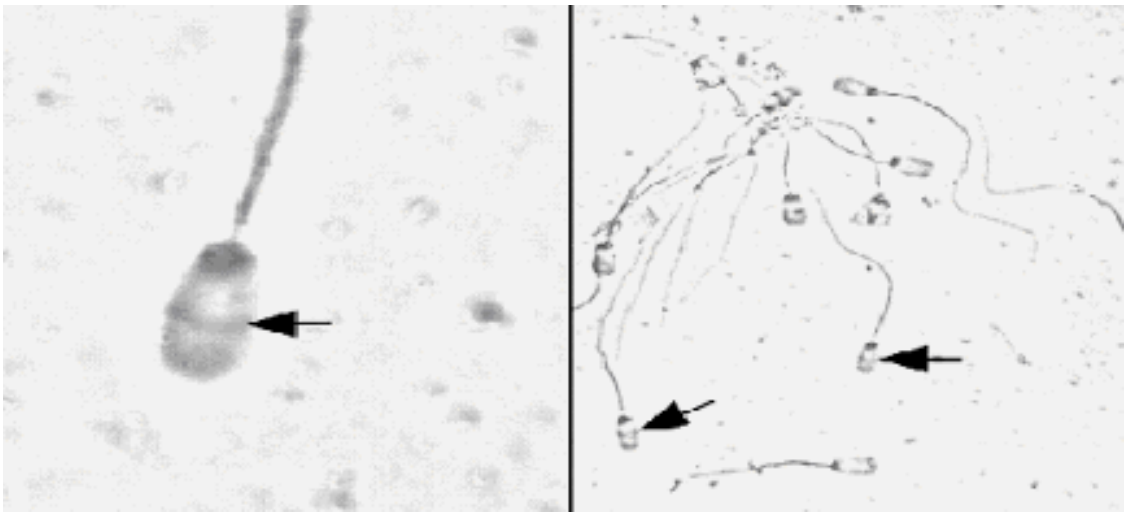


Figura 6. Inmunocitoquímica con el scFv de la clona C2 y usando como segundo anticuerpo anti-HA con peroxidasa.
El scFv de la clona E7 también marcó la región proximal del flagelo y el apice de la cabeza (figura 7).

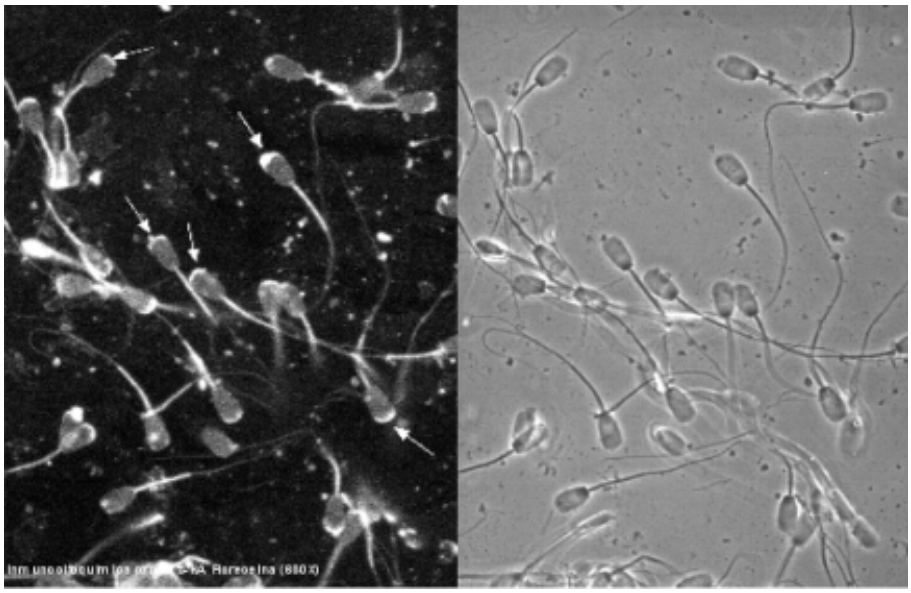


Figura 7. Inmunocitoquímica con el scFv de la clona E7 con el segundo anticuerpo anti-HA con fluoresceína.
Aunque estos resultados son preliminares, son prometedores. Sin embargo faltan mas experimentos para descartar marcaje inespecifico y determinar si hay antígenos que se encuentran en solamente ~50% de los espermatzoides, que serían los candidatos para distinguir entre espermatozoides X y Y.

CONCLUSIONES

Los métodos inmunocitoquímicos que se utilizaron muestran que es factible discriminar entre espermatozoides marcados y no marcados. Los anticuerpos IgY de las gallinas inmunizadas con espermatozoides vivos de toro (6.64 x 10^6) reconocen preferencialmente espermatozoides vivos de toro.

De los fagos seleccionados se purificaron plásmidos y se transformaron en células TOP10F' las cuales expresaron los scFv solubles. 50 clonas de toro que expresan scFv que reconocen espermatozoides fijados de toro.

De estas clonas que expresan scFv solubles se han purificado 32 plásmidos purificados con scFv contra espermatozoides de toro. De todos estos plásmidos se amplificó la región scFv contra espermatozoides de toro, estas están listas para cortar y determinar si difieren en secuencia. Para finalizar diremos que tenemos 50 clonas de scFv contra espermatozides de toro y las herramientas necesarias para indentificar y separar los espermatozoides. Solamente falta probar los scFv uno por uno hasta discriminar entre espermatozoides X y Y.

Se han empezado a estandarizar y probar estas clonas por métodos inmunocitoquimicos usando como segundo anticuerpo un conjugado con peroxidasa o con fluoresceína para ver si pueden discriminar diferencias en la membrana plasmática entre espermatozoides X y Y. Se ha realizado el trabajo principal y se tiene ahora todas las herramientas para probar la hipótesis de que hay diferencias en la superficie membranal de espermatozoides X y Y.

Contamos con todas las herramientas necesarias para que en un futuro cercano podamos responder esta controversia y ofrecer una mejor alternativa para controlar y separar sexo en bovinos.

Este es un trabajo cuya importancia consiste en implementar una metodología dirigida a incrementar el porcentaje de descendientes de uno u otro sexo en ganado, mediante el contacto de una muestra de espermatozoide con un anticuerpo especifico correspondiente al sexo que se quiere seleccionar, el anticuerpo esta unido a una esfera magnética de un diámetro que propicie la separación de un espermatozoide que tenga la suficiente motilidad para permitir la inseminación y la fertilización de manera exitosa (Benjamín *et al*. 2002).

Las aplicaciones que se pueden encontrar a este método son de gran importancia economica en la producción pecuaria, en vista de que se puede incrementar la producción de leche y carne en las distintas razas de bovinos. En la producción lechera, mediante este método, existe la factibilidad de seleccionar hembras exclusivamente, con el fin de incrementar la producción aproximadamente al doble, lograndose un beneficio económico, con una menor inversión.

BIBLIOGRAFIA

Benjamín *et al*. 2002. Metho For Sex Determination of Mammalian offspring. Patent No.:US6489,092 B1.

Hohenboken, W. 1999. Applications of sexed semen in cattle production. Theriogenology. 52:1421-1433.

Seidel G.E. 1999. The need for sex control. Sexing mammalian sperm –overview state of the art. J. Reprod. Fertil (suppl 52) 1267-1272.

Teitel, M y Wilson, K. 2003. Alimentos genéticamente modificados, 2da edición, Ed. Inner Traditions en Español. México D.F., p 106.

Wang, HX. *et al*. 1994b. Discontinuous percoll gradients enrich X-bearing human spermatozoa: a study using double-label fluorescence in-situ hybridization. Hum Reprod. 1994 Jul;9(7):1265-70.

Welch G.R y L.A Johnson 1999. Sex preselection: Laboratory Validation of the sperm sex ratio of flow sorted X- and Y- sperm by sort reanalysis for DNA. Theriogenology; 52:1343-1352.

CONTRIBUCIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AL MANEJO DE UN AGOSTADERO EN ZONA SEMIÁRIDA DE MÉXICO

Huerta García, Alexis[1], Juan Estrada Avalos[2], Miguel Rivera González[2]
José Villanueva Díaz[2], Guillermo González Cervantes[2]

[1]Tesista Licenciatura ESB-UJED, Filadelfia s/n, Gómez Palacio Dgo. e-mail: sixela_hg@latinmail.com
[2] INIFAP CENID-RASPA, Km 6.5 Margen Derecha del Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. México. 35140. Tel.: 719 10 76 y 77; Fax: 719 11 34; estrada.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) representan espacialmente grupos de entidades y procesos conectados entre si, además de las actividades que obran recíprocamente para un propósito común. Los SIG, permiten contar con información útil para la observación, medida, descripción, explicación, pronóstico y toma de decisión partir de su análisis.

Los principios fundamentales de estos sistemas se basan en la utilización de datos geográficamente referidos (localización, proximidad, distribución espacial), además de variables sujetas a la variación temporal de su distribución en el espacio (variables climáticas y demográficas), e incluye las operaciones que apoyan su análisis espacial (Goodchild 1997).

El origen de la información que se integra en los SIG puede ser muy variada y de diversa índole (cartografía derivada de fotos áreas, censos poblacionales, inventarios de campo, modelos digitales de elevación, etc.). Sin embargo, en los últimos años la información derivada de las imágenes de satélite es, sin duda, una fuente muy valiosa y de gran interés en el área de la conservación y manejo de los recursos naturales.

El desarrollo tecnológico a los que han sido sometidos los satélites en los últimos años, ha permitido incrementar su número en órbita con una significativa mejoría en su resolución espectral y espacial, así como en el volumen y detalle de la información geográfica (Martínez 2002). No obstante el desarrollo de esta tecnología, en México aún queda mucho por hacer en este sentido.

Las aplicaciones en la conservación y manejo de los recursos naturales restan aún incipientes en nuestro país, quedando en casos aislados y aplicaciones muy específicas.

Para el caso del presente estudio, el agostadero del ejido San Luis del Cordero Dgo., se presentan los resultados de una primera etapa de trabajo consistente en la integración de un SIG.

Este sistema tiene la finalidad de establecer las bases para una adecuada gestión de los recursos naturales en esta zona, conjugando los resultados con el manejo del ganado que ahí se realiza.

MATERIALES Y MÉTODOS

La integración del SIG se realizó con información de diferente índole, tomando como base ortofotos de la zona de estudio (G13D32c y f; G13D33a,b,d y e), las cuales permitieron verificar la adecuada yuxtaposición de la información. Por facilidad en el manejo de la información, toda la información se proyectó en UTM NAD27. La información cartográfica que se integró correspondió a porciones de las cartas del INEGI G13D32 y 33, en los temas de edafología, geología, uso del suelo y vegetación y topografía. Cada una de las cartas temáticas se transformó en formato digital para posteriormente proceder a su digitalización en pantalla utilizando el software ARCMAP 9.0. La digitalización en pantalla se realizó desagregando todos los atributos de cada carta y generando un *layer* para cada caso, con excepción de la carta topográfica donde solo se digitalizaron los atributos de arroyos, caminos y servicios. De igual forma, se procedió a integrar los límites del agostadero a partir de la información cartográfica proporcionada por el RAN (Registro Agrario Nacional). En este caso, los puntos que delimitan al agostadero se encuentran proyectados en TME, utilizadas comúnmente en las delimitaciones ejidales. Para su transformación en coordenadas UTM NAD27 se utilizó el software TmClac. De igual forma, se integraron los modelos digitales de la zona, originalmente proyectados en UTM ITR92 y transformados a NAD 27. La información que fue recabada en campo consistió en el inventario de bordos de retención, abrevaderos y cercos para guardar al ganado. Estos puntos se georeferenciaron con GPS y posteriormente se integraron a la base de datos.

La integración de las imágenes satélite se realizó previa rectificación tomando como base las ortofotos de la zona. La rectificación se realizó con el software ENVI 4.0. Las imágenes corresponden al satélite SPOT 5 para en dos fechas en particular; una posterior a la temporada de lluvias 11/12/03 y otra previa a esta temporada 15/05/04. Ambas imágenes fueron facilitadas para fines de investigación bajo el convenio ERMEX INIFAP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Si bien en teoría la integración de un SIG puede representar un trabajo relativamente fácil de realizar, en la práctica muchas de las veces resulta difícil dado los diferentes formatos en la que se encuentra la información. En mucho de los casos, la principal dificultad lo representa las proyecciones en las que se encuentra la información, teniéndose que utilizar diferentes herramientas para lograr su correcta yuxtaposición. Tal es el caso de los datos proporcionado por el RAN de la delimitación ejidal, teniéndose que utilizar el software TmCalc para transformar su proyección.

En un primer análisis de la información, la integración del SIG permite realizar algunas interpretaciones sobre el manejo del agostadero. La distribución de los bordos para abrevar al ganado se concentra hacia las partes altas del mismo y se caracterizan por encontrarse próximos a los caminos de fácil acceso (Figura 1).

Este parece ser un criterio común en la construcción de los bordos en zonas ejidales dado que el traslado de la maquinaria incrementa los costos para su rehabilitación.

Sin embargo, este simple hecho condiciona el desplazamiento del ganado hacia los puntos de abrevadero y por tanto el manejo que se haga del agostadero. Analizando la red de drenaje, y comprobado con recorridos de campo, es factible establecer una mejor distribución espacial de los puntos de abrevadero.

Por otra parte, la geología del lugar es una zona de transición de materiales eruptivos y sedimentarios, con áreas de aluviones hacia las parte bajas. La distribución del material geológico condiciona el tipo de suelos, y precisamente donde se ubican los principales puntos de abrevadero se localizan suelos de tipo Litosol, poco profundos y de baja productividad.

Los suelos de mayor profundidad se localizan hacia las partes más bajas donde el ganado debe ser abrevado mediante el acarreo diario del agua, lo que incrementa los gastos de los productores.

Otro aspecto importante a resaltar es la falta de cercos y rotación de potreros. Hacia el norte del agostadero, existen zonas muy deterioradas donde se presentan áreas de pisoteo del ganado, formación de terrezetas y presencia de cárcavas.

La figura 2 y cuadro 1, se muestra la vegetación de la zona agrupada según las unidades vegetativas del INEGI publicadas en 1976, además de las principales especies inventariadas de la zona.

La integración de las imágenes satélite permitirá realizar una verificación de estas unidades y establecer la actividad fotosintética en dos periodos del año, ante y después de la temporada de lluvias.

Este trabajo se encuentra actualmente en proceso y servirá para redefinir los límites de estas unidades y proponer acciones de manejo.

Cuadro 1. Principales especies del área de estudio.

Especies presentes en el agostadero del ejido San Luis del Coredro Matorrales y asociaciones vegetales					
Matorral crasicaule subinerme	Matorral desertico microfilo Subinerme nopalera	Matorral desertico microfilo Espinoso nopalera	Matorral desertico rosetofilo Subinerme crasi-rosoliofolioso	Pastizal natural	Pastizal inducido
Buddleja scordioides	*Larrea tridentata*	*Prosopis laevigata*	*Larrea tridentata*	*Bouteloua gracilis*	*Opuntia rufida*
Opuntia rufida	*Acacia vernicosa*	*Opuntia imbricata*	*Eysenhardia sp*	*Aristida divaricata*	*Prosopis laevigata*
Acacia vernicosa	*Tetracoccus fasciculatus*	*Feuqueria splendens*	*Opuntia lepticaulis*	*Feuqueria splendens*	*Opuntia imbricata*
Gordia greggii	*Cordia greggii*	*Acacia vermicosa*	*Lippia graveolens*	*Cowahia stanbujana*	*Feuqueria splendens*
Larrea tridentata	*Florencia cernua*	*Fluorencia cernua*	*Delea sp*	*Mimosa sp*	
Fluorencia cernua	*Fouqueria splendens*	*Larrea tridentata*	*Aloysia sp*	*Larrea tridentata*	
Castela texana	*Delea tuberculata*	*Jatropha dioica*	*Cordia greggii*	*Delea tuberculata*	

CONCLUSIONES

En este trabajo se presentan los avances relacionados con la aplicación de un SIG con la finalidad de realizar una mejor gestión de los recursos naturales en el agostadero de San Luís del Cordero. En un primer análisis, la distribución de los puntos de abrevadero (bordos de retención), condicionan en gran medida la gestión del mismo. Un análisis posterior de las diferentes agrupaciones de la vegetación a partir de imágenes satélite, permitirá contar con las bases necesarias para establecer alternativas sobre la gestión del agostadero. El conocimiento de este tipo de información servirá para ubicar semilleros de pastos, control, organización y aprovechamiento de los recursos naturales del agostadero.

BIBLIOGRAFÍA

Goodchild M.., What is Geographic Information Science? 1997 University of California Santa Barbara http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/ncgia/u01.html

Martínez Ríos J. J. 2002. Introducción a la precepción remota y a los sistemas de información geográfica. UJED. Gómez Palacio Dgo.

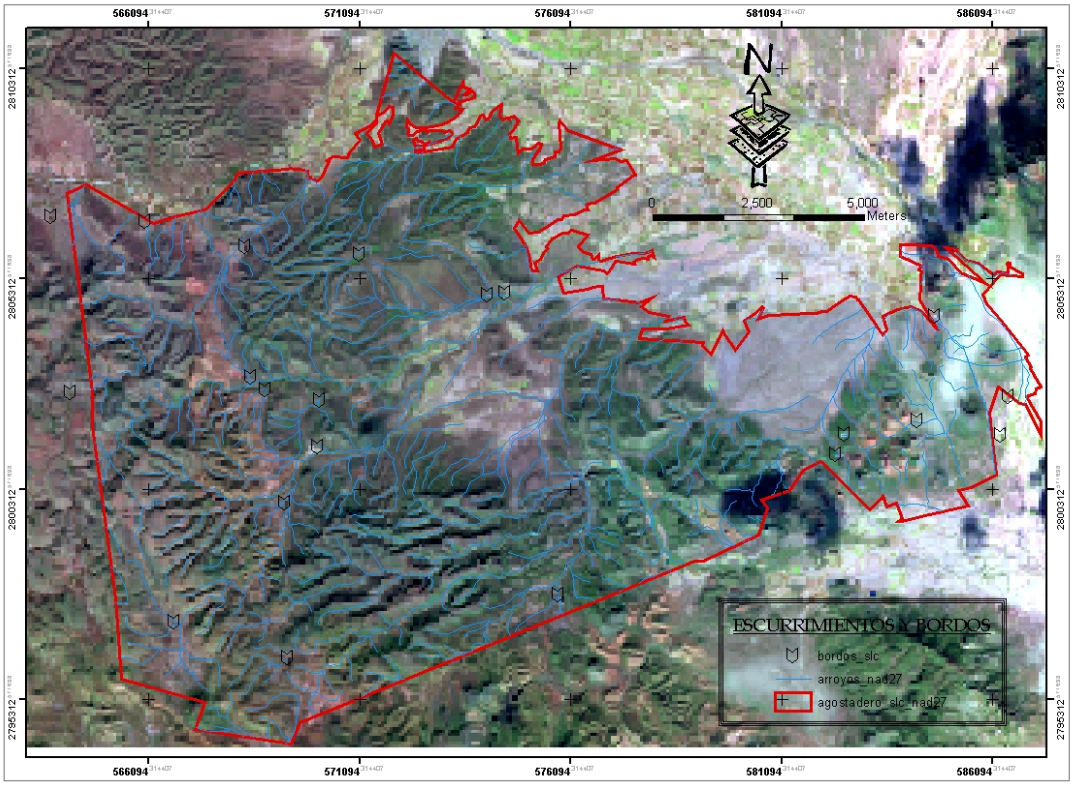


Figura 1. Imagen satélite, red de drenaje y bordos del agostadero.

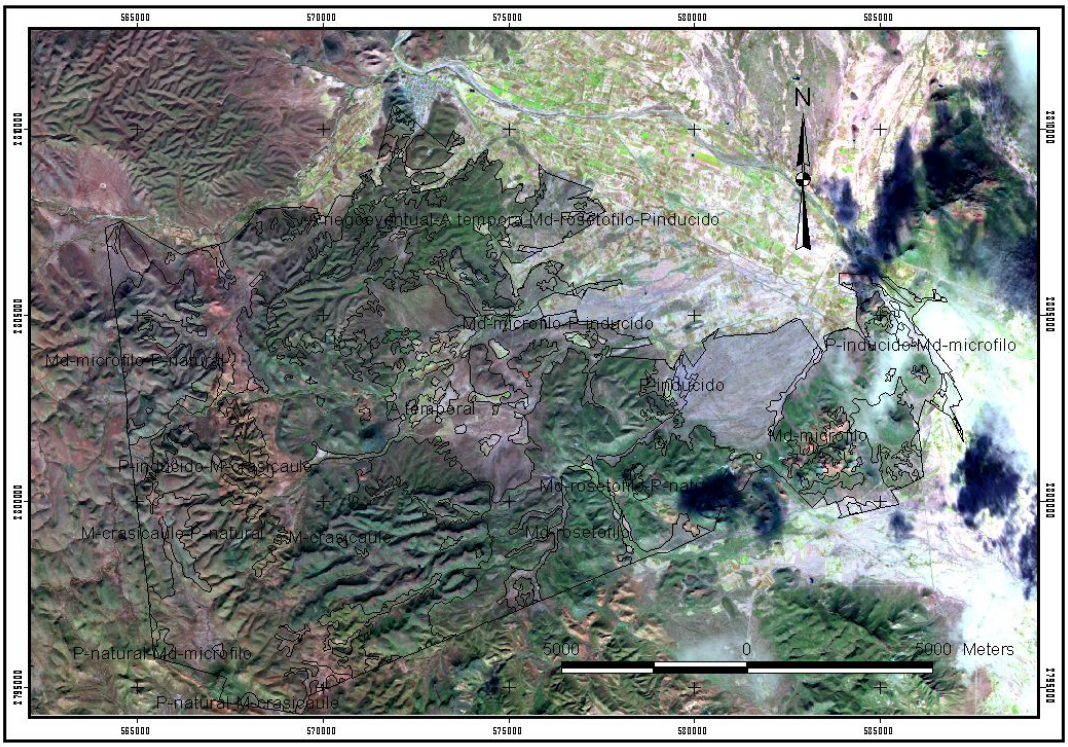


Figura 2. Imagen satélite y tipos de vegetación presentes en el agostadero.

DINÁMICA DE UN PLAGUICIDA EN EL SUELO AL APLICAR BIOSÓLIDOS EN CONDICIONES DE LABORATORIO.

[1]María del Carmen Potisek Talavera, [2]Jorge A. Meza Velázquez, [3]Mario García Carrillo, [4]Uriel Figueroa Viramontes, [1]Guillermo González Cervantes

[1] INIFAP CENID-RASPA, [2] UJED Fac. Ciencias Químicas, [3] UAAN, [4] INIFAP CELALA
potisek.carmen@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el crecimiento de la población urbana requiere cada vez más de agua potable para consumo, uso doméstico e industrial. La reutilización de agua tratada ofrece la oportunidad de conservar dicho recurso. Solamente en la ciudad de Torreón, Coah se producen 1.6 m^3 de aguas residuales (CNA, 2005) y una producción estimada de lodos de 34 ton $día^{-1}$. En los Estados Unidos del total de la generación de biosólidos, el 47% son utilizados en la agricultura, mientras que para la comunidad Europea es un 49 % (Jurado *et al*, 2004).

La utilización de los lodos obtenidos del tratamiento de aguas residuales, está regulado por la norma oficial mexicana de calidad NOM-004-SEMARNAT-2002. Al cumplir con dichas normas, estos lodos son llamados biosólidos y pueden ser aprovechados en suelos de tipo agrícola como una alternativa de disposición final, la cual es benéfica para los Municipios en términos económicos y ecológicos.

Esta práctica de aprovechamiento de lodos residuales a nivel Nacional se ha vuelto muy común; sin embargo hay contaminantes potenciales que puede contener este subproducto, entre otros, los compuestos orgánicos como los plaguicidas, de los cuales se desconocen los niveles de concentración. La disposición de grandes cantidades en los rellenos sanitarios en un sitio, ofrece el riesgo de lixiviación por algunos de ellos como son los nitratos, metales pesados y compuestos orgánicos específicamente plaguicidas como el diclorodifenil tricloroetano (DDT), diclorodifeniletileno (DDE), Aldrín y Dieldrín entre otros que contaminan al acuífero.

Los contaminantes potenciales en los biosólidos son muy variados, incluyen sales disueltas, metales pesados, patógenos y compuestos orgánicos dentro de los cuales se encuentran los plaguicidas organoclorados como el DDT, DDE, Aldrín, Dieldrín etc. Los plaguicidas organoclorados son un grupo diverso de químicos sintéticos como el diclorodifenil-dicloroetano (DDT), diclorodifeniletano (DDE), el hexaclorobenceno y los policloroetano bifenil (PCBs) (Calle *et al*, 2002).

Este tipo de plaguicidas se encuentran ampliamente distribuidos en el suelo y el agua, como resultado de la utilización constante en las dos últimas décadas, para el combate de las plagas en la agricultura y la industria.

Los organoclorados por sus propiedades fisicoquímicas, son muy resistentes a la degradación biológica, por lo que son altamente persistentes en el ambiente (Calva y Torres, 1998). De acuerdo a (Cuevas *et al.,* 2003), el DDT es un plaguicida que presenta una persistencia media en el ambiente de aproximadamente 20 años.

Por lo anterior y para un aprovechamiento seguro de los biosólidos, el presente trabajo tuvo como objetivo, determinar la presencia y dinámica de plaguicidas organoclorados, al aplicar diferentes dosis de biosólidos en el suelo, con textura diferente bajo condiciones controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta Investigación se realizó en el Laboratorio nacional de suelos del CENID-RASPA, en Gómez Palacio Dgo, en condiciones controladas, para ello se utilizaron dos tipos de texturas arenosa y franco migajón arcillosa, representativas de los suelos de la Comarca Lagunera.

Se adaptaron tubos de PVC blanco de 65 cm de longitud para el montaje de las columnas de suelo (figura 1).- enseguida se añadió el suelo a la columna, para ello, se compactó por estratos hasta obtener un valor de densidad aparente similar al observado en el perfil natural, la pared interior del contenedor fue recubierta con parafina, para sellar el suelo a las paredes de los tubos y evitar fugas de agua.

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 el estrato superficial de 0-10 cm de las columnas de suelo, se depositó el biosólido libremente mezclando los materiales y simulando la condición de rastreo del suelo en campo.

A dichas columnas se les adicionó en la parte superficial de la columna (0-10 cm) una cantidad de biosólidos correspondiente a cada tratamiento evaluado. Los tratamientos fueron los siguientes:

En la textura arenosa con aplicación de biosólido en dosis alta AB (200 ton ha^{-1}); aplicación de biosólido en dosis baja Ab (100 ton ha^{-1}); aplicación de 100 kg ha^{-1} de fertilizante nitrogenado (AF) y testigo sin aplicación de biosólido ni fertilizante (AT), con tres repeticiones y analizados en un diseño de bloques al azar.

Figura 1. Preparación de las columnas de suelo y llenado de las mismas con los suelos de diferente textura.

En la textura franco migajón arcillosa con aplicación de biosólido en dosis alta MB (200 ton ha^{-1}) ; aplicación de biosólido en dosis baja Mb (100 ton ha^{-1}); aplicación de 100 kg ha^{-1} de fertilizante nitrogenado (MF) y testigo sin aplicación de biosólido ni fertilizante (MT), con tres repeticiones y analizados en un diseño de bloques al azar.

Después de 10 meses las columnas de suelo se seccionaron en cuatro profundidades, a la profundidad de 0-10 cm. se analizaron los compuestos orgánicos. El análisis de las muestras se llevó a cabo en el laboratorio de química de la Facultad de Químicas de la UJED.

La extracción de los compuestos orgánicos se realizó mediante el método 3540C (E.P.A.,1990), empleando un equipo soxhlet y una mezcla de solventes hexano-acetona para la extracción durante 22 horas. En la concentración de las muestras se utilizó un equipo kuderna-danish, obteniendo extractos líquidos derivados del proceso de extracción del suelo, posteriormente una segunda concentración mediante inyección de gas nitrógeno, para evaporar el excedente del solvente. Las muestras se inyectaron por duplicado de cada tratamiento y

repetición en un volumen de un microlitro. En la figura 2 se muestra el cromatógrafo de gases utilizado, un Hewlett-Packard serie 5890 equipado con un detector de captura de electrones y las muestras ya procesadas para ser inyectadas. La temperatura de inyección fue de 220°C.

Para la definición de los plaguicidas y su cuantificación; se empleó una mezcla de 22 plaguicidas organoclorados.

Figura 2.- Cromatógrafo de Gases empleado para la detección de los plaguicidas y muestras procesadas para su inyección en el Cromatógrafo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Posterior al análisis cromatográfico, en todos los tratamientos evaluados en las columnas de suelo, se encontró el plaguicida DDE. A los resultados obtenidos se les hizo el análisis estadístico a través del análisis de varianza y de la comparación de medias por Tukey al 0.05 % de significancia : para la textura arenosa no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Las concentraciones obtenidas se muestran en la Figura 3., en donde los valores más altos del DDE fueron de 0.74667 y de 0. 7366 mg kg^{-1} para los tratamientos AF y Ab respectivamente, y el valor menor del plaguicida se obtuvo con el tratamiento Testigo AT con una concentración de 0.45667 mg kg^{-1}. Aunque la diferencia fue significativa, los resultados

muestran que la aplicación de fertilizante químico y biosolido en la dosis de 100 ton ha^{-1} aportan 0.29 mg kg^{-1} de DDE, que es la diferencia de la concetración entre el testigo y el tratamiento Ab. También se determino que la presencia del DDE en el tratamiento Testigo es indicador de la persistencia del organoclorado en el suelo coincidiendo con lo mencionado por (Calva y Torres,1998).

En suelos de textura, franco migajón arcilloso, bajo el mismo análisis estadístico que la textura anterior, se distinguieron dos grupos con diferencia significativa. Las concentraciones obtenidas en los tratamientos evaluados se muestran en la Figura 4. En la misma figura se observa el grupo con la letra a (suelo de textura media sin aplicación de biosólidos), presenta los valores de la concentración de DDE elevados (0.00023 mg kg^{-1} y 0.00025 mg kg^{-1}); con respecto a la letra b (suelos con aplicación de biosólidos) y que(suelos con aplicación de biosólidos) y que mostraron valores inferiores de 0.00015 y 0.00016 mg kg^{-1}.

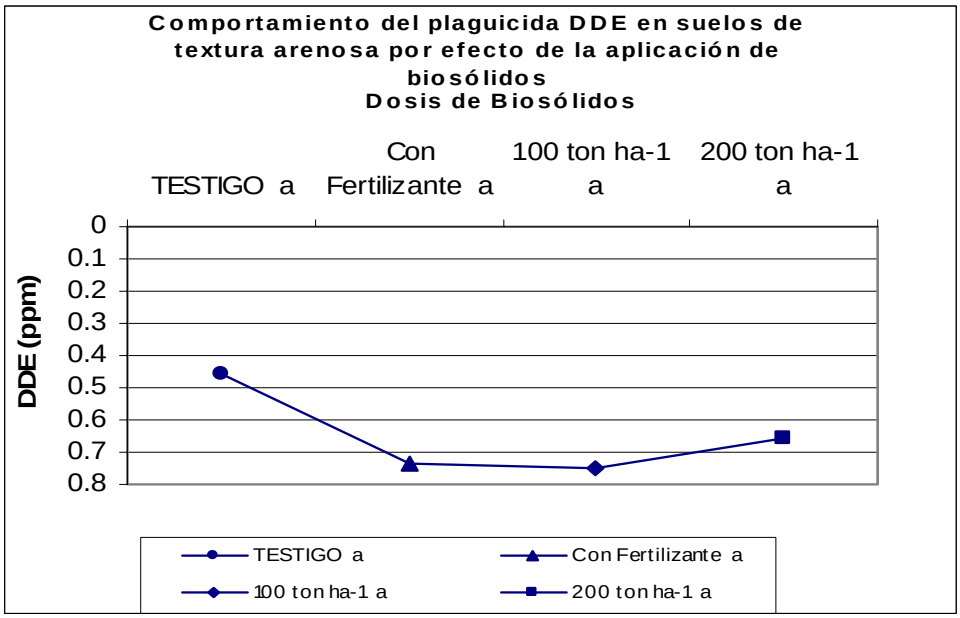


Figura 3. Comportamiento del DDE en suelos de textura arenosa por efecto de la aplicación de biosólidos bajo condiciones de laboratorio.

Lo anterior permite concluir que el DDE es un plaguicida de alta residualidad en el suelo coincidiendo y refirmando lo que menciona (Jensen *et al,1992*) y esto debido a una explotación agrícola intensiva y dadas las características edáficas e hidrológicas para que persistan en el medio. Los resultados muestran que el biosólido en el suelo incrementa el contenido de materia orgánica y las cargas eléctricas en el sistema coloidal; por tanto el DDE es retenido

presentando valores con menor concentración en las muestras donde fue aplicado el biosólido.

Debido a la persistencia de este plaguicida, los suelos que lo contienen representan un riesgo potencial de contaminación para el acuífero, ya que puede ser transportado por el agua de lluvia o bien el agua de riego. Al comparar las concentraciones más altas del DDE en el suelo con textura arenosa (0.74) y el de textura franco migajón arcilloso (0.00024), se observa que los suelos con textura arenosa son un riesgo potencial de contaminación si se aplican los biosolidos para su aprovechamiento a diferencia de los suelos que presenten arcilla en su textura. Referente a los biosólidos, no existen valores límites permisibles para estos contaminantes, por lo que se debe tener mucho cuidado al aplicarlos considerando la textura del suelo.

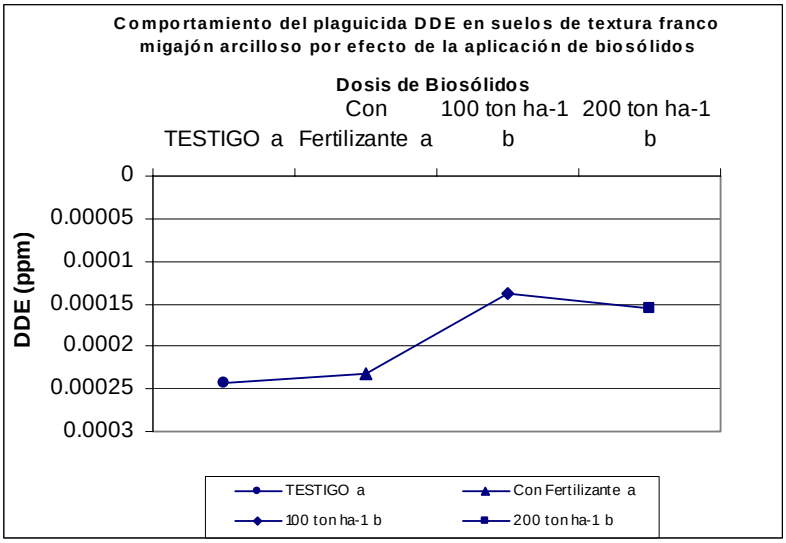


Figura 4. Comportamiento del DDE en suelos de textura franco migajón arcilloso por efecto de la aplicación de biosólidos bajo condiciones de laboratorio.

CONCLUSIONES

En búsqueda del uso y aprovechamiento seguro del biosolido generado en la PTAR se estableció un método en condiciones controladas bajo columnas de suelo disturbados para conocer los riesgos adversos al ambiente.

Se determino la persistencia del plaguicida DDE en suelos de textura arenosa y franco migajón arcilloso.

La concentración del DDE es mayor en los suelos arenosos comparada con los de textura media cuando son aplicados los biosólidos.

BIBLIOGRAFIA

Comisión Nacional del Agua. 2005. Inventario de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales e Industriales en la Región Lagunera. Gerencia Regional Cuencas Centrales del Norte. Subgerencia Técnica. Jefatura de Saneamiento y Calidad del Agua.

Calva G. L. y R.M. Torres. 1998. Plaguicidas Organoclorados. Lab. De Ecosistemas Costeros. Dpto. de Hidrobiología. D.C.B.S. UAM-I:35-45

Calle E. E., Frumkin H., Henley J., Savitz A. D., and J. M. Thun. 2002 “Organochlorines and Breast cancer risk CA A Cancer Journal Clinicians 52 (5):301-307

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana-004-SEMARNAT-2002.

Jurado G.P.; Luna L. M. y R Barretero H. 2004 a. Aprovechamiento de biosólidos como abonos orgánicos en pastizalez áridos y semiáridos. Técnica pecuaria en México. Vol. 42 No.3 Sept-Dic. INIFAP.

[1]CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN EL CULTIVO DEL TOMATE BAJO DIFERENTES NIVELES DE RIEGO Y ACOLCHADOS PLASTICOS.

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

[1]Este artículo comprende parte de un proyecto de investigación financiado por el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP-SEP. Clave: PROMEP/103.5/03/1150).
[2]Profesor-Investigador. Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED.
[3]Estudiante de Posgrado. Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED.
Dirección electrónica del autor principal. sberumen@prodigy.net.mx

INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera como en otras regiones del norte de México uno de los principales problemas es la limitada disponibilidad de agua debido a escasez natural y a la sobreexplotación de las fuentes de abastecimiento. En el caso del acuífero principal de esta Comarca, el desbalance en la recarga - extracción (-415 Mm^3) (CNA, 2000) ha generado abatimientos que fluctúan de 0.22 a 2.11 m $año^{-1}$, siendo esto último en las áreas de mayor concentración de bombeo (Berúmen et al., 1999). Además, se ha generado una importante disminución en la calidad del agua por su alto incremento en el contenido de sales y otros compuestos contaminantes que están por encima de los niveles permisibles por la FAO, OMS (Renteria, 2001). Alrededor del 70 % de los aprovechamientos de agua subterránea son destinados para usos agrícolas (SAGARPA, 2002) en donde destacan entre los cultivos irrigados los forrajes, frutales y hortalizas.

Dentro de los cultivos hortícolas, el tomate ocupa el tercer lugar en cuanto a superficie cultivada que es superado por los cultivos de melón y sandia. El tomate en la Comarca Lagunera, con rendimientos de entre 21.0 a 25.0 Mg ha^{-1}, es un cultivo de gran importancia tanto en lo económico como en lo social por el valor de la producción y por la demanda de mano de obra que genera (Martínez, 2003). A pesar de ser un cultivo remunerativo presenta serios problemas de producción debido a la alta tecnificación que requiere y los diversos factores que influyen sobre el rendimiento como es la disponibilidad de agua. Entre las alternativas para aumentar la eficiencia y productividad del agua se tiene el uso de sistemas de riego presurizado y el uso de acolchados plásticos. Estos últimos, además de reducir las pérdidas de agua por evaporación, modifican la temperatura del suelo así como la cantidad y calidad de luz que es reflejada desde la superficie del suelo o del acolchado y que puede modificar los procesos fisiológicos de la planta, el rendimiento y su calidad. Dado lo anterior, se plantó el presente estudio con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes niveles de

disponibilidad de agua y diferentes colores de acolchados plásticos sobre el rendimiento, la calidad de la producción y la productividad del agua en el cultivo del tomate.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Mex., ubicada en el kilómetro 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, Dgo. El cultivo evaluado fue tomate (*Lycopericum sculentum* Mill, var. Río Amazonas). El transplante se llevó a cabo el día 23 de marzo del 2004 con una distancia de 40 cm entre plantas. Los tratamientos se establecieron bajo un diseño factorial con arreglo en franjas con cuatro repeticiones. La parcela mayor fue el nivel de riego y la menor fue el tipo de acolchado. La unidad experimental consistió de 3 camas (4.8 m de ancho) de 5 m de largo. Los tratamientos evaluados fueron: Factor A = niveles de riego basados en un porcentaje de la evaporación (Ev) medida en un tanque evaporimetro tipo "A", A1 = 1.00(Ev), A2 = 0.80(Ev) y A3 = 0.65(Ev); Factor B (Acolchados plásticos), B1 = negro, B2 = blanco/negro, B3 = café, B4 = testigo (si acolchado). Se utilizó un sistema de riego por cintilla. La cintilla utilizada fue Hidrolite 8 Mil, 16/8/0.60 L h^{-1}. Los acolchados se establecieron en campo en forma manual. Para la medición de variables se evaluaron 2 plantas por unidad experimental. El rendimiento fue evaluado en cada corte mediante pesaje. Para la obtención del rendimiento por calidades de tomate, los frutos se clasificaron con base en su aspecto y su tamaño con fines de comercialización. Los criterios de clasificación fueron: Primera, diámetro polar de 6 a 7 cm y ecuatorial de 4.5 a 5. cm. Segunda, diámetro polar de 5.5 a 5.9 cm y ecuatorial de 4.5 cm. Tercera, diámetro polar de 4 a 5.4 cm y ecuatorial de 4 cm. Desecho, diámetro polar menor de 4 cm y ecuatorial menor de 3 cm y tomate dañado.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Rendimiento por clases.

Pare el factor de niveles de riego el rendimiento de primera y segunda clase el tratamiento con mayores rendimientos fue el que se basó en el 100 % de la Evaporación (1.0Ev) con rendimientos de 2.102 Mg ha^{-1} ($p < 0.05$) y 17.053 Mg ha^{-1} ($p<0.01$) respectivamente (Cuadro 1). Para las clases de tercera y desecho no se detectó diferencias entre los tratamientos de 0.8Ev y 1.0Ev. Sin embargo, la tendencia para todas las clases de tomate fue que el tratamiento con menor volumen de agua aplicado fue el que obtuvo menor rendimiento. Para el caso de el factor "B" de los acolchado plásticos, no se detectó diferencias estadísticas para el rendimiento de primera clase. Para las clases segunda, tercera y desecho

la tendencia fue a obtener un mayor rendimiento para el acolchado plástico blanco/negro (Cuadro 1) seguido por el acolchado plástico color café. En general, el menor rendimiento fue para el tratamiento sin acolchado plástico destacando con esto un efecto positivo de los acolchados en la planta y que repercutió en mayor rendimiento.

Variables de rendimiento y productividad del agua.

En el caso del rendimiento, se detectó diferencias significativas para niveles de riego ($p < 0.05$), teniendo mayor rendimiento para los mayores niveles de riego con 44.329 y 35.217 Mg ha^{-1} para los coeficientes de 1.0Ev y 0.8Ev respectivamente en comparación con el de 0.65Ev con 27.181 Mg ha^{-1}(Cuadro 2). La no diferencia estadística observada para los niveles de riego de 1.0Ev y 0.8Ev permite recomendar el coeficiente de 0.8 para ser multiplicado por la Ev para determinar la cantidad óptima de riego sin que se afecte significativamente el rendimiento. Este resultado coincide con lo reportado por González y Hernández (2000) en referencia a un coeficiente de 0.8 para ser multiplicado por la Ev en comparación con otros coeficientes de 0.6, 1.0 y 1.2 para el mismo cultivo.

Los tipos de acolchado también presentaron diferencia estadística en la variable del rendimiento ($p < 0.01$), sobresaliendo el acolchado con plástico blanco/negro con un valor de 46.022 Mg ha^{-1} en comparación con el resto de los tratamientos en donde el menor valor se presentó en el tratamiento testigo con un rendimiento de 23.370 Mg ha^{-1}. Esta respuesta coincide con la tendencia observada para las variables de desarrollo fonológico (datos no mostrados en este reporte) en donde el plástico blanco/negro resultó tener la mejor influencia en la planta. La diferencia en rendimiento en función de los diferentes colores de acolchados puede atribuirse, entre otra cosas, al tipo de luz que refleja cada uno alterando las proporciones de luz azul, roja y roja lejana que inciden en la planta y que eventualmente actúan sobre fotorreceptores que inciden en la morfogénesis y el rendimiento (Kasperbauer y Loughrin, 2004).

La productividad del agua, en términos de la relación del rendimiento entre el volumen de agua utilizado para riego, no presentó diferencias estadísticas en respuesta al nivel del riego ($p = 0.59$). La tendencia observada es que la máxima productividad fue para el mayor coeficiente de riego (1.0Ev) y la menor productividad se presentó en el menor coeficiente de riego (0.65Ev) (Cuadro 2). En cuanto al efecto del factor B (plásticos) se detectó diferencia estadística significativa en cuanto a la productividad del agua con valores de 5.95 kg m^{-3} para el tratamiento con plástico blanco/negro que resultó ser mayor que el resto de los tratamientos (Cuadro 2). La menor productividad del agua se presentó en el tratamiento testigo con un valor

de 2.97 kg m^{-3}. Al igual que con el rendimiento y las variables de desarrollo, la productividad del agua en el cultivo del tomate para el plástico blanco/negro fue mayor que otros colores de acolchado.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se recomienda aplicar el riego con base en el 80 % de la evaporación sin que se afecte estadísticamente el rendimiento. Este nivel de riego permite aplicar el agua de riego a un nivel eficiente sin afectar estadísticamente la productividad del agua. Sin embargo, en función de las necesidades del mercadeo del tomate, la aplicación del 100% de la evaporación como lámina de riego (1.0Ev) permite mejorar la calidad del producto en cuanto a tamaño y aspecto. Así mismo, el acolchado plástico blanco/negro es el mas adecuado para el cultivo del tomate en las condiciones de la Comarca Lagunera ya que permite eficientar el uso del agua de riego y favorece el desarrollo, rendimiento, la calidad del producto y la productividad del agua en el cultivo del tomate.

Cuadro 1.- Medias del rendimiento por calidad de frutos de tomate bajo diferentes niveles de riego y tipos de acolchados. Primera, diámetro polar de 6 a 7 cm y ecuatorial de 4.5 a 5. cm. Segunda, diámetro polar de 5.5 a 5.9 cm y ecuatorial de 4.5 cm. Tercera, diámetro polar de 4 a 5.4 cm y ecuatorial de 4 cm. Desecho, diámetro polar menor de 4 cm y ecuatorial menor de 3 cm y tomate dañado. Medias en columnas seguidas de la misma letra dentro de cada factor indican no diferencia entre medias para cada factor. Venecia, Dgo. DEP-FAZ-UJED. 2004.

Tratamiento	**Rendimiento por calidad (Mg ha^{-1})**			
	Primera	**Segunda**	**Tercera**	**Desecho**
Factor "A" niveles de riego				
TRT 1.0Ev	2.102 a	17.053 a	15.021 a	10.153 a
TRT 0.80Ev	0.361 b	12.055 b	12.928 a b	9.873 a
TRT 0.65Ev	0.478 b	6.595 c	10.308 b	9.800 a
Factor "B" acolchado plástico				
TRTb/n	0.638 a	17.732 a	17.388 a	10.264 a b
TRTc	1.077 a	11.217 b	13.357 a	12.499 a
TRTn	1.380 a	10.532 b	12.521 a b	10.374 a b
TRTt	0.826 a	8.121 b	7.743 b	6.680 b

Cuadro 2.- Medias del rendimiento y productividad del agua en el cultivo del tomate, bajo diferentes niveles de riego y tipos de acolchados. Medias en columnas seguidas de la misma letra dentro de cada factor indican no significancia entre medias para cada factor. Venecia, Dgo. DEP-FAZ-UJED. 2004.

Tratamiento	**Rendimiento Total (Mg ha^{-1})**	**Productividad del agua (kg m^{-3})**
Factor "A" niveles de riego		
TRT 1.0Ev	44.329 a	4.59 a
TRT 0.80Ev	35.217 a b	4.55 a
TRT 0.65Ev	27.181 b	4.33 a
Factor "B" acolchado plástico		
TRTb/n	46.022 a	5.95 a
TRTc	38.150 b	4.87 b
TRTn	34.807 b	4.53 b
TRTt	23.370 c	2.97 c

BIBLIOGRAFIA.

Berúmen P. S., Figueroa V. R. y López M. J. D.1999. Áreas verdes para la Comarca Lagunera: alternativas para eficientar el uso urbano del agua. Memoria de la XI Semana Internacional de Agronomía. Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Dgo., Méx.

CNA. 2000. Libro del agua de la región VII; Cuencas centrales del norte. Gerencia Regional de las Cuencas Centrales del Norte. Comisión Nacional del Agua. México.

González M. A. y Hernández L. B. A. 2000. Estimación de las necesidades hídricas del tomate. Terra 18 (1): 45-50.

Kasperbauer M. J. y Loughrin J. H. 2004. Butterbean seed yield, color, and protein content are affected by photomorphogenesis. Crop Sci. 44:2123-2126.

Martínez, D. J. G. 2003. Respuesta del cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) al acolchado plástico y abono orgánico con riego por cintilla. Tesis de Maestría. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Dgo., Mex.

Renteria E. A. (2001). Comportamiento de la concentración de arsénico en el cultivo de maíz grano (*Zea mays* L.) bajo condiciones de irrigación con agua arsenical. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Dgo., Méx.

SAGARPA. 2002. Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Región Lagunera Coahuila-Durango. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Delegación en la Región Lagunera Coahuila-Durango. Lerdo, Dgo., Mex.

PRODUCCIÒN DE KENAF (Hibiscus cannabinus L.) CON DIFERENTES LÀMINAS DE RIEGO[1]

Figueroa Viramontes R[2].; Berumen Padilla S. [2]; Reta Sánchez D.[3]; Gallegos Ponce A. [2]; Cabral Valdez F. [2] y Luna Hernández H.[4]

[1]Proyecto financiado por SAGARPA-COFUPRO-CONACYT y Fundaciones PRODUCE de Coahuila y Durango.
[2]Profesor Investigador de la DEP-FAZ-UJED. tipeba@prodigy.net.mx.
[3]Investigador del CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah.
[4]Alumna de la Especialidad de Zootecnia de la FAZ-UJED.

INTRODUCCION

El problema de disminución en la disponibilidad de agua en la Comarca Lagunera se agudiza año con año. La extracción de agua del acuífero excede por alrededor de 60% a la recarga [1,363 millones de m^3 (Mm^3) y 850 Mm^3 por año, respectivamente], lo cual ha provocado un abatimiento progresivo promedio en esta importante fuente de agua de 2.1 m anualmente (CONAGUA, 2004). La actividad a la que se destina la mayor parte del volumen extraído (85%) es la agropecuaria, en donde la alfalfa ocupa el 53% del área sembrada con forrajes, requiriendo una lámina de riego anual de alrededor de 2.0 m (Rivera et al., 2001). Esto hace necesario la búsqueda de otras especies con buena calidad forrajera pero con menos requerimientos hídricos que sean factibles de incluir en la dieta del ganado bovino lechero, para de esta forma disminuir el volumen utilizado en la producción de forrajes. Una probable alternativa la constituye el Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) el cual, además de su buen potencial como forraje y de ser moderadamente tolerante a la salinidad, tiene buenas características para uso industrial en la fabricación de cuerdas o papel (Bañuelos et al., 2002). Con base en lo anterior, se estableció un experimento en el ciclo Primavera-Verano en la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, colaborando para el CELALA-INIFAP de Matamoros, Coah., con la finalidad de determinar el comportamiento del Kenaf bajo diferentes láminas de riego.

MATERIALES Y MÈTODOS

El estudio se llevó a cabo en los terrenos de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FAZ-UJED) en el ciclo Primavera-Verano de 2005.Se sembró en seco el día 08 de Mayo de 2005 la variedad de Kenaf “Everglades” con una densidad de siembra de 666,000 plantas por hectárea con hileras espaciadas a 50 cm y distancia entre plantas de 3 cm. Se aplicaron 200 kg de fósforo por hectárea utilizando fosfato monoamónico (MAP) en una sola aplicación y 200 kg de nitrógeno por hectárea utilizando urea

dividida en tres aplicaciones, en la siembra y después del segundo y tercer corte. La cantidad de agua de riego por aplicar al cultivo fue factor en estudio, estudiándose tres niveles basados en fracciones de la evaporación (EV) en un tanque evaporómetro tipo "A": 50, 65 y 80%, los cuales se aplicaron a partir del primer riego de auxilio. Las variables medidas fueron la altura de planta, el diámetro de tallo, el número de hojas, el área foliar, el rendimiento de materia verde y la productividad del agua. Para las variables de desarrollo se seleccionaron tres plantas por unidad experimental obteniéndose el promedio para el análisis estadístico. El rendimiento se obtuvo de un área de 12 m^2 por unidad experimental. La productividad del agua se calculó como el cociente de la relación entre el rendimiento y el volumen de agua aplicado en cada tratamiento. Los tratamientos se distribuyeron en campo y se analizaron estadísticamente con base en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La significancia del efecto del factor en estudio sobre las variables de respuesta se determinó mediante un análisis de varianza, y cuando procedió, se uso el método de Duncan para la separación de medias.

RESULTADOS

Desarrollo del Cultivo

Altura de Planta

El efecto de la lámina de riego sobre la altura de planta tuvo un efecto significativo solo en el primero de los tres cortes realizados (p=0.0475), en donde el tratamiento intermedio de lámina de riego (T65) resultó con un valor mayor que los tratamientos restantes (4.9 y 6.7%, con respecto a T50 y T80) (Cuadro 1). Este comportamiento se repitió, aunque no con un efecto significativo, en el corte número 3 en donde T65 superó por 6.5 y 5.6% a los tratamientos T50 y T8O, respectivamente. La altura al momento del corte fue uniforme en los tratamientos estudiados y fluctuaron alrededor del valor establecido como el criterio de corte (1.2 m).

Diámetro de tallo

El diámetro de tallo presentó un comportamiento similar al observado en la altura de planta. El nivel de humedad en el suelo ejerció un efecto significativo sobre el diámetro de tallo solo en la primera de las tres mediciones, las cuales se realizaron una en cada cosecha. La diferencia con la altura de planta fue que en el diámetro de tallo el tratamiento que generó el mayor valor fue el que recibió la menor lámina de riego (T50), mientras que en la altura de planta fue el tratamiento intermedio (T65). Este comportamiento se repitió en las otras dos mediciones, aunque el efecto no fue significativo (Cuadro 1). A su vez, esto indica un comportamiento uniforme a través de los tres muestreos. El diámetro promedio para los tres

tratamientos considerando los tres cortes fueron 0.96, 0.87 y 0.81 cm para el T50, T65 y T80, respectivamente.

Número de hojas

El rango de lámina de riego estudiado no produjo un efecto significativo sobre el número de hojas en ninguno de los muestreos realizados (Cuadro 2).

Este comportamiento no coincide con el que se presentó en las dos variables de desarrollo analizadas anteriormente en donde se presentó significancia en una de las tres mediciones realizadas. En esta variable no se presentó una tendencia a través de los cortes, tal como ocurrió en la altura de planta y diámetro de tallo donde destacaron el T65 y el T50, respectivamente.

Área Foliar

El área foliar del Kenaf no fue afectada por la lámina de riego aplicada al cultivo en los tres cortes realizados así como en el total acumulado en éstos cortes (Cuadro 2).

Este comportamiento coincide con el observado con el número de hojas, aunque en área foliar, numéricamente, se observó la tendencia a un mayor nivel de ésta variable en el tratamiento intermedio de lámina de riego recibida (T65).

Cuadro 1. Altura de planta y diámetro de tallo en tres cortes en el cultivo de Kenaf bajo tres láminas de riego. Dentro de las columnas, medias con letras diferentes no son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). DEP-FAZ-UJED-CELALA-INIFAP. 2005.

Tratamiento (% de EV)	Altura de planta (cm)			Diámetro de tallo (cm)		
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 1	Corte 2	Corte 3
T50	119 b	124	123	1.12 a	0.86	0.89
T65	131 a	121	131	1.00 b	0.78	0.82
T65	117 b	118	124	0.95 b	0.67	0.80
P>0.05	0.0475	0.7191	0.5205	0.0236	0.231	0.6911

Cuadro 2. Número de hojas y área foliar por planta en tres cortes en el cultivo de Kenaf bajo tres láminas de riego. No se presentaron diferencias estadísticas en ninguno de los cortes. DEP-FAZ-UJED-CELALA-INIFAP. 2005.

Tratamiento (% de EV)	Número de hojas			Área foliar (cm^2)		
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 1	Corte 2	Corte 3
T50	341	875	902	1948	3595	2394
T65	391	840	970	1596	5138	2807
T80	280	632	952	1758	2547	2676
P>0.05	0.2512	0.6851	0.9597	0.3441	0.1707	0.8202

Rendimiento de Materia Verde

El rendimiento de materia verde en kenaf se comportó estadísticamente igual tanto en cada uno de los tres cortes como en el total acumulado (Cuadro 3).

De acuerdo a los valores de rendimiento promedio en tres cortes y al acumulado, y al rango de lámina de riego estudiado, la tendencia observada indica una posible mejor respuesta con una lámina de riego intermedia (T65= 87.7 cm), tendiendo a disminuir con una lámina de riego mayor. Los resultados obtenidos en el presente estudio no siguieron la tendencia observada en anteriores investigaciones en donde, en general, el rendimiento de kenaf aumentó a medida que la cantidad de agua recibida por el cultivo se incrementó (Bañuelos et al., 2002; Nielsen, 2004).

Este hecho aunado a la no diferencia estadística entre tratamientos, hacen necesario la continuación del trabajo de investigación en donde se deberá aumentar la diferencia en lámina de riego entre tratamientos que se sometan a estudio, así como aumentar también el rango de este factor, de tal manera que se explore tanto en niveles mas bajos como en mas altos de lámina de riego en relación a los usados en el presente estudio.

Cuadro 3. Rendimiento de materia verde de Kenaf por corte, promedio en tres cortes y acumulado. No se presentaron diferencias estadísticas en ninguno de los cortes. DEP-FAZ-UJED-CELALA-INIFAP. 2005.

Tratamiento (% de EV)	Rendimiento (Ton ha^{-1})			Rendimiento promedio (Ton ha^{-1})	Rendimiento acumulado (Ton ha^{-1})
	Corte 1	Corte 2	Corte 3		
T50	26.30	30.72	18.76	25.27	75.80
T65	25.57	29.75	20.82	25.40	76.15
T80	22.87	27.80	18.79	23.20	69.55
P>0.05	0.5552	0.6006	0.7646	0.2035	0.2018

Productividad del Agua

El efecto de la lámina de riego sobre la eficiencia en el uso del agua (productividad) resultó altamente significativo (p= 0.0003), incrementando su valor conforme la lámina de riego disminuyó (Cuadro 4). Esto resultó de la combinación de un rendimiento de materia verde estadísticamente igual entre los tratamientos, con una importante diferencia en lámina de riego recibida entre los tratamientos, la cual fue de 17.2% entre T50 y T65, de 41.8% entre T50 y T80 y de 21% entre T65 y T80 (Cuadro 4). El tratamiento con menos agua (T50=72.5 cm) alcanzó la máxima productividad del agua con 10.45 kg de materia verde por m^3 de agua aplicado, superando a T65 (LR= 87.7 cm) por casi 2 kg ha^{-1} (8.68 kg ha^{-1}), mientras que la diferencia con respecto al tratamiento mas húmedo (T80, LR=102.8 cm) fue de 3.7 kg m^{-3}, que equivale a un 54.6% de mayor productividad en T50.

Cuadro 4. Productividad del agua en el cultivo de Kenaf bajo tres láminas de riego. Dentro de las columnas, medias con letras diferentes no son estadísticamente iguales (Duncan, 0.05). DEP-FAZ-UJED-CELALA-INIFAP. 2005.

Tratamiento (% de EV)	Lámina de riego (cm)	Rendimiento de materia verde (Ton ha^{-1})	Productividad del agua (kg m^{-3})
T50	72.5	75.80	10.45 a
T65	87.7	75.15	8.68 b
T80	102.8	69.55	6.76 c

CONCLUSIONES

En general, el desarrollo del kenaf fue similar en los tres muestreos en las diferentes láminas de riego estudiadas. Solo en el primer muestreo la altura de planta y el diámetro de tallo mostraron diferencias significativas entre tratamientos, destacando los niveles intermedio y bajo de lámina de riego, respectivamente.

El rendimiento de materia verde de kenaf no varió entre las tres láminas de riego estudiadas, mientras que la productividad del agua aumentó conforme la lámina de riego disminuyó; sin embargo, debido a que no se presentó una tendencia clara en el comportamiento del rendimiento a través de los niveles de lámina de riego estudiados, no es posible hacer alguna recomendación acerca de que lámina de riego aplicar al kenaf.

BIBLIOGRAFIA

Bañuelos, G. S. ; 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.

Comisión Nacional del Agua. 2004. Programa hidráulico de gran visión 2004-2020 de la Región VII Cuencas Centrales del Norte. Gerencia Regional Cuencas Centrales del Norte.

Nielsen, C. D. 2004. Kenaf forage yield and quality under varying water availability. Agron. J. 96: 204-213.

Rivera, G. M., Orona, C. I., Sánchez, C. I., Macias, R. I., Martínez, S. J. y Estrada, A. J. 2001.
Obtención de una función de producción del agua para el cultivo de alfalfa mediante riego por goteo subsuperficial (cintilla de goteo) en la Región Lagunera. XI Congreso Nacional de Irrigación. Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación (ANEI). Guanajuato, Gto., México.

VARIACIÓN ESPACIAL DEL CONSUMO DE AGUA DEL NOGAL EN LA REGIÓN LAGUNERA

Miguel Rivera González , Juan Estrada Ávalos, Guillermo González Cervantes y Genaro Santiago Antonio

CENID-RASPA, INIFAP, Canal Sacramento Km.6.5 Margen Derecha Gómez palacio Durango.
Email: river.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El nogal es uno de los cultivos mas importantes en la Región Lagunera tanto por la superficie que se cultiva como por la gran derrama económica que representa con un valor de la producción de mas de 270 millones de pesos por año (SAGARPA, 2005). El sistema de riego que mas se utiliza es el riego por gravedad el cual representa el 97% de la superficie total cultivada, el 3% restante se riega mediante aspersión y microaspersión (Orona *et al*, 2004).

Los trabajos de investigación en uso y manejo del agua en nogal han sido muy variados tanto en riego por gravedad como en aspersión y goteo. Se han realizado trabajos bajo condiciones controladas donde se ha determinado el consumo de agua del nogal para el primero y segundo año de establecimiento (Villareal, 1983) así como investigaciones en riego por microaspersión (Mendoza y Lagarda, 1993). La mayoría de las investigaciones coinciden en que el consumo de agua del nogal del tercer año en adelante depende de diámetro del tronco, número de árboles/ha , etapa fenológica del cultivo y de la localización espacial de la huerta(Godoy, 1994; Godoy, 1996; Miyamoto, 1983 y Worthington, 1992). Para calcular los requerimientos de agua del nogal es necesario conocer la evapotranspiración real (ETr), una forma de estimar esta es multiplicar la evapotranspiración de referencia (ETo) por un coeficiente del cultivo (Kc.).

Miyamoto (1983) obtuvo valores del Kc. mensuales para el nogal en función del diámetro del tronco y al densidad de población. Posteriormente Godoy et al (2000) presenta valores de consumo de agua para el nogal en función del diámetro del tronco y la densidad de población, sin embargo estos valores de ETr. No toman en cuenta la variación espacial de sta variable. En base a la problemática anterior los objetivos principales de este trabajo de investigación fueron: a) Genera coeficientes del cultivo (Kc) del nogal más apropiados para la Región Lagunera y b) Conocer la variación espacial de la evapotarnspiración o consumo de agua del nogal en la Región Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron diez y siete estaciones termo-pluviométricas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ubicadas en los diferentes municipios de la Región Lagunera, siete del estado de Durango y diez del estado de Coahuila cuyas coordenadas geográficas se presentan en el Cuadro 1. Con la información disponible de cada estación climática de datos de temperatura máxima, mínima y precipitación pluvial (registros de 20 años) se obtuvo un promedio general diario para cada variable y cada estación para el período de Marzo a Septiembre. Con esta información se utilizó la ecuación de Hargreaves y Samani (1985) para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETo). Una vez obtenidos los valores de ETo para cada estación se obtuvo un promedio general mensual de todas las estaciones.

Los valores de Kc para el nogal en la Región Lagunera se obtuvieron al dividir los valores mensuales de consumo de agua reportados por Godoy *et a*l (2000) entre los valores mensuales de la evapotranspiración de referencia promedio de todas las estaciones climáticas.

Cuadro 1.- Estaciones climáticas de la Región Lagunera utilizadas para el calculo de la variación espacial del consumo de agua del nogal.

Estación climática	Estado	Municipio	Coordenadas (grados-minutos)	
			N	W
Rodeo	Durango	Rodeo	25-11	104-32
E.T.A. 15 de Abasolo	Durango	Rodeo	25-15	104-40
El Derrame	Durango	Mapimí	26-19	104-21
Lerdo	Durango	Lerdo	25-32	103-31
Tlahualilo	Durango	Tlahualilo	26-06	103-26
Nazas	Durango	Nazas	25-13	104 - 06
Mapimí	Durango	Mapimí	25-49	103-58
Presa Guadalupe	Coahuila	San Pedro	25-45	103-03
Presa la Flor	Coahuila	Torreón	25-04	103-17
Bajío de Ahuichila	Coahuila	Viseca	25-06	102-37
Tejabán de la Rosita	Coahuila	Torreón	25-16	102-12
biseca	Coahuila	Viesca	29-19	102-48
Emiliano Zapata	Coahuila	Emiliano Zapata	25-19	102-56
Cinco de Mayo	Coahuila	San Pedro	25-46	104-17
Presa Coyote	Coahuila	Torreón	25-32	103-28
Presa el Cuije	Coahuila	Matamoros	25-41	103-20
San Pedro	Coahuila	San Pedro	25-45	102-59

RESULTADOS Y DISCUSÍON

En el Cuadro 2 se presentan los valores de Kc. obtenidos en función del diámetro del tronco en centímetros y la densidad de nogales por hectárea. Un valor de Kc. superior a la unidad indica que la evapotranspiración real del cultivo será mayor que la evapotranspiración de referencia y viceversa un valor de Kc. inferior a la unidad indica que la evapotraspiración real del cultivo será menor que la evapotranspiración de referencia. Los valores de Kc. encontrados son similares a los reportados por Miyamoto (1983), sin embargo para los meses de Agosto y Septiembre estas valores son superiores.

Cuadro 2.- Valores de Kc para nogal generados para la Región Lagunera

Meses	Factor (ø del tronco x población)									
	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Marzo	0.058	0.103	0.131	0.194	0.282	0.323	0.380	0.389	0.434	0.450
Abril	0.071	0.198	0.225	0.269	0.354	0.384	0.403	0.438	0.440	0.442
Mayo	0.100	0.214	0.286	0.361	0.442	0.476	0.537	0.585	0.594	0.620
Junio	0.152	0.285	0.440	0.618	0.784	0.882	1.042	1.130	1.159	1.199
Julio	0.190	0.320	0.518	0.751	1.004	1.167	1.302	1.397	1.427	1.452
Agosto	0.198	0.402	0.642	0.857	1.163	1.286	1.404	1.527	1.592	1.608
Septiembre	0.210	0.497	0.669	0.924	1.275	1.370	1.466	1.530	1.644	1.657

La evapotranspiración real para el período de Marzo a Septiembre de cada estación climática calculada utilizando los valores de Kc generados en este trabajo, para un factor diámetro de tronco x población de 1500 se presentan en el Cuadro 3. Los valores de ETr. varian en un rango de de 44.9 a 60.4 cm. presentando los valores mas altos la estación climática Emiliano Zapata y los mas bajos la estación Tejaban de la Rosita. Existe una diferencia en consumo de agua entre estas estaciones de 15.5 cm. Los valores de ETr utilizando los valores de Kc generados por Miyamoto (1983) fluctúan en un rango de 41.8 a 56.5 cm, existiendo una diferencia de consumo de agua de 14.7 cm entre la estación de mayor y menor consumo. Se efectuó el mismo análisis considerando un factor diámetro del tronco x población de 3000 (Cuadro 4.). Se encontró la misma tendencia que en el Cuadro 3 no obstante las diferencias de consumo de agua entre estaciones son superiores, siendo de 31 cm. entre la Estación Emiliano Zapata y Tejabán de la Rosita.

Cuadro 3.- Variación espacial del consumo de agua del nogal (ETr) de Marzo a Septiembre para un factor ø de tronco x población = a 1500.

Estación climática	ETr (cm) con Kc. generados	Diferencia entre ETr mayor y menor	ETr (cm) con Kc (Miyamoto, 1983)	Diferencia entre ETr mayor y menor
Rodeo	53.9		50.6	
E.T.A. 15 de Abasolo	52.7		49.2	
El Derrame	52.5		49.2	
Lerdo	55.8		52.4	
Tlahualilo	57.6		63.9	
Nazas	54.0		50.8	
Mapimí	55.6		51.9	
Presa Guadalupe	52.6		49.3	
Presa la Flor	53.7		50.3	
Tejabán de la Rosita	44.9		41.8	
Viesca	59.5		55.9	
Emiliano Zapata	60.4	15.5	56.5	14.7
Cinco de Mayo	51.2		47.9	
Presa Coyote	54.9		51.3	
Presa el Cuije	57.7		54.0	
San Pedro	54.5		51.0	

Cuadro 4.- Variación espacial del consumo de agua del nogal (ETr) de Marzo a Septiembre para un factor ø de tronco x población = a 3000.

Estación climática	ETr (cm) con Kc. generados	Diferencia entre ETr mayor y menor	ETr (cm) con Kc (Miyamoto, 1983)	Diferencia entre ETr mayor y menor
Rodeo	108.5		103.3	
E.T.A. 15 de Abasolo	107.3		100.9	
El Derrame	105.8		100.6	
Lerdo	112.4		107.0	
Tlahualilo	116.2		110.4	
Nazas	108.8		103.6	
Mapimí	112.1		106.5	
Presa Guadalupe	106.1		100.8	
Presa la Flor	108.1		102.9	
Tejabán de la Rosita	90.9		85.9	
Viesca	119.3		114.1	
Emiliano Zapata	121.9	31.0	115.6	29.7
Cinco de Mayo	103.2		98.1	
Presa Coyote	111.0		105.2	
Presa el Cuije	116.6		110.7	
San Pedro	109.9		104.5	

CONCLUSIONES

Los Kc generados para nogal en este estudio son ligeramente superiores a los generados por Miyamoto (1983)

Existe una variación espacial del consumo de agua para el nogal entre estaciones climáticas de la Región Lagunera

Se encontraron diferencias de consumo de agua entre estaciones de 15.5 y 31.0 cm.

Para los factores ø del tronco x población de 1500 y 3000.

Se requiere una validación de los valores de Kc generados para determinar si es necesario ajustar estos valores.

BIBLIOGRAFÍA

Godoy A.,C. I. Reyes J., C. A. Torres E.,M.V. Huitron R., J. Cristian CH. Y J. Morales R. 2000. Tecnología de riego en nogal pecadero. Libro científico n° 1 INIFAP.

Godoy A.,C. 1994. Manejo del agua en diferentes etapas fenológicas del nogal. Memorias del XII Conferencias Internacionales sobre el cultivo del nogal. Delicias, Chihuahua, pag. 128-137

Godoy A. C., 1996. Crecimiento y desarrollo del fruto del pecadero (Carya illinoensis K.) cv. Western y su relación con unidades calor, evapotranspiración y días. ITEA. 92:49-57.

Mendoza M.,S.F.y A. Lagarda M. 1993. Obtención de un patrón de distribución de humedad óptimo en nogal con riego por microaspersión. Informes de investigación del CENID-RASPA, del INIFAP. Vol. 5 cap.III.

Miyamoto S. 1983. Consumptive water use of Irrigated Pecans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(5): 676-68.

Orona C.,I, G. González C. y J. de J.Espinoza A. 2004. La producción de nuez pecanera en la Comarca Lagunera. Folleto técnico n° 1 del CENID-RASPA del INIFAP.

SAGARPA 2005. Estadísticas agropecuarias para la Región Lagunera

Villarreal E. H. 1983. Determinación de la evapotranspiración de un nogal joven cultivar wichita en lisímetro gravimérico localizado en General Terán N.L. Memorias del X Ciclo de Conferencias Internacionales de la nuez. Cd. Delicias. Chihuahua. Pag. 81-110.

Worthington J. W., Lasswell, J.L.A. Stein and M.J. Mc. Farland. 1992. Now that you`ve decided to irrigate… How?....How much?...When ?. ..Pecan South. 22: 6-18.

POTENCIAL PRODUCTIVO DE CAMPANITA (*Clitoria ternatea* L.) PARA CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA [3]

J. Santamaría César [1 2], D. G. Reta Sánchez [1], F. J. Chávez G. [1]
[2] jesussc@yahoo.com
[1] Investigador del INIFAP-CIRNOC-CELALA, Blvd. José Santos Valdés No. 1200 Col. Mariano Matamoros, C.P. 27440, Matamoros, Coah.
[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". SAGARPA-CONACYT-COFUPRO Fundaciones Produce Coahuila y Durango, A. C., PIFSV Comarca Lagunera.

INTRODUCCIÓN

Las áreas de riego en las zonas áridas del Norte de México, presentan tres factores principales que reducen la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios, los cuales son: La limitación y alto costo del agua de riego, la creciente degradación de suelos y agua debido a problemas de salinidad y los sistemas de producción agrícolas actualmente están basados en un número limitado de cultivos, lo cual provoca problemas de comercialización, incremento de plagas y enfermedades, reducción de rendimiento por condiciones ambientales adversas y una creciente necesidad de subsidios.

Una de las alternativas de solución es la diversificación de los sistemas productivos agropecuarios que contribuyan a mejorar la relación entre los sistemas de producción agropecuarios, su potencial productivo y las limitantes ambientales del clima y el suelo, de manera que se asegure la sustentabilidad a largo plazo de los sistemas de producción. Lo cual se puede lograr identificando nuevos cultivos y especies cultivadas con mayor eficiencia en el uso del agua, y una mayor productividad en suelos con problemas de salinidad.

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 m^3 para regar 93,409 (Jurado, 2003).

Características descriptivas de Campanita (Clitoria ternatea).

Campanita (*Clitoria ternatea* L.) pertenece a la familia de las Fabaceae cuyos nombres comunes son: Campanita**,** butterfly pea, kordofan pea (Sudan), campanilla (Panama), zapatillo de la reina (El Salvador), bejuco de conchitas (Puerto Rico), pokindang (Filipinas). Su hábito de crecimiento es Anual. Es originaria de América Central y el Caribe (Bustamante *et al*., 2002), su distribución es en los Trópicos semiáridos. Crece bien como planta ornamental en las partes más calurosas del mundo de los 20° Latitud Norte a 24° Latitud Sur y crece hasta los 1800 msnm (FAO, 2005). Leguminosa para forraje de corte, considerada como la leguminosa más precoz y productivas para las regiones tropicales. Permite un corte cada 45 días, (8 cortes por año) recuperándose rápidamente después del corte. Bajo pastoreo, en períodos cortos tiende a desaparecer. La semilla contiene de 38 a 43% de proteína, 2.87 Mcal de EM kg^{-1} de materia seca y 80% de total de nutrientes digestibles (Villanueva, *et al.*, 2004). Sin embargo, la utilización de la semilla en la alimentación animal no es factible, debido al elevado contenido de taninos hidrosolubles (Bravo, 1971). Campanita se utiliza en pastoreo de praderas solas o asociadas con gramíneas tropicales o bien, en lotes compactos para producción de semilla y forraje de corte, producción de heno y ensilado con otras gramíneas (Córdoba y Ramos, 1987; Villanueva y Mena, 1996).

Requerimientos Agroecológicos

Este cultivo tiene poca tolerancia a las heladas (FAO, 2005) y el rango óptimo es de 19 a 32 °C (Villanueva, *et al.*, 2004)

Características de los suelos

Adaptado a una gran variedad de condiciones de suelos desde arenosos a los suelos francos, aluviales profundos y en suelos pesados o arcillosos. Es moderadamente tolerante (MT) a la salinidad y crece en los suelos con pH altos (Lee, 1954, citado por FAO, 2005).

Requerimientos de humedad: Prospera a niveles de precipitación de 400 mm, pero las condiciones óptimas son en áreas de 1,500 mm. Tolera bastante bien la sequía en Zambia (van Rensburg, 1967, citado por FAO, 2005) y crece en las áreas más secas de Kordofan en el Sudán, pero también se comporta bien bajo riego (Parbery, 1967, citado por FAO, 2005). No tolera inundaciones (Farinas 1966 citado por FAO, 2005).

Rendimiento y Potencial de Uso Forrajero

Rendimiento. El rendimiento de Campanita es variable de acuerdo a la edad de corte, localidad y manejo agronómico. Se han obtenido rendimientos de forraje seco de 19 t ha^{-1} por año (Sosa *et al.*, 1996) a más de 30 t ha^{-1} por año en condiciones de riego (Sánchez *et al.*, 1991). Barro y Ribeiro (1983) encuentran rendimientos de materia seca de 18.53 a 32.14 t ha^{-1} por año con un número de cortes de 4 a 8, de acuerdo a la edad de corte del cultivo.

Calidad Forrajera. Aún en floración, el forraje seco contiene cerca de 20 % de proteína, está libre de compuestos tóxicos y puede utilizarse como alimento rico en proteína para alimentación de aves, cerdos y rumiantes en general (Córdoba y Ramos, 1993), contiene altos nivel de proteína y moderado de fibra en sus diferentes etapas fenológicas. En plantas enteras la proteína cruda fluctúa de 19.4 a 22.6 % en base seca, mientras que la energía metabolizable y el total de nutrientes digestibles (TND) es de 2.58 Mcal kg^{-1} de MS y 71 %, respectivamente (McDowell *et al.*, 1974). Otros estudios señalan un contenido de 68.8% de TND y valores de energía neta de lactancia de 1.13 Mcal kg^{-1} en heno cortado en la etapa de formación de vainas (Medrano, 2001). Barro y Ribeiro (1983) encuentran valores de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) en el inicio de la floración de 54.3% y 44.4 %, respectivamente; y de 51.09% en FDN y 43.31% en FDA en formación de vainas. Se han encontrado coeficientes de digestibilidad de 74.2 % para la materia seca, y 85.2 % para proteína cruda (Bogdan, 1997).

Variedades y disponibilidad de semilla

Campanita es cultivada en diferentes áreas del mundo como Centroamérica, Sudamérica, El Caribe, Australia y África, en las que se manejan genotipos locales y comerciales. Por ejemplo en Australia se utiliza el cultivar Milgarra, que fue liberado para praderas en mezclas con pastos, en regiones con alrededor de 1300 mm de precipitación y un fuerte ciclo de sequía (Partridge, 2003). En México se utiliza la variedad Tehuana, liberada en 1988 (CIAT, 2001), la cual puede encontrarse en el mercado nacional (Grupo Papalotla, 2004).

Identificación de Áreas Homogéneas de Potencial Productivo

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 campanita (*Clitoria ternatea* L.***)*** en la Comarca Lagunera. En la Figura 1 se presenta la distribución espacial de las áreas de potencial productivo en la Comarca Lagunera.

Cuadro 1. Requerimientos de los suelos y condiciones climáticas empleados para la identificación de las áreas homogéneas de potencial productivo de Campanita (*Clitoria ternatea* L.) en la Comarca Lagunera.

Variable	**Requerimiento de Suelo y Clima**		
	Óptimo	**Sub-óptimo**	**Marginal**
Altitud (msnm) (Villanueva *et al*., 2004)	0 – 1,800	-	> 1,800
Pendiente (%)	< 1	1 - 2	> 2
Profundidad del suelo (m)	> 1	< 1	Litosol
Textura (Villanueva *et al*., 2004)	Gruesa, Media	Gruesa, Media	Fina
pH (FAO, 2005)	7 – 8.5	7 – 8.5	> 8.5
Conductividad eléctrica (dS m^{-1}) (Villanueva *et al,*. 2004)	MT	MT	-
Temperatura promedio ciclo (ºC) (Villanueva *et al.,* 2004)	19 - 32	-	< 19, > 32

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la Figura 1 se presentan las áreas óptimas y subóptimas para Campanita (*Clitoria ternatea* L.), ubicadas al Este de la Comarca Lagunera en las que se identificaron 59,624 hectáreas con condiciones óptimas ya que la mayoría de los requerimientos agroecológicos presentes en la Comarca Lagunera coincide con los de Campanita (*Clitoria ternatea* L.) como se puede observar en el Cuadro 1. Áreas con condiciones sub-óptimas (645,642 hectáreas) se localizan al oeste del Distrito de Riego 017, principalmente debido a las condiciones de salinidad de los suelos.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las características ambientales de la Comarca Lagunera y su coincidencia con los requerimientos ambientales del cultivo Campanita (*Clitoria ternatea* L.), es posible incorporar esta especie al padrón de cultivos forrajeros en aproximadamente 59,624 hectáreas.

Debido a su Moderada Sensibilidad a la salinidad, en áreas en donde se han detectado suelos con niveles de salinidad entre a los 2 a 4 dS m^{-1}, Campanita podría presentar buenos rendimientos de forraje y constituir una buena alternativa de producción

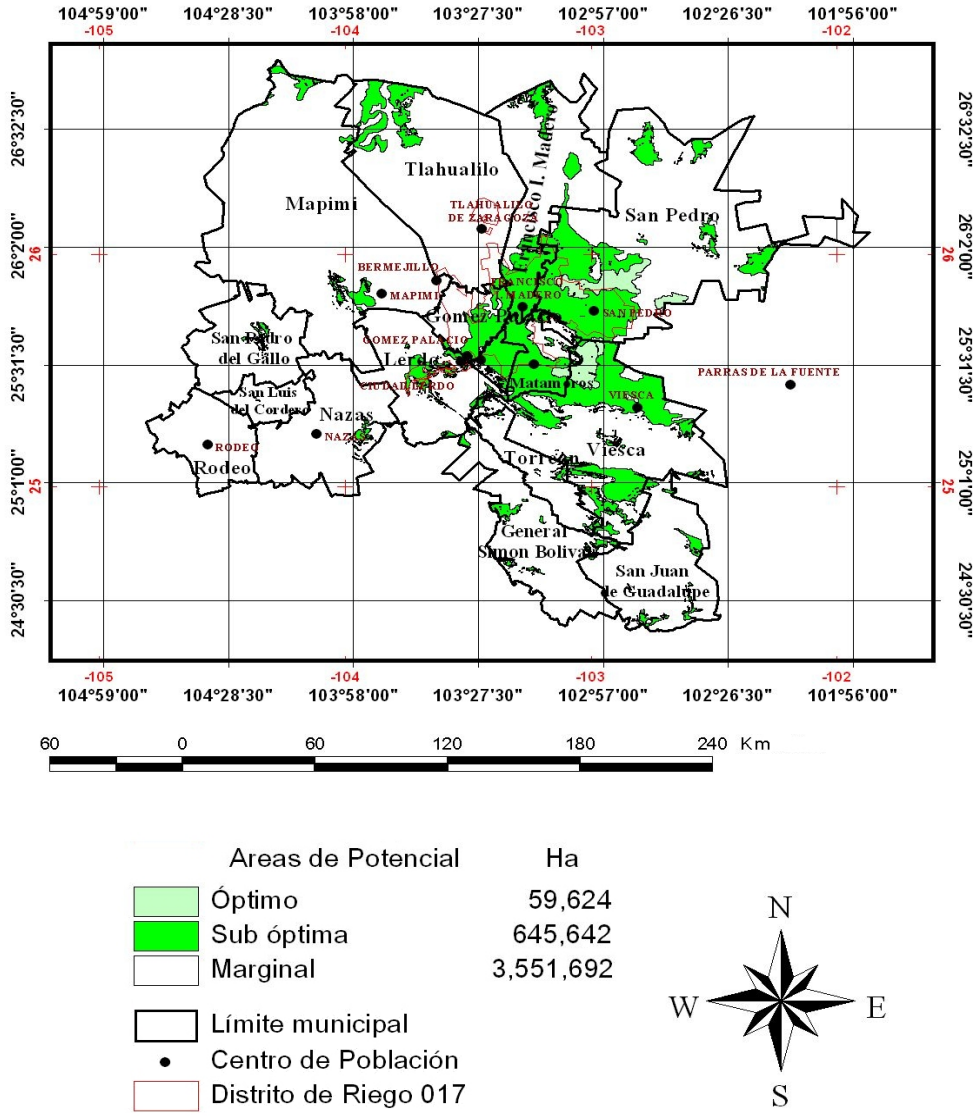


Figura 2.5.2. Áreas de potencial para Campanita (*Clitoria ternatea* L.) en la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFIA

Barro, C., A. Ribeiro. 1983. The study of *Clitoria ternatea* L. hay as a forage alternative in tropic countries. Evolution of the chemical composition at four different growth stages. J. Sci. Food Agric. 34:780-782.

Bogdan, A.V. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje (pastos y leguminosas). Primera edición. México. DFAGT Editor.

Bravo, F.O. 1971. Efecto de la suplementación de dietas basándose en semilla de *Clitoria ternatea* L. cruda o cocida con metionina y fenilalanina para rata en crecimiento. Téc. Pecu. Méx. 17:7-12.

Bustamante, G. J de J., J. Fco. Villanueva A.; J. A. Bonilla C., J. Vidal R. C. 2002. Utilización del heno de clitoria (*Clitoria ternatera* L.) en la alimentación de vacas Suizas pardo en lactación. Téc. Pecu. Méx. 42:477-487.

CIAT. 2001. Variedades liberadas. Gramíneas y leguminosas tropicales liberadas como cultivares comerciales en diferentes países. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 3 p. http://www.ciat.cgiar.org/forrajes/forrajeses/variedades_liberadas.htm?tema=GIS.

Córdoba, A., A. Peralta, A. Ramos. 1987. Producción estacional de la asociación *Digitaria decumbens*/*Clitoria ternatea* con tres cargas animales y dos sistemas de utilización. Pasturas Tropicales. CIAT. Cali, Colombia. 9:27-31.

Córdoba A., A. Ramos. 1993. Efecto del intervalo de pastoreo y de la carga animal sobre la persistencia de la asociación Pangola Digitaria documemto (*Clitoria ternatea* Linn.) bajo riego (resumen). Reunión nacional de investigación pecuaria. p. 16.

FAO. 2005: http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000021.htm.

Grupo Papalotla. 2004. *Clitoria ternatea* c.v. Tehuana. La leguminosa que puede sustituir a la alfalfa. Semillas Papalotla, S.A. de C.V. http://www.grupoapapalotla.com/flamexico/productos/tehuana.html

McDowell, L., J. Conrad, J. Thomas, L. Harris. 1974. Latin American tables of feed composition. University of Florida. Gainesville, Florida.

Medrano, R.J. 2001. Respuesta de vacas Suizo Pardo en lactación a la inclusión de niveles crecientes de heno de *Clitoria C. ternatea* Linn en la dieta (tesis de licenciatura). Compostela. Nayarit: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Partridge, I. 2003. Butterfly pea (*Clitoria ternatea*). Better Pastures for theTropics and Subtropics. The Department of Primary Industries, Queensland, and of CSIRO Division of Tropical Agriculture. http://www.tropicalgrasslands.asn.au/pastures/clitoria.htm

Sánchez, R.R., C.F. Carrete, A.F. Villanueva, C.F. Herrera, H.L. Mena, M.F. Sandoval. 1991. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en el norte de Nayarit. Tercera reunion científica forestal y agropecuaria (resumen). CIPAC-Nayarit. Tepic, Nayarit. p. 94.

Sosa, R.E., B.G. Zapata, R.J. Pérez. 1996. Tecnología para la producción de la leguminosa forrajera *Clitoria ternatea* L., una opción para la ganadería en Quintana Roo. Folleto Técnico. INIFAP-SAGAR.

Villanueva, A.F., H.L. Mena. 1996. Establecimiento y utilización de *Clitoria ternatea* L. en zonas tropicales. Publicación Técnica Núm. 1. INIFAP-SAGAR.

Villanueva, A. J., J. A. Bonilla, C., C. J. Vidal, R., G. J. De J. Bustamante. 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. Téc. Pecu. Méx. 42:79-96.

A SOIL CLASSIFICATION APPROACH IN MAPIMI, MEXICO BASED ON THEMATIC MAPPER DATA

Martinez-Ríos, Juan J.[1], H. Curtis Monger[2], R. Santana R.[3]

[1]Associated Professor at Facultad de Agricultura y Zootecnia, Posgrado, UJED, Mexico
[2]Associated Professor at New Mexico State University, Dept. Agronomy & Horticulture
[3]Assistant professor at Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED, Mexico
martinez@taipan.nmsu.edu

INTRODUCTION

The soil is an essential part of any terrestrial ecosystem defined as the product of interactions between parent material, biota, topography and climate through time. As a result of human activities, the soil is also one of the most affected parts of the global ecosystem (Schlesinger, 1991).

Soil scientists, technicians and farmers have studied physical and chemical properties of soils for many years, using this knowledge in the construction of soil maps that exhibit areas with high agricultural potential as well as unstable areas caused by environmental contamination and poor land use planning.

The first attempt to classify soils using a systematic approach was conducted in Russia in the 1880s. This rudimentary system was based on the identification of soil properties like texture and color, that would lead to the creation of new and improved methods like the FAO system and the Soil Taxonomy during the present century.

These classification systems have traditionally involved field sampling and laboratory analysis that are time consuming, labor intensive, and destructive to the samples being analyzed. Under this scenario, the use of remote sensing data, defined as the collection and interpretation of information about an object or feature from a distant point, is an alternative to classify soils.

Remote sensing data began in the 1840s as balloonists took photographs of the ground employing the newly invented photo-camera. The aerial photography was an important reconnaissance tool during the two World Wars, being materialized as a valuable tool for earth monitoring with the inclusion of sensors on board of spacecraft like the Sputnik in 1957 and the Landsat, formerly ERTS (Earth Resources Technology Satellite), in the 1970s.

Although there will remain the need for field verifications to classify soils, remote sensing provides reliable information at low cost using a non-destructive technique. Furthermore, the arrival of new and improved space-borne sensors appears promising to earth monitoring studies. The objective of this study was to test the hypothesis that Landsat Thematic Mapper (TM) data

can be useful in classifying soil types in arid and semi-arid regions.

LITERATURE REVIEW

Remote Sensing

Remote sensing can be defined as the science of capturing information about an object using an instrument from a distance without physical contact with the object (Lillesand and Kiefer, 1994).

Many researchers have constructed graphs relating the spectral reflectance values against the wavelength (8), generating the plots called spectral reflectance curves (Robinson, *et al.*, 1995). Some regions of the electromagnetic radiation spectrum are more appropriate to distinguish land features than other regions (Jensen, 1996).

Some researchers (Ben-Dor and Banin, 1994; Coleman and Montgomery, 1987) have conducted research about the usefulness of Thematic Mapper data to identify the best spectral region to analyze soil properties. Although most of these studies have been performed under lab conditions using hand held radiometers, few studies have been done using Landsat-5 Thematic Mapper data (van Deventer, 1992; van Deventer et al., 1997).

To identify spectral characteristics of soils, there are several factors that must be considered like soil roughness and soil texture because it has been observed that soil roughness decreases its reflectance, and soil texture, due to its relationship to water holding capacities, affects in several ways the relative reflectance values. In arid and semi-arid ecosystems, the spectral response curves for soils, vegetation, and the association soil-vegetation are usually located in the 0.4 :m - 1.1 :m region. As a result, to discriminate between these surfaces is a difficult task.

Soil Classification

The early classification system was based upon soil properties like color and structure. Dokuchaev, a Russian soil scientist, was the first attempting to classify soils using a systematic procedure. This survey was conducted in the province of Nizhnii-Novgorod (formerly the city of Gorki) in 1882-1886, and it was also based on different soil properties like texture and color. As a result of this event, most of the soil names and prefixes now used widely in the world come from Russian names, especially the names used in the FAO classification system and in some European soil surveys.

In the United States, several classification schemes have been proposed in the last 60 years. The history of soil classification is well documented culminating with the Soil Taxonomy

by the Soil Survey Staff (1975). To classify soils, a soil scientist has to think spatially, because the nature of the problems that are confronted involve patterns of physical and chemical soil properties, climate conditions, topography, as well as cropping practices.

METHODS AND MATERIALS

Study area

The study area is located northern Mexico, in the southwestern part of the Chihuahuan Desert. The area comprises 919.36 km^2, it is situated north of the State of Durango, near of the border with the State of Chihuahua. Most of the area is located within the municipality of Mapimi. Its coordinates (INEGI, 1991) are between latitude 26°30' to 26°45' N; and longitude 103°40' to 104°00' W.

The cities and towns within the influence area are Ceballos and Gomez Palacio in the State of Durango, and Escalon, in the State of Chihuahua. The maximum elevation in the area is 1,480 m in Cerro San Ignacio, with a mean elevation of 1,150 m (INEGI, 1991). The climate, according to the Köppen Classification modified by E. Garcia (CETENAL-UNAM, 1970) is type Bwhw(e) which is a desert-dry climate with a mean annual precipitation of 264.2 mm and a mean annual temperature of 20.8° C.

Ecological studies in the area establish that the vegetation consists largely of desert shrub species. The dominant species in the area are *Fouquieria splendens* (Ocotillo), *Agave lechuguilla* (Century plant), *Opuntia spp*. (Prickly pear), *Larrea tridentata* (Creosotebush), *Prosopis juliflora* (Mesquite). In addition, some grasses like *Hilaria mutica* (Tobosa grass), and, *Sporobolus airoides* (alkali sacaton) are also found in the zone.

The soil parent material is predominately alluvial material originated in the Quaternary period. The geologic material consists of igneous rocks like rhyolite and basalt, and sedimentary rocks, mainly limestone and sandstone (INEGI, 1981). The type of soils found in the region according to the FAO-UNESCO modified by DETENAL are: Lithosol, Regosol, Yermosol, Solonchak, Xerosol, and Fluvisol.

Data sources: Satellite data

The primary data sets used for this project were two Landsat TM scenes enclosing the study area in Mexico, and the calibration area in the United States. Due to the fact that both images would be spectrally compared in the analysis, the acquisition date played an important role in this study. Two summer scenes were acquired for this study.

The study area image (Path 30, Row 42 according to the Landsat 5 Worldwide

Reference System -WRS) from June 07, 1992, was obtained at Panamerican Center for Earth and Environmental Studies (PACES) at University of Texas El Paso. The Landsat scene for the calibration area (Path 33, Row 37) from June 07, 1995, was obtained from the Jornada LTER (Long Term Ecological Research) computer laboratory, located in the Biology Department at New Mexico State University.

The study area image was provided without geographical reference and was already resampled to 28.5 m pixel (picture element) using cubic convolution by United States Geological Survey EROS Data Center using the image processing software NLAPS (National Landsat Archive Production System). Unlike the study scene, which was unregistered, the calibration scene was provided appropriately georeferenced and resampled.

Characteristics of the Landsat TM data

The Thematic Mapper data has a swath width of approximately 185 km from an altitude of 705 km (Jensen, 1996). Its detectors record the electromagnetic radiation (EMR) in seven bands that are: Band 1 (Blue, 0.45-0.52 :m wavelength), Band 2 (Green, 0.52-0.60 :m), Band 3 (Red, 0.63-0.69 :m), Band 4 (Reflective-infrared, 0.76-0.90 :m), Band 5 (Mid-infrared, 1.55-1.74 :m), Band 6 (Thermal-infrared, 10.40-12.50 :m), and Band 7 (Mid-infrared, 2.08-2.35:m). The spatial resolution of a Thematic Mapper image is 30 m x 30 m for Bands 1 to 5 as well as Band 7; the Band 6 has a spatial resolution of 120 m x 120 m (Lillesand and Kiefer, 1994).

Image processing

All image processing was performed with ENVI® software unless otherwise noted.

Supervised classification

Digital image classification can be defined as the procedure assigning individual pixels in an image to different classes or categories (Campbell, 1996). The result is a thematic scene that exhibits the original data as categorical information. The supervised classification is a user-controlled technique in which pixels are evaluated and assigned to a class previously recognized from collateral sources, such as ground truth, maps, and aerial photographs (Jensen, 1996). Supervised classification requires that the user select training areas for use as a basis for the classification process. Because the supervised classification method requires the selection of training sites, and because the success of a good classification process is based on how correctly the spectral signatures were identified, four different approaches were created and used in this study. They were called simple, technical, scaled, and complex approach (note: these names were chosen for the specific purposes of this study, meaning nothing in remote

sensing literature).

Simple approach

In this process, the original seven bands Thematic Mapper scene for the calibration area was reduced to six bands by eliminating the thermal band (band 6) because it was considered as 'irrelevant' in this particular study. After this process, the selection of training sites was performed on the remaining six bands.

Technical approach

This approach was based on the concept of Principal Components Analysis, also called PCA, or Karhunen-Loeve analysis (Jensen, 1996). In this approach, a three-band composite image of principal component (PC) bands was generated from the original Thematic Mapper (TM) data as follows: Band 1 was the first PC of the three TM visible bands (1-3); Band 2 was the raw TM near-IR band (4); and Band 3 was the first PC of the two TM mid-IR bands (5, 7). According to the Environmental Monitoring Practicum (1995), the classification technique can benefit from this method because: (1) it reduces the total number of bands from 7 to 3 being more affordable to process; and (2) it retains more than 96 percent of the total variance in the original data set, and preserves the ability to interpret the inherent differences between the visible, near-IR, and mid-IR bands.

Scaled approach

This approach was based on band ratioing, which is a procedure accomplished by the simple arithmetical division of one band by another in the Thematic Mapper data. With the objective to determine the behavior of soil spectral curves, six band ratios were created using the Thematic Mapper data. They were: 1/4, 1/5, 3/4, 5/4, 5/3, and 5/7. These ratios were scaled from 0 to 255 to take advantage of the radiometric resolution of the data, improving the contrast in the image by making full use of the 256 gray levels available in the display system. These ratios were assigned to the image created from band 1 (ratio 1/4) through band 6 (ratio 5/7).

Complex approach

In this particular approach, and in order to quantify the spectral differences in the study area, some known transformations were used in this study. These transformations included: NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), NDTI (Normal Difference Tillage Index), SVI (Simple Vegetation Index), and Albedo.

RESULTS

The simple approach proved that Thematic mapper bands 2, 4 and 7 are useful to identify mapping units whose dominant soils are Ustollic Paleargids and Typic Haplargids with accuracies (compatible with land based mapping) higher than 80%, indicating a good separation between spectral signatures by this approach. After this consideration, and due to the fact that Typic Haplargid is one of the most common soils in arid an semi-arid lands, more than 60% of accuracy can be expected by classifying soils through this approach. However, the lower accuracies obtained for mapping units containing Typic Torripsamment and Typic Torriorthent as dominant soils, suggest that soil texture may have a direct influence in the percentage of reflectance when attempting classify Entisols by means of this approach.

The technical approach demonstrated that data reduction is possible by means of principal component analysis (PCA) without losing any substantial information in the Dataset. This approach showed similar results to the ones obtained in the simple approach, suggesting that classifications with accuracies greater than 60% can be achieved with fewer data, increasing as a result, the speed of processing and decreasing the physical volume of data.

The scaled approach established that the normalization of remotely sensed data by means of band ratios showed no substantial increase in the classification accuracy. However, this approach suggests that thematic mapper ratios 1/5, 3/4, and 5/4 may be useful to identify mapping units with dominant soils classified as Typic Torripsamment, thus complementing the information obtained through the simple and technical approach.

The complex approach established that the data transformations performed in the presented study were not the most suitable to classifying soils through these processes. Furthermore, the data did not show a clear normal distribution in most of the bands, indicating that the generation of new and improved transformations of thematic mapper data is required to increase the classification accuracy.

Based upon these results and obtain better accuracies, in Mexico, the technical approach was selected.

Selection of spectral signatures at study area in Mexico

The first task to perform at the study area in Mexico was to determine the equivalent soil classification from the FAO-UNESCO-INEGI system to the USDA Soil Taxonomy system. This task was accomplished using the data obtained from the hand dug pits and the information given in the soils map edited in Mexico by INEGI. The Table 1 shows the final classification, to the subgroup level, used in the present study after revising the information obtained.

Table 1. Soil classification based on the FAO-UNESCO-INEGI system and its equivalent in USDA soil taxonomy (Soil Survey Staff, 1996) of the main soil units found at the study area in Mexico.

Symbol	FAO-UNESCO-INEGI Classification	USDA Soil Taxonomy (subgroup level)
Jc	Fluvisol calcarico	Typic Haplocambid
I	Lithosol	Igneous rock (Basalt)
Rc	Regosol calcarico	Typic Torriorthent
Re	Regosol eutrico	Typic Torrifluvent
Vc	Vertisol calcarico	Typic Calcitorrert
Xh	Xerosol haplico	Typic Haplargid
Xl	Xerosol luvico	Typic Haplargid
Yg	Yermosol gypsico	Typic Haplogypsid
Yh	Yermosol haplico	Typic Haplargid
Yk	Yermosol calcarico	Typic Haplocalcid
Yl	Yermosol luvico	Typic Calciargid
Zo	Zolonchak ortico	Typic Haplosalid

To obtain the spectral signatures from the study area image in Mexico, which was created through the procedure explained before, the band assignation in the screen was as follows: the principal component 1 (PC1) from bands 5 and 7 was assigned to the red color gun, the raw TM band 4 was assigned to green, and finally, the PC1 from the three visible bands was assigned to the blue. This assignation, allowed the easy identification of 18 signatures: Xh+Rc, Rc+Xh, Rc+I, I, Xh, Rc, Xl+Vc, Yg, Yl+Zo, Yl, Xl+Xk, Zo+Yl, Yl+Yg, Yl+Xl (salty), Yl+Xl, Xh+Xk, Yl+Yh, and Yh. Every signature was labeled according to its map unit, and they were tested for separability using the Transformed divergency (Td) technique.

After selecting the best signatures through this process, the supervised classification was performed based on the maximum likelihood classifier. The classified map obtained was also tested for accuracy using the error matrix and the Kappa coefficient, the test statistic to determine significance was based upon the criteria proposed by Congalton and Green (1999).

The highest accuracy in the study area was obtained with signature Rc, presenting an

accuracy of 92.058%, displaying a commission value of 7.942%. The second best accuracy was achieved by signature Yl with 88.567% (omission 11.43%). On the other hand, the lowest accuracy was obtained by signature Yg with 26.954% (75.12% commission and 73.04% omission), other lower accuracies were obtained by signatures Rc+Xh and Yl+Xl with accuracy values near to 50%. These results suggest that a high separation among classes may not be entirely achieved even selecting the best signatures by means of a separability analysis.

Table 2. Errors of inclusion and exclusion obtained from the confusion matrix after supervised classification in the study area in Mexico.

Class	Commission (%)	Omission (%)	Accuracy (%)
Xh+Rc	23.438	12.019	87.981
Rc+Xh	87.647	46.078	53.922
Rc+I	68.851	14.023	85.977
Lithosol (I)	8.498	12.456	87.544
Xh	11.487	27.612	72.388
Rc	7.942	7.942	92.058
Yg	75.12	73.046	26.954
Yl+Zo	192.236	34.472	65.528
Yl	117.384	11.433	88.567
Xl+Xk	64.854	28.382	71.618
Zo+Yl	162.857	12	88
Yl+Xl(s)	6.188	14.125	85.875
Yl+Xl	14.089	48.999	51.001
Xh+Xk	4.928	37.177	62.823
Yh	101.514	22.805	77.195

In Mexico, principally in the arid regions, soil classification by means of remotely sensing data, may be a good alternative to compliment the information already provided by INEGI. Furthermore, this technique can provide information to those sites where non-digital soil maps at large scale (1:50,000 and larger) have not been produced yet. The map generation by means of remotely sensed data may take advantage of the USDA Soil Taxonomy system, which provides

more information than the FAO system currently used in Mexico.

In general, the simple and the technical approaches showed the higher accuracies, but the technical approach is suggested to classify soils in arid lands because of its data reduction capability that facilitates its digital processing.

Despite differences in (1) pre-satellite construction of soil classification systems based on subsurface horizons, and (2) differences in the Soil Taxonomy and FAO systems, Thematic Mapper scenes detect a high percentage (~ 70%) of mappable soil variability.

More research is needed to test that the use of Thematic Mapper data (passive) combined with the use of radar (active), and hyperspectral data (multiple bands) may be the most suitable technique to obtain accuracies larger than 80%, which could be considered as excellent due to the nature of this problem.

REFERENCES

Ben-Dor, E. and A. Banin, 1994. Chemical analysis of arid and semiarid soils using reflectance spectra in the visible and near infrared (0.4-1.1 :m) region, *in* Environmental Research Institute of Michigan. eds., Proceedings of the Tenth Thematic Conference on Geologic Remote Sensing: Exploration, Environment, and Engineering. Volume II, p. 121-131.

CETENAL-UNAM, 1970. Carta de climas, escala 1:500,000, Instituto de Geografía, Mexico.

Coleman, T.L., and O.L. Montgomery, 1987. Soil moisture, organic matter, and iron content effect on the spectral characteristics of selected vertisols and alfisols in Alabama, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 53(12):1659-1663.

Campbell, J.B., 1996. Introduction to remote sensing. 2nd ed., The Guilford Press, New York, 622 p.

Congalton, R.G., and K. Green, 1999. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. Lewis Publishers, Boca Raton, 137 p.

INEGI., 1991. Carta topográfica: La Flor, clave G13B64, escala 1:50,000, 3a. impresión.

INEGI., 1981. Carta geológica: La Flor, clave G13B64, escala 1:50,000, 1a. impresión, Mexico.

Jensen, J. R., 1996. Introductory Digital Image Processing: a remote sensing perspective. 2nd edition, Prentice-Hall, New Jersey, 316 p.

Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer,1994. Remote sensing and image interpretation. 3rd. edition. John Wiley and Sons, New York, 750 p.

Robinson, A.H., et al., 1995. Elements of Cartography, 6th edition, John Wiley and Sons, New York, 674 p.

Schlesinger, W.H.,1991. Biogeochemistry: an analysis of global change. Academic Press. 443 p.

Soil Survey Staff, 1975. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. U.S. Dept. of Agriculture, Handbook No. 436, 753 p.

van Deventer, A.P., A.D. Ward, P.H. Gowda, and J.G. Lyon, 1997. Using Thematic Mapper data to identify

contrasting soil plains and tillage practices. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 63:87-93.

van Deventer, A.P., 1992. Evaluating the usefulness of Landsat Thematic Mapper data to determine soil properties, management practices and soil water content. PhD. dissertation, The Ohio State Univesity, Columbus, Ohio, 342 p.

POTENCIAL PRODUCTIVO DE SOYA (*Glycine max* L.) Merr) CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA [3]

J. Santamaría César [1], D. G. Reta Sánchez [1], F. J. Chávez G. [1]

[2] jesussc@yahoo.com

[1] Investigador del INIFAP-CIRNOC-CELALA, Blvd. José Santos Valdés No. 1200 Col. Mariano Matamoros, C.P. 27440, Matamoros, Coah.

[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". SAGARPA-CONACYT-COFUPRO, Fundaciones Produce Coahuila y Durango, A. C., PIFSV Comarca Lagunera

INTRODUCCIÓN

Las áreas de riego en las zonas áridas del Norte de México, presentan tres factores principales que reducen la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios, los cuales son: La limitación y alto costo del agua de riego, la creciente degradación de suelos y agua debido a problemas de salinidad y que los sistemas de producción agrícolas actualmente están basados en un número limitado de cultivos, lo cual provoca problemas de comercialización, incremento de plagas y enfermedades, reducción de rendimiento por condiciones ambientales adversas y una creciente necesidad de subsidios.

Una de las alternativas de solución es la diversificación de los sistemas productivos agropecuarios que contribuyan a mejorar la relación entre los sistemas de producción agropecuarios, su potencial productivo y las limitantes ambientales del clima y el suelo, de manera que se asegure la sustentabilidad de los sistemas de producción a largo plazo de los niveles óptimos de producción. Lo cual se puede lograr identificando nuevos cultivos y especies cultivadas con mayor eficiencia en el uso del agua, y una mayor productividad en suelos con problemas de salinidad.

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 m^3 para regar 93,409 (jurado, 2003).

Características descriptivas de SOYA (*Glycine max* L.) Merr

SOYA (*Glycine max* L.) Merr pertenece a la familia Fabaceae, cuyo nombre común es soya, originaria de China (Vavilov, 1951) y su distribución mundial es entre los 55° de Latitud Norte a 57° Latitud Sur (Rachie y Roberts; citados por Summerfield y Roberts, 1985). Bien adaptada a regiones subtropicales y tropicales, cálidas y semicálidas (González, 1984). Se desarrolla bien del nivel del mar a 1,600 m (Ruiz, 1984, citado por Ruiz *et al*., 1999). El ciclo de la soya es de 100-130 días (Doorenbos y Kassam, 1979). El cultivo de soya fue introducido en EE. UU. a mediados del siglo XIX y fue inicialmente promovido como cultivo forrajero (Arny, 1926). A finales de la década de 1940, el enfoque de producción cambio de forraje a la producción de grano. Con el grano se produce una gran variedad de productos como aceite, productos proteicos, plásticos, cosméticos, etc. (Ashlock *et al.*, 2004).

Requerimientos Agroecológicos

La temperatura óptima se encuentra entre 22 y 30 °C. Temperaturas nocturnas cercanas a 13 °C tienden a retrasar significativamente el desarrollo (Baradas, 1994; Bowen y Hollinger, 2002). La temperatura mínima para desarrollo es 10 °C y para la producción de cosecha 15 °C (Doorenbos y Kassam, 1979). Cuando la temperatura es inferior a 22 °C, se retrasa la iniciación de las vainas y a temperaturas menores de 14 °C, no existe formación de vainas (Hesketh *et al.*, 1973; Thomas y Raper, 1981).

Es una especie sensible a las heladas y algunas variedades necesitan que la temperatura se mantenga por arriba de 24 °C para que se produzca la floración (Doorenbos y Kassam, 1979).

Características del suelo.

Desarrolla bien en una amplia gama de texturas de suelo, con buen drenaje, excepto en suelos demasiado arenosos (Doorenbos y Kassam, 1979; Benacchio, 1982). La presencia de una capa freática superficial, especialmente durante el periodo vegetativo inicial, puede afectar negativamente el rendimiento del cultivo (Doorenbos y Kassam, 1979). En relación al pH, se adapta a un rango entre 5.6 y 8.2, (Gazzoni, 1995).

Humedad:

Este cultivo requiere en promedio de 530 mm por ciclo, con un requerimiento diario promedio de 3.3 mm por día. Los periodos críticos por estrés de humedad es en la diferenciación floral hasta el final de la formación de vaina (Baradas, 1994). Antes de la floración, la planta tolera la sequía (Crispin y Barriga, 1978).

Tolerancia a la salinidad:

Este cultivo es moderadamente tolerante a la salinidad (MT) ya que solo a partir de valores de conductividad eléctrica superiores a 5.1 dS m^{-1} se presentan reducciones en rendimiento. El rendimiento se ve afectado hasta en un 10% a 5.5 dS m^{-1}, hasta un 40% a 7.0 dS m^{-1} (Abel y Mckenzie, 1964; Bernstein *et al.*, 1955; Bernstein y Ogata, 1966).

Rendimiento y Potencial de Uso Forrajero

La soya puede ser cultivada para su uso como forraje con alto contenido de proteína en forma de pastoreo, henificado o ensilado. En áreas irrigadas se han obtenido rendimientos superiores a 10 t ha^{-1} de materia seca (Mullen, 1999), en Wisconsin de 2.4 a 7.4 t ha^{-1} (Hintz *et al.*, 1992), de acuerdo al estado de maduración en la cosecha. Estos autores concluyeron que las variedades de soya para grano cosechadas en la fase R7 (primeras vainas con color de maduración; 50 % de las hojas amarillas), produjeron forraje de similar calidad a la alfalfa cosechada en la fase de inicio de floración. En asociación con maíz, la concentración de proteína cruda en el forraje se incrementa entre 30 y 43 % comparado con maíz sembrado solo (Herbert *et al.*, 1984). Los rendimientos de forraje de la asociación soya-maíz fueron comparables al rendimiento de maíz en unicultivo.

Calidad forrajera.

Para maximizar el rendimiento de materia seca y calidad de forraje, Hintz *et al*., 1992; indican que la soya para forraje debe cosecharse entre la fase de madurez (semillas verdes con el máximo tamaño) y primeras vainas con color de maduración y 50 % de las hojas amarillas. Brown (1999) encuentra en esta fase valores de proteína cruda de 19.2 %, fibra neutro detergente de 40.7 % y fibra ácido detergente de 29 %. Mezclando una carga de soya con tres de maíz se evitan problemas en el ensilado originados por el alto contenido de humedad y grasa en la semilla, la cual dificulta el proceso de fermentación en el ensilado (Wheeler, 2000). Debido al alto contenido de extracto de Ether (EE) en el forraje de soya que puede decrecer el consumo y reduce la digestión de fibra la cantidad de forraje de soya no debe exceder el 50 % del total de materia seca en la ración (Brown, 1999).

Variedades y disponibilidad de semilla

Las variedades clasificadas como Grupo VIII (tardías) se sugieren para las áreas como Texas. Las variedades liberadas para semilla son mejor opción que las variedades desarrolladas para forraje. Sin embargo, se han liberado variedades de soya desarrolladas específicamente para forraje, las cuales fueron evaluadas en Minnesota (Sheaffer *et al*., 2001) Para incrementar el rendimiento y mantener la calidad de forraje, se sugiere utilizar variedades ligeramente más tardías que las variedades para semilla (Wiederholt y Albrecht, 2003). En

México existen en el mercado variedades de soya, en áreas como Tamaulipas, aunque la superficie sembrada ha disminuido significativamente.

Identificación de Áreas Homogéneas de Potencial Productivo

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 soya en la Comarca Lagunera.

Cuadro 1. Requerimientos de los suelos y condiciones climáticas empleados para la identificación de las áreas homogéneas de potencial productivo de la Soya (*Glycine max* (**L**.) Merr. en la Comarca Lagunera.

Variable	**Requerimiento de Suelos y Clima**		
	Óptimo	**Sub-óptimo**	**Marginal**
Altitud (msnm) (Ruiz *et al.*,1999)	< 1,600	-	> 1,600
Pendiente (%)	< 1	1 - 2	> 2
Profundidad del suelo (m)	> 0.5	< 0.5	Litosoles
Textura (Bowen y Hillinger. 2002)	Medio	fina	Gruesa
Conductividad eléctrica (dS m^{-1}) (Bernstein & Ogata , 1966)	< 5.5	5.5 a 7	> 7
Temperatura promedio ciclo (°C) (Bowen y Hillinger. 2002)	20 - 33	10 – 20 ó 33 - 38	< 10 ó > 38

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presentan las áreas óptimas y subóptimas para Soya (*Glycine max* (**L**.) Merr., ubicadas al Este de la Comarca Lagunera en las que se identificaron 521,746 hectáreas con condiciones óptimas ya que la mayoría de los requerimientos agroecológicos presentes en la Comarca Lagunera coincide con los del Soya (*Glycine max* (**L**.) Merr. como se puede observar en el Cuadro 1.

Áreas con condiciones sub-óptimas (261,766 hectáreas) se localizan al oeste del Distrito de Riego 017, principalmente debido a las condiciones de salinidad de los suelos.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las características ambientales de la Comarca Lagunera y su coincidencia con los requerimientos ambientales del cultivo Soya (*Glycine max* (**L.**) Merr., es posible incorporar esta especie al padrón de cultivos forrajeros en aproximadamente 521,746 hectáreas.

Debido a su moderada tolerancia a la salinidad, aún en áreas en donde se han detectado suelos con niveles de salinidad superiores a los 5.5 a 7 dS m^{-1}, la soya podría presentar buenos rendimientos de forraje y constituir una buena alternativa de producción.

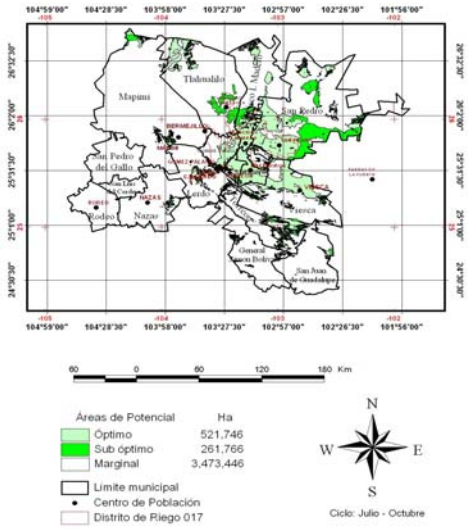


Figura 1. Áreas de potencial para Soya (*Glycine max* (L.) Merr. en la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFIA

Abel, G. H., A.J. MacKenzie. 1964 Salt tolerance of soybean varieties (*Glicyne max* L. Merril) during germination and later growth. Crop Sci. 4:157-161.

Arny, A.C. 1926. The influence of time of cutting on the quality of crops. Agron. J. 18:684-703.

Ashlock, L., R. Rodibaugh, N. Hettiarachy, A. Proctor. 2004. Processing and utilization. Chapter 18. Arkansas Soybean Handbook. University of Arkansas. Division of Agriculture. Cooperative Extension Service.

Baradas, M. W. 1994. Crop requirements of tropical crops. *In*: Handbook of agricultural meteorology. J.F. Griffiths (Ed.) Oxford Univ. Press. New York. pp: 189-202.

Benacchio, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nal. de Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.

Bernstein, L., G. Ogata. 1966. Effects of salinity on nodulation, nitrogen fixation, and growth of soybeans and alfalfa. Agron. J., 58:201-203.

Bernstein, L., A. J. Mackenzie, B. A. Krantz. 1955. Salt tolerance of field crops – soybeans. *In:* United States Salinity Laboratory Report to Collaborators, Riverside, A. A. pp: 35-36.

Bowen, C. R., S. E. Hillinger. 2002. Alternative Crops Web Site, Illinois State Water Survey, Champaing Illinois, http:/www.sws.uiuc.edu/data/altcrops/

Brown, C. 1999. Soybeans as a forage crop. Ontario. Ministry of Agriculture and Food. Government of Ontario, Canada. 3p.

Crispin M., A., C. Barriga. 1978. El cultivo de la soya (*Glycine max* L.). *In*: Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa. México, D.F. pp: 501- 539.

Doorenbos. J., A. H. Kassam. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje No. 33. FAO. Roma. 212 p.

Gazzoni, D.L. 1995. Botánica. *In*: El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y producción. EMBRAPA-FAO. Roma, Italia. pp: 1-12.

González de C., M. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Ed. Porrúa. México. 305 p.

Herbert, S.J., D.H. Putnam, M.I. Poss-Floyd, A. Vargas, J.F. Creighton. 1984. Forage yield of intercropped corn and soybean in various planting patterns. Agron. J. 76:507-510.

Hesketh, J.D., D.L. Myrtle, C.R. Wiley. 1973. Temperature control of time intervals between vegetative and reproductive events in soybeans. Crop Sci., 13:250-254.

Hintz, R.W., K.A. Albrecht, E.S. Oplinger. 1992. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. Agron. J. 84:795-798.

Jurado, M. A. Márquez. 2003. Consolidación y Desarrollo del Distrito de Riego 017, Comarca Lagunera. Grupo de Planeación y Coordinación del Proyecto. Resultados obtenidos con la aplicación del Método de Planeación Participativa ZOPP. Gerencia Regional Cuencas Centrales Del Norte (GRCCN). Comisión Nacional del Agua.

Mullen, C. 1999. Summer legume forage crops: Cowpeas, lablab, soybeans. Agfact P4.2.16 (2 ed.). NSW Department of Primary Industries. 13 p.

Ruiz C., J.A., G. Medina G., I. J. González A., C. Ortiz T., H. E. Flores L., R. Martínez P., K. F. Byerly M. 1999. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. INIFAP-Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. 35 p.

Sheaffer, C.C., J.H. Orf., T.E. Devine, and J.G. Jewett. 2001. Yield and quality of forage sobean. Agron. J. 93:99-106.

Summerfield, R.J., E.H. Roberts, W. Erskine, R.H. Ellis. 1985. Effects of temperature and photoperiod on flowering in lentils (Lens culinaris Medic.) Annals of Botany, 56:659-671.

Thomas, J.F., C.D. Jr. Raper. 1981. Day and night temperature influence on carpel initiation and growth in soybean. Bot. Gaz., 142:183-187.

Vavilov, N.I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Chronica Botanica. USA.

Wheeler, B. 2000. Soybeans for silage. Infosheet. Ministry of Agriculture and Food. Government of Ontario, Canada.

Wiederholt, R., K. Albrecht. 2003. Using soybean as forage. Focus on Forage. 5:No. 13. University of Wisconsin Board of Regents.

POTENCIAL PRODUCTIVO DE FRIJOL DOLICHOS (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) PARA CULTIVO FORRAJERO ALTERNATIVO EN LA COMARCA LAGUNERA [3]

J. Santamaría César [1, 2], D. G. Reta Sánchez [1], F. J. Chávez González. [1]

[2] jesussc@yahoo.com

[1] Investigador del INIFAP-CIRNOC-CELALA, Blvd. José Santos Valdés No. 1200 Col. Mariano Matamoros, C.P. 27440, Matamoros, Coah.

[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". SAGARPA-CONACYT-COFUPRO, Fundaciones Produce Coahuila y Durango, A. C., PIFSV Comarca Lagunera

INTRODUCCIÓN

Las áreas de riego en las zonas áridas del Norte de México, presentan tres factores principales que reducen la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios, los cuales son: la limitación y alto costo del agua de riego, la creciente degradación de suelos y agua debido a problemas de salinidad y los sistemas de producción agrícolas actualmente están basados en un número limitado de cultivos, lo cual provoca problemas de comercialización, incremento de plagas y enfermedades, reducción de rendimiento por condiciones ambientales adversas y una creciente necesidad de subsidios.

Una de las alternativas de solución es la diversificación de los sistemas productivos agropecuarios que contribuyan a mejorar la relación entre los sistemas de producción agropecuarios, su potencial productivo y las limitantes ambientales del clima y el suelo, de manera que se asegure la sustentabilidad a largo plazo de los sistemas de producción. Lo cual se puede lograr identificando nuevos cultivos y con mayor eficiencia en el uso del agua, y una mayor productividad en suelos con problemas de salinidad.

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 m^3 para regar 93,409 Ha (Jurado, 2003).

Características descriptivas de Frijol Dolichos (*Lablab purpureus* (L.) Sweet.)

Frijol Dolichos (*Lablab purpureus* (L.) Sweet pertenece a la familia de las Fabaceae cuyos nombres comunes son: Frijol Dolichos, Rongai dolichos, frijol del hombre pobre (Australia) frijol de Tonga (Inglaterra), lubia (el Sudán), batoa (Filipinas), jacinto de frijol (Brasil), frijol jacinto (Colombia), quiquaqua, chwata de caroata (Venezuela), poroto de Egipto (Argentina), dolique lablab, dolique d'Egypte (Francia), frijol de fiwi (Zambia), chicarros, frijol caballo (Puerto Rico), gallinita (México), frijol de adorno (El Salvador), wal (India).

Su hábito de crecimiento es perenne de corto plazo (Whyte *et al*., 1953), originario de la India (Deka y Sarkar, 1990) y se introdujo al África del sureste de Asia durante el siglo VIII (Kay, 1979). En la actualidad se encuentra en África (Skerman *et al* 1991) y en Buenos Aires, Argentina (Burkart, 1952). Hasta la aparición del cultivar Rongai en 1962 esta especie se emplea como forraje en Australia (Cameron, 1988). Se Extiende al sur más allá de los 30° de latitud sur. Se siembra en verano para producir hasta tres pastoreos. El hábito de retrasar su madurez le permite suministrar forraje en el verano entre la especie de verano y especies de invierno (por ejemplo, avenas). La semilla de Frijol Dolichos contiene sustancias tóxicas como lectinas, las cuales son removidas con tratamiento de calor. Dada la buena palatabilidad del forraje para el ganado, es una buena fuente de proteína y puede ser utilizado como cultivo de pastoreo, cortado para heno y para ensilado mezclado con maíz (Murphy y Colucci, 1999).

Requerimientos ambientales

No crece rápidamente hasta que las temperaturas superan 29° C. La temperatura mínima para el crecimiento es aproximadamente 3°C (Murtagh y Dougherty, 1968). Su tolerancia a las heladas es baja. Planta de día corto, El cv. Rongai florece más tarde que otros tipos. Es sensible a la duración de día y florece mejor con menos de 11 horas de día, pero requiere suficiente luz. Cuando crece con pastos o cultivos altos, puede trepar a la luz.

Características de los suelos.

Sumamente tolerante a la textura del suelo, crece en arena profunda a arcillas pesadas, con buen drenaje, y en un amplio rango de pH, de 5.0 a 7.5.

Tolerancia a la salinidad: Frijol Dolichos es moderadamente sensible a la salinidad (MS) del suelo (Russell, 1976), sin embargo la salinidad reduce la población de plantas y produce hojas cloróticas (Wilson citado en FAO, 2005).

Rendimiento y Potencial de Uso Forrajero

Rendimiento. La semilla es buena alternativa para consumo humano dado su alto contenido de proteína (24 %), previa remoción de constituyentes tóxicos por medio de calor. Frijol Dolichos tiene un potencial de rendimiento superior a 2.5 t ha^{-1} de semilla bajo condiciones de crecimiento favorable. En condiciones de temporal se han obtenido rendimientos comerciales de 0.5 a 2 t ha^{-1} de grano (Mullen *et al.*, 2003).

Calidad Forrajera. Como forraje, frijol dolichos produce rendimientos de materia seca superiores a 6 t ha^{-1} (Murphy y Colucci, 1999) con una calidad de forraje equivalente a la alfalfa, con niveles de proteína cruda de alrededor de 18 % y digestibilidad de la materia seca de 60 % (Mullen *et al.*, 2003). Una característica importante de frijol dolichos como forraje es su versatilidad en su forma de uso, ya que puede ser utilizado como heno de buena calidad, se puede ensilar y puede ser pastoreado (Cameron, 1988).

A diferencia de la semilla, las hojas de Frijol Dolichos no contienen elementos tóxicos, por lo que suministran una fuente de proteína rápidamente fermentable. La digestibilidad aparente de la proteína cruda alcanza valores de 54.5 a 76.1 %. El promedios de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) es de 43 y 38.6 %, respectivamente. El promedio de digestibilidad de la materia seca es de 56 % (Murphy y Colucci, 1999).

Variedades y disponibilidad de semilla

En Australia se han liberado entre 1962 y 1995 variedades de Frijol Dolichos introducidas de Africa e India (Tropical forages, 1998). Entre estas se encuentran las siguientes: “Rongai”, de ciclo tardío, flores blancas, semillas color café claro y alta producción de materia seca; “Highworth”, de floración temprana, flores color púrpura, semillas negras y buen rendimiento de materia seca; “Koala”, de maduración temprana, capaz de producir semilla antes de que ocurran heladas en el sur de Australia, y produce alrededor de 70 % del rendimiento de materia seca producido por “Rongai” y “Highworth”; “Endurance”, variedad perenne, que puede crecer durante 2 o 3 años (en regiones sin heladas) y tiene una alta producción de materia seca. Se está trabajando con selecciones sobresalientes en Brasil, Australia, Sudáfrica y EE.UU.

Identificación de Áreas Homogéneas de Potencial Productivo

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 Frijol Dolichos en la Comarca Lagunera.

En la Figura 1 se presenta la distribución espacial de las áreas de potencial productivo en la Comarca Lagunera.

Cuadro 1. Requerimientos de los suelos y condiciones climáticas empleados para la identificación de las áreas homogéneas de potencial productivo de Frijol Dolichos (*Lablab purpureus* (L.) Sweet.) en la Comarca Lagunera.

	Requerimientos de Suelo y Clima		
Variable	**Optimo**	**Sub-óptimo**	**Marginal**
Altitud msnm (Crowder, 1960, Murphy and Colucci, 1999)	< 1,800	1,800 – 2,100	> 2,100
Profundidad del suelo (m)	> 1	< 1	Litosoles
Pendiente %	< 1	1 - 2	> 2
Textura (FAO, 2005)	Media,Gruesa	Media, Gruesa	Fina
Temperatura nocturna ºC (Murtagh y Dougherty, 1968).	> 3	10-16	< 3
Temperatura media ciclo ºC (Murtagh y Dougherty, 1968, Murphy and Colucci, 1999).	18 a 30	39 - 41	< 18 - > 41
Germinación de la semilla (Prodonoff, 1968).	>25	-	< 25
Salinidad del suelo (dS m^{-1}) (Russell, 1976)	MS	MS	MS
Suelos sódicos (PSI ≥ 15%)	< 15	> 15	> 15

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presentan las áreas óptimas y subóptimas para Frijol Dolichos (*Lablab purpureus* (L.) Sweet.), ubicadas al este de la Comarca Lagunera en las que se identificaron 525,180 hectáreas con condiciones óptimas ya que la mayoría de los requerimientos agroecológicos presentes en la Comarca Lagunera coincide con los del Frijol Dolichos (*Lablab purpureus* (L.) Sweet.) como se puede observar en el Cuadro 1.

Áreas con condiciones sub-óptimas (146,794 hectáreas) se localizan al oeste del Distrito de Riego 017, principalmente debido a las condiciones de salinidad de los suelos.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las características ambientales de la Comarca Lagunera y su coincidencia con los requerimientos ambientales del cultivo Frijol Dolichos (*Lablab purpureus* (L.) Sweet.), es posible incorporar esta especie al padrón de cultivos forrajeros en aproximadamente 525,180 hectáreas.

Debido a su relativa moderada sensibilidad a la salinidad, en áreas en donde se han detectado suelos con niveles de salinidad entre los 2 a 4 dS m^{-1}, el frijol dolichos podría presentar rendimientos de forraje inferiores a los 90% de su potencial, sin embargo constituye una buena fuente de proteína.

.

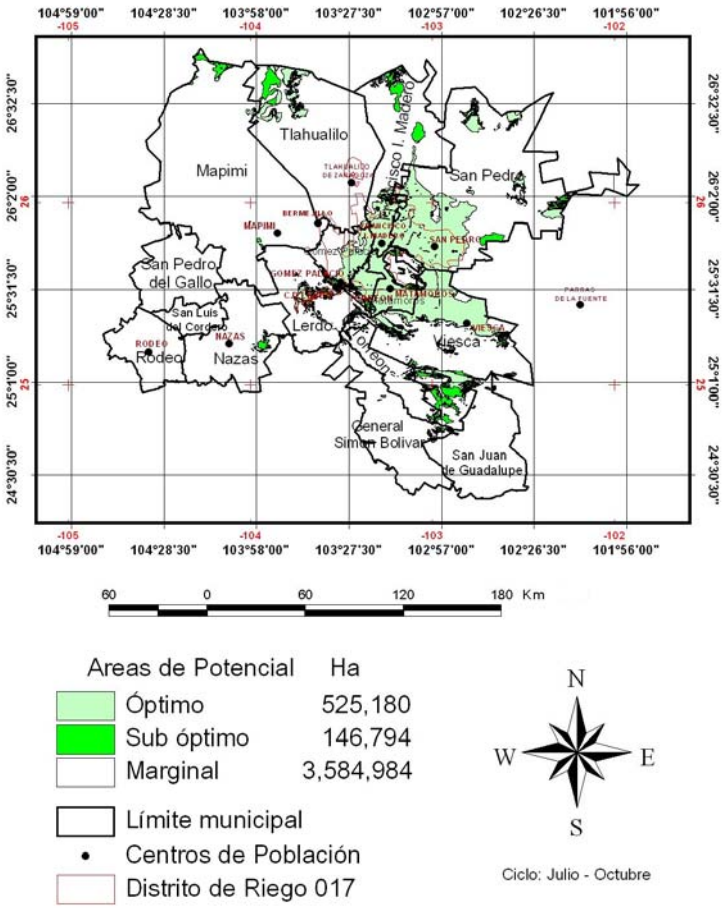


Figura 2.3.2. Áreas de potencial para Frijol Dolichos (*Lablab purpureus* (L.) Sweet.) en la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFIA

Burkart, A.1952. La leguminosas Argentinas. Buenos Aires, Acme.

Cameron, D. G. 1988 Tropical and subtropical pasture legumes. Queensland Agricultural Journal. March-April:110-113.

Crowder, L. V. 1960. Gramíneas y Leguminosas Forrajeras en Colombia. Bogota. DIA Boletín Técnico No. 8.

Deka, R. K., C. R. Sarkar 1990. Nutrient composition and anti-nutritional factors of Dolichos lablab L. seeds. Food Chemistry. 38:239-246.

FAO. 2005. Grassland and pasture/crop systems. Grassland Species profiles. Grasslands index. http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/DATA/PF000047.HTM.

Jurado, M. A. Márquez. 2003. Consolidación y Desarrollo del Distrito de Riego 017, Comarca Lagunera. Grupo de Planeación y Coordinación del Proyecto. Resultados obtenidos con la aplicación del Método de Planeación Participativa ZOPP. Gerencia Regional Cuencas Centrales Del Norte (GRCCN). Comisión Nacional del Agua.

Kay, D. E. 1979. Hyacinth Bean - Food Legumes. Tropical Products Institute. Crop and Product Digest No. 3. xvi:184-196.

Mullen, C. L., J. F. Holland, T. L. Heuke. 2003. Cowpea, lablab and pigeon pea. Agfact p4.2.21. Lrst. Editiun. NSW Agriculture.

Murphy, A. M., P. E. Colucci. 1999. A tropical forage solution to por quality ruminant diets: A review of Lablab purpureus. Livestock Research for Rural Development (11) 2. 18 p.

Murtagh, G. J., A. B. Dougherty 1968. Relative yields of lablab and velvet bean. Tropical Grasslands. 2:57-63.

Prodonoff, E. T. 1968. Testing in Queensland. Brishane. Dept. Prim. Ind.

Russell, J. S. 1976. Comparative salt tolerance of some tropical and temperate legumes and tropical grasses. Aust. J. Exptl. Agric. Animal Husb. 16: 103-109.

Skerman, P. J.; D. G. Cameron, F. Riveros 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, No. 2.

Tropical Forages. 1998. Lablab purpureus. Factsheet.
http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Media/Html/Lablab_purpureus.htm

Whyte, R. O., G. Nilsson-Leissner y Trumble H. C. 1953. Legumes in agriculture. Rome, Italy. FAO. pp: 272-273.

COLECTA DE GOMA DE MEZQUITE (*Prosopis laevigata*) COMO PARTE DEL FÓLDER DE OPORTUNIDADES EN EL MANEJO SUSTENTABLE EN EL EJIDO DE LLANOS DE LA ANGOSTURA, SAN LUÍS POTOSÍ. MÉXICO

Rivera J.*, H. Losada*, J. Cortés*.J. Vernon-Carter, F. Cruz-Sosa*** D. Grande *y R. Soriano***

Depto de Biol. De la Reproducción. **Dpto. de Ingeniería de Procesos e Hidráulica,
***2Dpto. de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa,
San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina 09340 México, D.F.
e-mail: rmjg@xanum.uam.mx

INTRODUCCIÓN

Las enormes extensiones y llanos de Coahuila, San Luís Potosí, Chihuahua, Zacatecas, Nuevo León y Tamaulipas integran casi el 65% del clima árido y semiárido que componen el paisaje natural de México. La vegetación esta formada por diversos tipos de matorrales espinosos bajos y altos. De acuerdo con INEGI (2002) reportó que la producción agropecuaria y forestal dentro de estas áreas es considerada pobre si se clasificara como monocultivo. Sin embargo, entre los habitantes de las comunidades existen una gran variedad de actividades agropecuarias y forestales que están orientadas al autoconsumo y ocasionalmente los excedentes son vendidos o intercambiadas en pequeñas cantidades. Estas labores están estrechamente vinculadas con su entorno ambiental. De entre la vegetación propia de la zona sobresale el mezquite (*Prosopis leavigata*), el cual ha estado ligado a las culturas del desierto en México desde épocas precolombinas. Si bien es cierto que en ciertas áreas la vegetación natural ha sido reemplazada por cultivos y/o pastizales, aun quedan considerables áreas donde la vegetación natural predomina o bien se ha regenerado naturalmente. Tal es el caso del ejido Llanos de la angostura que con 5,000 ha es un ejemplo de sucesión natural que a 60 años de desmontada para la siembra de algodón regenero naturalmente su vegetación nativa. La vegetación natural incluye el árbol de mezquite, de donde se obtiene un exudado (goma de mezquite) que entre sus usos tradicionales y viable su uso industrial tiene la capacidad de ser potencialmente un sustituto de la goma arábiga. De acuerdo con Vernón y col., 2000 quién ha descrito sus propiedades físico-químicas, el exudado tiene amplia aplicación en la industria farmacéutica y alimenticia, entre otros. EL ejido de Llanos de la angostura tiene el potencial de producir cientos de toneladas de goma de mezquite pero debido a su estacionalidad y a la poca certeza de producción no es posible abastecer a una industria que demanda un ingreso constante durante todo el año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con la finalidad de conocer la integración del manejo de sus recursos naturales así como el fólder de oportunidades que tiene el ejido Llanos de la Angostura, se hicieron visitas periódicas durante la época de secas, lluvias e invierno en un período de 3 años. La metodología empleada consistió en métodos participativos, calendarios estaciónales y recorridos de campo así como entrevistas estructuradas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de la variadas actividades los ejidatarios siembran maíz, sorgo escobero, sábila, recolecta de leña, madera y alfalfa. Además de la cría de borregos, cabras, caballos y aves de traspatio. Ocasionalmente reportaron emplearse como obreros, comerciantes y labores agrícolas. Aunque dicen que es ilegal la colecta de leña esta se realiza durante todo el año, la preparación de la tierra para la siembra de sorgo escobero y maíz es durante los meses de marzo y abril, la siembra en mayo-junio y la cosecha del grano en noviembre-diciembre. En el caso del sorgo escobero la producción de escobas es durante todo el año y parte del rastrojo y grano puede ir a la alimentación del ganado. El uso del árbol de mesquite tiene varios destinos dependiendo de la época del año. Así se tiene que la recolecta de vaina es de abril a junio; la recolecta de goma durante la estación seca (octubre a mayo), la recolecta de leña durante todo el año. La vaina de mezquite se emplea básicamente en la alimentación animal. Las aves de traspatio son principalmente para autoconsumo. Durante los últimos años la siembra de sábila viene a ser otro ingrediente de su fólder de oportunidades. El potencial de mezquite y por ende la producción/colecta de goma de mezquite radica en que la mayoría de los árboles son jóvenes pues su edad oscila entre los 50 y 60 años siendo que pueden alcanzar su mejor producción a los 100 años (Vernon y col., 2000) con una longevidad de hasta 200 años. Como una manera de conservación de especies y manejo sustentable de ecosistemas frágiles es necesario ampliar el fólder de oportunidades de la gente local con la finalidad de hacer uso racional de sus recursos pues aparte de dar sustento a los integrantes del ejido actúa como proveedor de servicios ecológicos. La promoción de actividades alternativas como apicultura y crianza de pequeños rumiantes deberán ser considerados como actividades alternativas. Además de planear estrategias en el manejo de los pastizales y estrategias de alimentación para animales en pastoreo.

BIBLIOGRAFÍA

INEGI. 2002. Síntesis de Información Geográfica del Estado de San Luís Potosí.

Vernon-Carter E.J., C.I. Beristain and Pedroza-Isalas. 2000. Mesquite gum (*Prosopis gum*). 217-238. In: Novel macromolecules in food systems. Edited by D. Doxastakis and V. Kiosseoglou. ELSEVIER.

MEJORAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE RIEGO, DIAGNÓSTICO Y ALTERNATIVAS**

Frías Ramírez José Ernesto, García Legaspi Guillermo, Huerta Salas Bogart, Ramírez Horta Edgar, Segura Castrita Miguel[1], García Legaspi Guillermo[1], Preciado Rangel Pablo[1]

** Proyecto CoSNET Clave 703.04-P
[1]Profesor-Investigador, [2]Alumno Maestría en Irrigación, Instituto Tecnológico de Torreón
jfriasra@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El Agua es actualmente uno de los recursos más disputados debido al incremento en su demanda y la disminución de la disponibilidad en cantidad y calidad. Cuando el agua no es usada apropiadamente en la agricultura, esta no solo representa un problema económico (alta proporción de los costos de producción), sino también un problema ecológico (abatimiento de los mantos acuíferos y contaminación de agua y suelo (Frías-Ramirez, 2002; y Robertson et al, 1996). Esta situación esta obligando a buscar alternativas para incrementar la eficiencia en el uso el agua. Algunas de las alternativas más promovidas son el uso de sistemas eficientes de riego (multicompuertas, goteo, aspersión) o la automatización y programación de riegos de acuerdo a la fenología y fisiología de los cultivos (Miyamoto et al., 1995, (Ritzema, 1994).

Justificación

Programas gubernamentales como Alianza para el Campo, han otorgado apoyos al campo para la modernización de la infraestructura de riego, buscando mejorar el uso del recurso hídrico y la productividad del área agrícola. Sin embargo no se ha tenido el impacto esperado, teniéndose aún baja eficiencia en el uso del agua considerando que la solución a este problema debe ser integral ya que el buen uso del agua en la agricultura incluye variables climatológicas, de infraestructura, tecnológicas y socioeconómicas. Los principales problemas que se tienen en la irrigación agrícola están relacionados con deficiencias en el sistema de riego, deficiencias técnicas de diseño y /o operación, siendo los principales la baja eficiencia de bombeo, pérdida combinada del orden del 50% en la conducción y aplicación, problemas de diseño (largo, ancho de melga y gasto de operación), nivelación del terreno y mal manejo de operarios. Por lo anterior el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10 esta desarrollando un proyecto de investigación sobre el aprovechamiento integral del agua en la región, en el cual se incluyen estudios del suelo, área críticas de riego, eficiencia en los sistemas de riego superficial y presurizado. El presente resumen incluye solo parte del estudio de riego superficial.

Objetivos

El objetivo del presente trabajo fue el de realizar un diagnóstico del sistema de riego y desarrollar alternativas para Incrementar la eficiencia en el uso del agua generadas mediante simulación computarizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el campo agrícola del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 10 de Torreón, Coah. En una superficie de 32 ha. Cultivada con forrajes, irrigados mediante un sistema superficial de tubería de multicompuertas. La metodología de estudio consistió en un diagnóstico de campo del tipo de suelo, disponibilidad de agua y de las condiciones actuales de uso y manejo del agua de riego. Y un análisis de alternativas técnicas basado en la simulación de escenarios (parámetros de diseño, infraestructura y operación).

Estudio de campo: Se levantó un plano topográfico del área de estudio utilizando una estación total Nikon DTM 831 y tres prismas, para detallar el perfil el terreno, distribución de áreas de riego e infraestructura, procesándose la información mediante el software Autocad 2000. La eficiencia electromecánica del equipo de bombeo se determinó mediante mediciones del nivel dinámico (mediante una sonda eléctrica, determinación del gasto de la bomba por la ecuación de continuidad, mediante diez repeticiones de medición de tiempo volumen, mediciones de voltaje, amperaje, factor de potencia mediante un medidor de potencia multifuncional TMRS. También se evaluaron las péridadas de agua por conducción. Para estudiar los parámetros de riego se realizó una prueba de avance del riego. Se midió el largo y ancho de la melga seleccionada y dividió en secciones de 20 metros de longitud, Se determinó la pendiente media de la melga, gasto de entrada, tiempo de inicio de riego, tiempo que tarda en llegar el agua a cada sección, tiempo de corte y tiempo de avance (hasta que el agua cubre el total de la melga).

Simulación

Una vez obtenido los parámetros de riego, se procedió a simular el avance del riego, retención de agua y eficiencias de riego. Lo anterior se realizó utilizando el modelo de simulación SIRMOD II (Walker, et al 1987), creado en Utah State University, Estados Unidos de Norteamérica, el cual se basa tres opciones de solución a las ecuaciones de Saint-Venant. Este modelo de simulación, provee capacidad analítica con respecto a todas las variables que afectan el diseño y el manejo del riego superficial. No simplifica ninguna de las variables pero a

cambio simula la respuesta del sistema a los valores que se le introducen a cada variable. Se identifica así, un óptimo diseño y manejo del riego mediante análisis de escenarios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eficiencia electromecánica

El pozo profundo tiene un nivel dinámico de 145 metros, con gasto de 37, aunque el factor de potencia se encuentra por debajo de lo aceptable, la eficiencia electromecánica del equipo de bombeo es de 65%, la cual esta dentro del limite aceptable en la NOM-06-ENER 1995.

Pérdidas por conducción

El área de estudio cuenta con un sistema de riego con válvulas alfalferas y tubería de multicompertas, el cual conduce el agua de la bomba a la parcela de riego. La tubería de conducción tiene un diámetro de 8", al igual que la tubería de multicompuertas, por lo que las pérdidas por conducción a través del sistema son considerables. La principales fallas de conducción que provocan éstas pérdidas son mal acoplamiento de la tubería, empaques en mal estado, y compuertas de la tubería quebradas.

Eficiencias de riego en la parcela

Las melgas evaluadas presentan longitudes que varían desde 120 a 200m, con pendientes promedios de -0.7 a 4.72 cm/100 m. y anchura de 14 m. Los resultados de la prueba de avance de riego mostraron un gasto unitario de 1.28 lps/m y un tiempo de riego de 500 minutos; observándose que las variaciones en la pendiente de las melgas en relación a el gasto unitario manejado provocan poco avance y grandes pérdidas de agua lo que reflejan una baja eficiencia aplicación y distribución del agua, como lo denota el valor de eficiencia global de riego encontrado de 28%.

Alternativas de mejoramiento

El factor de potencia es bajo, esto indica que e motor esta trabajando deficientemente, por lo que se recomienda cambiar el motor que tiene actualmente de 200 hp por uno de menor potencia es decir por uno de 125 hp, esto con el fin de mejorar la relación de extracción de agua y el consumo de energía.

Almacenamiento

Se recomienda construir un estanque a partir de utilizar la tierra del mismo terreno para la formación de bordos, de tal manera que no será necesario transportar tierra. Las características físicas son las mostradas en la figura 1 con unidades en metros.

Se va extraer un volumen de 2141.43 m^3 de tierra para construir el estanque el cual será suficiente para captar 8260 m^3 de agua para regar toda la superficie agrícola.

Conducción

Para la conducción se recomienda instalar tubería de 10 pulgadas con válvulas alfalferas a cada 40 m, cuando se riegue con la operación del estanque se requerirá un rebombeo para un gasto de 124 lps y una CTD de 21 mca.

Aplicación

Las recomendaciones que se otorgan para mejorar la eficiencia de riego en la parcela que actualmente se tiene, se basa en el avance de riego practicado en la tabla IV, dichas recomendaciones son las siguientes, para esto se consideró la operación de un estanque con turnos de riego de 10 horas de lunes a viernes:

I. Se recomienda uniformizar la pendiente a 2 cm/100 m de longitud de melga en todo el predio.
II. Uniformizar el ancho de melga en todo el predio a 20 m
III. Aplicar el riego en una sola melga.

En caso de regar solo con la bomba

I. Se recomienda uniformizar la pendiente a 3 cm/100 m de longitud de melga en todo el predio
II. Uniformizar el ancho de melga en todo el predio a 10 m
III. Colocar válvulas alfalferas cada 40 m

Con estas recomendaciones se alcanzara una eficiencia global de riego del 90 por ciento, además se reducirán las perdidas de agua por conducción.

CONCLUSIONES

Los problemas encontrados en el diagnostico del uso y manejo del agua en el predio fueron los siguientes:

1. Bajo factor de potencia.
2. Baja eficiencia de aplicación de agua en el riego.
3. Pendiente del predio variable y en desacuerdo con el gasto y tipo de suelo.

BIBLIOGRAFÍA

Frias-Ramirez, J.E. 2002. Ph.D. diss. New Mexico State University., Las Cruces, NM.

Miyamoto, S., J. Henggeler and J.B. Storey. 1995. Water management in irrigated pecan orchards in the southwestern United States. Hort Technology 5(3):214-218.

Ritzema, H.P. 1994. Drainage principles and applications. ILRI Publicación No. 16, International Institute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen, Netherlands.

Robertson, W.D., B.M. Russell, and J.A. Cherry. 1996. Attenuation of nitrate in aquitard sediments of southern Ontario. Journal of hydrology. 108 (1/4):267-281.