

Universidad Autónoma Chapingo

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas

Instituto de Innovación en Biosistemas para el
Desarrollo Sustentable en Zonas Áridas



XII Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas

“Ciencia y tecnología en beneficio del medio ambiente de zonas áridas”

20 y 21 de Octubre de 2016



XII Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas

“Ciencia y tecnología en beneficio del medio ambiente de zonas áridas”

(Memoria: Resúmenes y Artículos en Extenso)

Compiladores:

Marco Andrés López Santiago, Rolando Santillán Elizarrarás, Jorge Alberto Ortiz Salazar, Oscar Esquivel Arriaga,
Uriel Figueroa Viramontes, Rafael Carrillo Flores, Ricardo Trejo Calzada y Gonzalo Hernández Ibarra

Coordinadores:

M.C. Rafael Carrillo Flores
M.C. Oscar Esquivel Arriaga
M.C. Gonzalo Hernández Ibarra
Dr. Jorge Alberto Ortiz Salazar
Dr. Uriel Figueroa Viramontes
Dr. Marco Andrés López Santiago

Corrección, Estilo y Diseño Editorial:

C. Clelia Morán López
Ing. Rolando Santillán Elizarrarás

Primera edición: Octubre, 2016
DR © Universidad Autónoma Chapingo
km 38.5 Carretera México-Texcoco
Chapingo Texcoco, Edo. De México, C.P.
56230 Tel. 01(595)9521500 Ext. 5142

Publicado por:
Universidad Autónoma Chapingo
Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas
Coordinación Editorial
Apdo. Postal 8, C.P. 35230
Bermejillo, Dgo.
Tel. 01(872)7760160, 60190, Ext. 1017

DIRECTORIO

Universidad Autónoma Chapingo

Dr. José Sergio Barrales Domínguez
Rector

Ing. Edgar López Herrera
Director General Académico

Dr. José Luis Romo Lozano
*Director General de Investigación y
Posgrado*

Lic. Silvia Castillejos Peral
*Director General de Difusión Cultural
y Servicio*

M.C. Fausto Raúl Inzunza Mascareño
Director General de Administración

Dra. Elida Estela Treviño Siller
*Director General de Patronato
Universitario*

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas

Dr. Bernardo López Ariza
Vicerrector

M.A. Fabián Rosales Noriega
Subdirector Académico

Dr. Ricardo Trejo Calzada
*Subdirector de Investigación y
Posgrado*

Dr. Aurelio Pedroza Sandoval
Coordinador de Posgrado

M. Sc. Buenaventura Reyes Chacón
Subdirector Administrativo

C.P. Sara A. Carmona Veyna
Subdirectora de Patronato

PRÓLOGO

La Universidad Autónoma Chapingo a través de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas y en conjunto con otras instituciones enseñanza e investigación han realizado con éxito durante once años consecutivos el Congreso Nacional Sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas.

De acuerdo con los datos de los últimos 5 años, el congreso ha sido escenario desde el 2012 de 31 conferencias magistrales, 126 ponencias orales, 329 ponencias en modalidad de carteles, y la participación de más de 2,000 asistentes entre investigadores, estudiantes, productores, profesionistas, sociedad civil e interesados.

Los temas que han sido presentados son: a) Sequía, desertificación y cambio climático, b) Manejo y uso integral de cuencas y el recurso agua, c) Fauna silvestre y flora de zonas áridas, d) Desarrollo sustentable y e) Sistemas alternativos de producción en zonas áridas.

Por todo lo anterior, el objetivo principal de este **XII CONGRESO NACIONAL SOBRE RECURSOS BIOTICOS DE ZONAS ÁRIDAS** es: Establecer un espacio para investigadores, académicos, profesionistas, productores, estudiantes, sociedad civil e interesados, con fin de exponer y debatir los resultados de investigación así como las tareas encaminadas a mejorar la productividad de los diferentes Biosistemas mediante el aprovechamiento óptimo y sustentable de los recursos naturales de las zonas áridas.

Atentamente

COMITÉ ORGANIZADOR

Nota importante:

La redacción y contenido de los artículos en extenso y resúmenes, son responsabilidad del (los) autor (es).

CONTENIDO

Conferencias Magistrales

Sustaining water for desert agriculture. -----	1
El cambio climático, factores que potencian el dinamismo de la cubierta del suelo en los ecosistemas semiáridos de México.-----	1
Avances de México en su proceso de preparación de la Estrategia Nacional REDD+. -----	1
Aplicaciones biotecnológicas en reproducción de pequeños rumiantes. -----	1
Aporte del Colegio de Postgraduados a la biología del venado cola blanca. -----	1

Ponencias Orales

Fluctuación poblacional y parasitismo natural del pulgón amarillo del sorgo <i>Melanaphis sacchari</i> (Zehntner) (Homoptera: Aphididae) en la Región Lagunera.-----	3
Actividad antibacteriana de los extractos vegetales de eucalipto (<i>Eucalyptus camaldulensis</i>), orégano (<i>Lippia graveolens</i>), tabaquillo (<i>Nicotiana glauca</i>) y toloache (<i>Datura stramonium</i>) ante cepas de la bacteria fitopatógena <i>Erwinia carotovora</i> . -----	5
Huella hídrica del cultivo chile (<i>Capsicum annum</i> L.) producido en Zacatecas y la Comarca Lagunera, México.-----	10
Análisis de la erodabilidad edáfica en condiciones naturales en el norte del estado de Durango. -----	20
Tratamientos para estimular la germinación de semillas de <i>Nolina cespitifera</i> Trel.-----	22
Indicadores de eficiencia en riego superficial en la Región Lagunera de Durango. -----	27
Parámetros dasométricos en plantas de orégano (<i>Lippia graveolens</i> HBK) para predecir peso de hoja en dos localidades.-----	28
Método basado en redes sociales para el rastreo de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) en el trópico seco mexicano. Etapa 1. -----	31
Tecnología de producción de maíz forrajero mediante la utilización de abonos orgánicos y el uso de un biofertilizante. -----	33

Delimitación y caracterización de la región centro norte del estado de Coahuila con base a criterios de condición de aridez, sequía y tipos de vegetación. -----	35
Nectarios extraflorales o espinas modificadas, evidencia experimental en <i>Cylindropuntia imbricata</i> y su interacción con hormigas. -----	37
Rendimiento y calidad de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) variedad Prosur comparado con variedades comerciales en Calera, Zac. -----	38
Evaluación agrológica empírica aplicada a huertas de guayaba. Caso Calvillo, Ags., México. Una experiencia pre-profesional. -----	43
Diagnóstico de brucelosis caprina por serología y PCR múltiple. -----	46
Productividad económica relativa del sector bovino lechero en Tamaulipas, México. -----	55
Producción y calidad de tres líneas de chile seco tipo mirasol en Huanusco, Zacatecas. -----	65
Evaluación de rastrojo e hidrogel como retenedores de humedad edáfica y su impacto en el crecimiento y desarrollo de pasto banderita (<i>Bouteloua curtipendula</i> [Michx.] Torr.) y pasto rhodes (<i>Chloris gayana</i> Kunth) en San Luis del Cordero, Dgo. -----	70
Composición bromatológica de la merma del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) pinto Saltillo. -----	72
Aislamiento e identificación de Enterobacterias y <i>Brucella</i> spp de productos lácteos elaborados en La Comarca Lagunera de Durango y Coahuila. -----	72
Estado del conocimiento de la flora de la zona semiárida del estado de Zacatecas. -----	80
Diversidad invernal de chicharritas (Hemiptera: Cicadellidae) en el norte centro de México. -----	89
Prevalencia de <i>Oestrus ovis</i> en cabras de La Comarca Lagunera. -----	93
Detección de áreas potenciales a contaminar acuíferos utilizando sistemas de información geográfica y modelos numéricos. -----	97
Incidencia y estimación de daño de <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i> en chile para secado en Jalpa, Zacatecas. -----	99
Productividad agrícola del agua en nogal pecanero del municipio de Nazas, Durango -----	104
Identificación diferencial de tipos de vegetación en zonas áridas utilizando tecnologías de información. -----	118

Incidencia de enfermedades de chile causadas por curtovirus y bacterias limitadas al floema en Aguascalientes, Durango y Zacatecas, México.-----	121
Caracterización fisiográfica y regionalización de la parte centro-sur del estado Coahuila. -----	125
Reproducción de síntomas del Alfalfa Mosaic Virus en plantas de chile y frijol. -----	134
Uso de sistemas de información geográfica para determinar contaminación no puntual de cuerpos de agua superficiales. -----	139

Presentación en Carteles

Crecimiento, morfología y eficiencia fotosintética de plántulas de <i>Prosopis laevigata</i> producidas en condiciones contrastantes de luz. -----	143
Helmintos parásitos de <i>Lithobates montezumae</i> Baird, 1854 (Anura: Ranidae) en tres municipios de Zacatecas, México. -----	144
Helmintos parásitos del sapo pinero, <i>Incilius occidentalis</i> Camerano, 1879 (Anura: Bufonidae) en Tepechitlán, Zacatecas, México. -----	152
Nematofauna de la zarigüeya norteamericana, <i>Didelphis virginiana</i> (Mammalia: Didelphidae) en Zacatecas, México. -----	161
Ácaros de las familias Trombiculidae y Leeuwenhoekiiidae asociados a <i>Lacertilia</i> Günter, 1867 en el estado de Zacatecas. -----	168
Calidad morfo-fisiológica de germoplasma de <i>Prosopis laevigata</i> de poblaciones fragmentadas distribuidas en Durango.-----	178
Diversidad de flora cactológica de la Sierra del Rosario, Durango, México.-----	179
Influencia de diferentes mezclas de sustrato en los atributos morfológicos de mezquite (<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.), en vivero. -----	180
Supervivencia y crecimiento de chamizo (<i>Atriplex canescens</i>) en un sistema silvopastoril en Aldama, Chihuahua. -----	186
Sobrevivencia a enfermedades y bajas temperaturas de leguminosas procedentes de ILRI en el altiplano de Zacatecas. -----	192
Caracterización agronómica y productiva de leguminosas procedentes de ILRI-Etiopia en el altiplano de Zacatecas. -----	203

Reconstrucción del NDVI para el norte de Coahuila empleando índices de ancho de anillo.	213
Cambios en el perfil polifenólico en plantas de chile (<i>Capsicum annuum</i>) infectadas por fitoplasma.	215
Diferenciación en la expresión de metabolitos secundarios de dos variedades de frijol común.	222
Efecto del estrés abiótico causado por altas temperaturas sobre la concentración de prolina en plantas de chile (<i>Capsicum annuum</i>)	227
Contribución al conocimiento de plantas con uso medicinal en la Comarca Lagunera, México.	233
Producción de bioetanol a partir de bagazo de <i>Agave tequilana</i> a nivel planta piloto.	234
Sacarificación y fermentación de biomasa de <i>Agave lechuguilla</i> Torr. para la obtención de etanol.	242
Importancia del nodrizaje de <i>Agave lechuguilla</i> como estrategia de conservación para <i>Astrophytum myriostigma</i> .	248
Estimación del turno técnico de <i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck bajo plantaciones en el sureste de Coahuila.	249
Tardigrados en brioflora de la zona semiárida de Durango, México.	258
Comportamiento agronómico de cuatro variedades de higuera para la producción de biodiesel en zonas áridas.	259
Endogamia en la tortuga de Mapimí (<i>Gopherus flavomarginatus</i>) bajo condiciones de cautiverio.	261
Ornitofauna en las diferentes asociaciones vegetales de la reserva de la biosfera de Mapimí, Durango.	272
Humedad disponible en el suelo y actividad fotosintética en árboles en producción de nogal pecanero (<i>Carya illinoensis</i>).	274
Distribución natural y potencial productivo de candelilla (<i>Euphorbia antisiphylitica</i>) en el norte de México.	276
Análisis de fertilidad y agentes microbianos micóticos en abono natural producido por “Hormiga arriera” <i>Atta mexicana</i> en el sureste de Durango	279

Relación interespecífica entre aura (<i>Cathartes aura</i>), zopilote (<i>Coragyps atratus</i>), y cuije (<i>Caracara cheriway</i>) en el sureste de Durango.-----	281
Crecimiento inicial de cuatro variedades de zacate banderilla [<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.] en diferentes mezclas de sustrato en vivero para fines de revegetación de agostadero.-----	282
Adaptación de un sistema portátil para medir tasa fotosintética en sábila (<i>Aloe barbadensis</i> M.)-----	284
Evaluación de la tolerancia a salinidad de higuera (<i>Ficus carica</i>).-----	286
Determinación de poblaciones silvestres y áreas potenciales de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) en el estado de Durango, México. -----	288
Estimación de producción de biomasa mediante el crecimiento acumulado del escape de maguey (<i>Agave asperrima</i>) Mapimí, Durango. -----	288
Impacto de la incorporación de residuos de cosecha y métodos de siembra en la pérdida de suelo en el cultivo de maíz-----	292
Recuperación de áreas degradadas en zonas áridas mediante el uso de microcuencas, retenedores de humedad y especies de plantas nativas. -----	297
El estado del arte de la valoración contingente en México. -----	299
Distribución espacial de As en suelos agrícolas del Ejido San Juan de Cañitas, Mapimí, Dgo. -----	312
Producción de maíz forrajero Arrayan (<i>Zea mays</i> L.) en condiciones de agricultura tradicional y de conservación en La Comarca Lagunera.-----	316
Potencial biomásico de cinco especies maderables del matorral espinoso tamaulipeco en la zona semiárida del noreste de México. -----	324
Obtención de área foliar en el cultivo de frijol por medio de imágenes digitales. -----	325
Comportamiento de brotes vegetativos y reproductivos del nogal pecanero -----	330
Rendimiento y calidad de ajo (<i>Allium sativum</i> L.) en cinco densidades de siembra en huerto familiar en Fresnillo, Zacatecas. -----	335
Incidencia de maleza y separación de hileras de siembra en ajo cultivado en huerto familiar en Rio Florido, Fresnillo, Zacatecas. -----	339

Sustitución de sorgo grano con grano seco de destilería sobre la fermentación ruminal y nitrógeno ureico en cabras alimentadas con soca de sorgo. -----	345
Estrés térmico y nutrición divergente en ovejas de pelo: efectos sobre la arquitectura de la ubre producción de calostro y mortalidad perinatal de corderos. -----	346
Estudio comparativo de cepas comerciales (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) y cepas aisladas naturales de suelo para la producción de etanol. -----	348
Producción hortícola en la Comarca Lagunera y su importancia económica -----	349
Suplementación de glutamato y función reproductiva en cabras primíparas durante el periodo de transición al anestro estacional: Efecto sobre los niveles séricos de insulina -----	352
Comportamiento productivo de Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> en sistema semi-intensivo en Mapimi, Durango.-----	354
Curvas de respuesta a luz en cultivo de higuera (<i>Ficus carica</i> L.). -----	356
Evaluación productiva de girasol (<i>Helianthus annuus</i> L.) Fam. Asteraceae de medio riego y calidad nutritiva de ensilados en La Loma, Lerdo, Durango. -----	358
Rendimiento y calidad comercial de dos clones de ajo jaspeado y la variedad Platero en Calera, Zacatecas en condiciones comerciales. -----	368
Productividad de dos clones y la variedad Barretero de ajo en condiciones comerciales en Calera, Zacatecas. -----	373
Rendimiento de girasol (<i>Helianthus annuus</i> L.) forrajero a diferentes densidades de siembra y sistemas de riego. -----	378

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Sustaining water for desert agriculture.

PhD. Donald C. Slack. University of Arizona, Tucson, AZ.

El cambio climático, factores que potencian el dinamismo de la cubierta del suelo en los ecosistemas semiáridos de México.

Dr. Víctor Manuel Rodríguez Moreno. INIFAP. Campo Experimental Pabellón.

Avances de México en su proceso de preparación de la Estrategia Nacional REDD+.

Ing. Francisco Moreno Rodríguez. Gerente de Información Forestal. CONAFOR.

Aplicaciones biotecnológicas en reproducción de pequeños rumiantes.

Dr. Cesar Cortez Romero. Colegio de Postgraduados

Aporte del Colegio de Postgraduados a la biología del venado cola blanca.

Dr. Fernando Clemente Sánchez. Colegio de Postgraduados

PONENCIAS ORALES

Fluctuación poblacional y parasitismo natural del pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae) en la Región Lagunera.

García-González Fabian^{1*}; Ramírez-Delgado Manuel²

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carr. Gómez Palacio - Chihuahua Bermejillo, Durango, México C.P. 35230; ² INIFAP-CIRNOC-CELALA, Matamoros, Coahuila. *Autor de correspondencia: fabiangglez@chapingo.uruza.edu.mx

INTRODUCCIÓN

Durante 2014, en la Región Lagunera, se sembraron 30,335.05 ha⁻¹, con una producción de 1'304,647.10 toneladas y un valor de la producción de 596,625.16 miles de pesos, lo cual representa el 1.35, 10.15 y 2.68%, respectivamente del total nacional (SIAP, 2014). A nivel nacional este cultivo era considerado como un cultivo noble, que requería poco manejo y baja inversión, sin embargo, a partir del 2013, con la detección del pulgón amarillo del sorgo (PAS) *Melanaphis sacchari* (Zehntner), fue necesario implementar medidas para su manejo, requiriendo una mayor atención y por ende una mayor inversión económica. En México esta plaga se localiza en Tamaulipas, Nuevo León, Guanajuato, Chihuahua, Durango, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí, Sinaloa y Veracruz, entre otros, (SENASICA. 2014; Anónimo, 2015). *M. sacchari* ataca en todas las etapas del cultivo, pero el daño económico usualmente ocurre durante las etapas posteriores al desarrollo vegetativo, ocasionado hojas de coloración marrón, retraso en su crecimiento y reducción del rendimiento del cultivo. Existen reportes de que *M. sacchari* puede transmitir virus como Sugarcane Mosaci Virus (SCMV), Sugarcane Yellow Leaf Virus (ScYLV) y otras enfermedades (CABI, 2014). Se han documentado más de 47 especies de enemigos naturales de *M. sacchari* en todo el mundo, estos juegan un papel importante, ya que regularmente mantienen las poblaciones de áfidos del sorgo por debajo de su umbral económico (Singh *et al.*, 2004), sin embargo, no se cuenta con información como la identificación de las especies de depredadores y parasitoides nativos, fluctuación poblacional y porcentajes de parasitismo bajo las condiciones ambientales de la Región Lagunera, indispensable para la toma de decisiones de control, por lo que realizó este estudio, con el objetivo de determinar la fluctuación poblacional y parasitismo natural del pulgón amarillo del sorgo durante el ciclo Primavera-Verano del 2016.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un lote de sorgo forrajero de la Variedad Silo Miel de 0.5 ha de superficie, establecido en terrenos del Campo Experimental La Laguna del INIFAP-CIRNOC, en Matamoros, Coahuila. La fecha de siembra fue el 20 de junio de 2016 a tierra venida regada el 7 y 8 de junio y un riego posterior a los 33 días después de la siembra (23 de julio). Se aplicó fertilizante diluido en el agua de riego después de la siembra a base de sulfato de amonio ultrasoluble (200 kg/ha) y ácido fosfórico (200 kg/ha). El lote se manejó sin aplicaciones de insecticidas. Cada semana, a partir del 15 de julio y hasta el 21 de septiembre, se hicieron muestreos directos en la segunda hoja verde basal, en cinco plantas al azar en cada uno de los cinco puntos de muestreo (total 25 plantas), registrándose la densidad de pulgones amarillos ápteros, pulgones amarillos alados y pulgones parasitados. De cada una de estas variables se

obtuvo el promedio por hoja y por fecha de muestreo. Para el porcentaje de parasitismo natural, se estimó con base en el total de pulgones en las 25 hojas muestreadas en cada fecha de muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se aprecia que la presencia del pulgón amarillo del sorgo ocurrió desde el primer muestreo el 15 de julio, a los 35 días después de la siembra (DDS), con un promedio de 61.8 pulgones por hoja, incrementándose a 66.8 pulgones en el muestreo del 20 de julio, la mayor densidad promedio se registró en el tercero y cuarto muestreos, con 404.6 y 375.1 pulgones por hoja, respectivamente. Durante el muestreo del 10 al 31 de agosto, hubo un periodo de lluvias intensas, que redujeron la presencia del pulgón a densidades promedio menores a cuatro pulgones por hoja. Al dejar de llover, la población se incrementó gradualmente de 7 hasta 46.4 pulgones por hoja. Los pulgones ápteros representaron el mayor porcentaje en cada muestreo. Los adultos alados se presentaron en valores promedio menores a 50 pulgones por hoja, mientras que los pulgones parasitados tuvieron promedios menores a 30 pulgones por hoja en los muestreos del 1 y 5 de agosto, después de esta fecha, la densidad de pulgones alados y pulgones parasitados se reduce a valores promedio menores a 1.0 por hoja. La presencia de enemigos naturales depende de la existencia de presas, lo que se conoce como denso-dependencia, como se aprecia claramente el 1 y 5 de agosto con poblaciones altas de pulgón amarillo, es también cuando se observa la mayor densidad de pulgones parasitados.

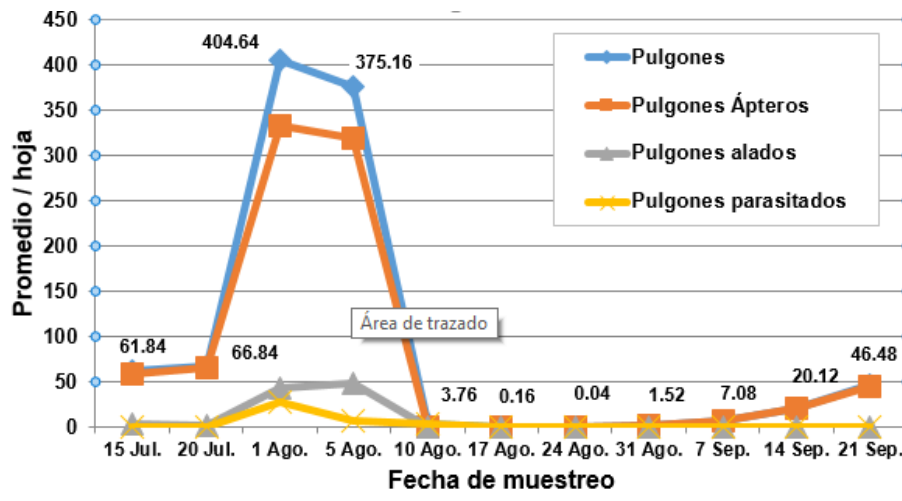


Figura 1. Fluctuación poblacional de pulgones ápteros, alados y parasitados promedio por hoja, Campo Experimental La Laguna-INIFAP, Matamoros, Coahuila, 2016.

Respecto al porcentaje de parasitismo natural, los valores más altos se estimaron en los muestreos del 10 y 17 de agosto, con 97.8 y 100.0%, respectivamente, sin embargo, en estas fechas la densidad de pulgones en las 25 hojas es muy baja, contrastando con los porcentajes de los muestreos del 1 y 5 de agosto, donde hubo poblaciones superiores a los nueve mil pulgones en 25 hojas. Del 24 de agosto hasta el último muestreo realizado el 21 de septiembre, los porcentajes de parasitismo se redujeron significativamente a valores de 0 a 0.5%, debido a la baja en densidad de pulgones amarillos por causa del periodo de lluvias ya señalado.

LITERATURA CITADA

Anónimo. 2015. Programa de trabajo de la Campaña contra pulgón amarillo del sorgo, a operar con recursos del componente de Sanidad del Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria 2015, en el estado de Guanajuato. SAGARPA, DGSV-SENASICA, Subsecretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural de Guanajuato y CESAVEG.

CABI. 2014. Crops Protection Compendium. Data Sheet for: *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Consultado en línea en junio de 2014 en: <http://www.cabi.org/isc/dataset/26757>.

SENASICA. 2014. Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica, no 43, 15 p.

SIAP. 2014. Anuarios de producción agrícola 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultada en línea en junio 2014: <http://siap.sagarpa.gob.mx>.

Singh, B.U; Padmaj, P.G.; Seetharama, N. 2004. Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae). In sorghum: a review. Crop Protection, 23: 739-755.

Actividad antibacteriana de los extractos vegetales de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), orégano (*Lippia graveolens*), tabaquillo (*Nicotiana glauca*) y toloache (*Datura stramonium*) ante cepas de la bacteria fitopatógena *Erwinia carotovora*.

López Flores Nallely, Alanis Bañuelos Ruth Elizabeth, Téllez López Miguel, Sáenz Esqueda María de los Angeles, Castro Barraza Fernando, García Luján Concepción*

División de Estudios de Posgrado e Investigación. Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 s/n del Fracc. Filadelfia en Gómez Palacio Dgo. C.P. 35010. Tel (871) 7 15 88 10. Fax: (871) 7 15 29 64. *Autor por correspondencia: conygarcialujan@hotmail.com

RESUMEN

En la actualidad los agroquímicos utilizados en el control de plagas, los fertilizantes y los aditivos destinados a maximizar el rendimiento de las cosechas y mejorar la calidad de los suelos, son capaces de producir contaminación en suelos y aguas, generando riesgo de intoxicación de seres vivos, incluido el hombre. *Erwinia carotovora* es una bacteria fitopatógena que causa la pudrición blanda en muchos cultivos. El objetivo es determinar la actividad antibacteriana de extractos vegetales de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), orégano (*Lippia graveolens*), tabaquillo (*Nicotiana glauca* G.) y toloache (*Datura stramonium*) ante una cepa de la bacteria fitopatógena *Erwinia carotovora*. Se elaboraron extractos etanólicos, hexánicos y clorofórmicos de las especies vegetales. Se determinó la concentración mínima inhibitoria de cada una de las especies. Como resultado, los extractos de eucalipto (*E. camaldulensis*) y de orégano (*L. graveolens*) mostraron un mayor efecto inhibitorio contra la bacteria, con halos de inhibición de

entre 4 y 12.5 mm, mientras que en los extractos de tabaquillo (*N. glauca*) y toloache (*D. stramonium*) se obtuvieron resultados negativos al no presentar efecto inhibitorio frente a la bacteria estudiada. El resultado confirma que los extractos esenciales de orégano y eucalipto poseen un buen efecto antibacteriano frente a la cepa en estudio.

Palabras clave: Productos naturales, resistencia a los agroquímicos, cultivos orgánicos, extractos vegetales.

ABSTRACT

Today agrochemicals used in pest control, fertilizers and additives to maximize crop yields and improve soil quality, have a strong environmental impact. They are capable of producing Soil and Water Pollution, causing poisoning risk of living organisms included man. The *Erwinia carotovora* is a phytopathogenic bacterium that causes soft rot in many cultives. The main objective of this study is to determine the antibacterial activity of plant extracts of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*), oregano (*Lippia graveolens*), tabaquillo (*Nicotiana glauca* G.) and datura (*Datura stramonium*) On to strain of the phytopathogen bacterium *Erwinia carotovora*. Ethanolic, chloroformic and hexanic plant extracts were elaborated. Determination of the Minimum Inhibitory Concentrations of each of the plant species was performed. As results extracts of eucalyptus (*E. camaldulensis*) and orégano (*L. graveolens*) shown good inhibitory effect on to bacteria *Erwinia carotovora* with inhibition halos between 4 and 12.5 mm, while in the extracts tabaquillo (*N. glauca*) and datura (*D. stramonium*) negative results to the inhibitory effect was obtained without filing against the bacterium. The result of this research confirms that oregano and eucalyptus vegetal extracts have a good antibacterial effect against the strain under study.

Key words: Natural products, resistance to agrochemicals, organic cultives, and plant extracts.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad para mantener sano un cultivo, el agricultor emplea agentes químicos tales como insecticidas y fungicidas entre otros, estos agentes son una fuente de contaminación para los cultivos, y además una fuente de toxicidad para el ser humano. Los agroquímicos utilizados en el control de plagas, los fertilizantes y aditivos destinados a mejorar la calidad de las cosechas son capaces de producir contaminación en suelos y aguas, tanto superficiales como subterráneas, generando riesgo de intoxicación en los seres vivos (Bernabeu, 2012).

El uso de herbicidas ha traído daños a la microbiota del suelo, y puede haber afectado a la dinámica de los ciclos biogeoquímicos y a la fertilidad del suelo. Por esta razón el resurgimiento de las investigaciones sobre las posibilidades de insecticidas botánicos se debe al desarrollo de resistencia a los productos sintéticos en insectos o plagas, uno de los problemas que han aparecido debido al uso indiscriminado de insecticidas sintéticos, además de otros como la contaminación ambiental y de alimentos y los efectos perjudiciales sobre los organismos benéficos (Russo, 2011).

Los agroquímicos son ingredientes importantes para lograr la seguridad alimentaria, las formulaciones de agroquímicos que combinan una cantidad de ingredientes activos (AI) con una

eficacia prolongada reducirían efectivamente su toxicidad utilizando minerales de arcilla los cuales son componentes naturales y relativamente baratos para los suelos (Wanyika, 2014).

En lugar de utilizar agentes químicos, que tienen un efecto dañino no solamente en el medio ambiente, sino también a los cultivos y sobre todo a los seres vivos, se sugiere la búsqueda de actividad antibacteriana en extractos vegetales lo cual resultaría en una opción natural no tóxica para el ser humano dando lugar a un cultivo sano y lo más importante, sin dejar residualidad en el ambiente.

El propósito de este trabajo es determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) de los extractos vegetales de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), orégano (*Lippia graveolens*), tabaquillo (*Nicotiana glauca* G.) y toloache (*Datura stramonium*) ante la cepa de la bacteria fitopatógena *Erwinia carotovora*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración del extracto vegetal

De cada especie vegetal se pesaron 50 g de polvo seco y molido, para después ponerlas en maceración en frascos ámbar con 100 ml de cada solvente: metanol, cloroformo y hexano. Después de 24 horas de maceración se realizó la primera filtración de la solución con papel filtro Whatman No. 6 con porosidad de 3 micras, esta maceración y filtración se realizó en tres ocasiones. Enseguida se procedió a someter cada material al proceso de concentración y eliminación de los solventes mediante un rotavapor (Modelo Buchí) después de este proceso se obtuvo el extracto concentrado y libre de solvente.

Activación de la cepa bacteriana de *E. carotovora*

Se realizó una siembra de la cepa bacteriana en agar papa dextrosa (PDA), tomando de un tubo eppendorf con la cepa pura y con una asa se colocó en varias cajas Petri, dejando incubar alrededor de 24 h a una temperatura de 37 °C.

Preparación de los tratamientos a evaluar

Se preparó una solución madre de cada uno de los extractos vegetales con una concentración inicial de 20,000 µg/ml en dimetilsulfóxido (DMSO). Enseguida se prepararon diluciones seriadas a concentraciones de 500, 250, 125, 62.50 y 31.25 µg/ml.

Estandarización del inóculo bacteriano

Utilizando como guía la escala de McFarland se preparó el inóculo estándar de la bacteria *Erwinia carotovora*. Para la obtención de la suspensión se tomaron 2 asadas del crecimiento de los microorganismos a partir del cultivo en agar papa dextrosa de 24 hrs de incubación, sembrado de la cepa original conservada en refrigeración. Las asadas se disolvieron en tubos de ensayo de rosca de 25 x 175 con solución salina estéril, hasta alcanzar la turbidez equivalente a la del patrón de MacFarland de 0.5 (equivalente a 1.5×10^8 UFC), mediante un espectrofotómetro a una densidad óptica de 570 nm.

Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria de los extractos vegetales ante la cepa de *E. carotovora*

Se realizó el ensayo por medio del método de difusión en placa con sensidiscos, se utilizó el medio de agar papa dextrosa, donde se colocaron 10 µl del inóculo bacteriano de la cepa en tres

cajas diferentes y se homogenizó en toda la caja Petri por medio de un hisopo estéril. Una vez inoculadas las placas, se distribuyeron en ella los discos de papel filtro Wathman No. 4 con diámetro de 5 mm de manera equidistante impregnados con 12.5 µl de cada concentración de cada extracto vegetal. Se colocó un control, el cual consistió en agregar 12.5 µl del fármaco de gentamicina en uno de los sensidiscos, posteriormente, todo se incubó a una temperatura de 36°C durante 24 h. El halo de inhibición fue interpretado como el área de superficie radiada del disco que estuviera libre de crecimiento bacteriano. Las dos mediciones perpendiculares obtenidas de cada uno de los bordes del disco de papel del margen externo de la zona de inhibición fueron promediadas.

RESULTADOS

El efecto de la inhibición sobre el crecimiento bacteriano de *E. carotovora*, de cada tipo extracto fue variable. A continuación se describen los resultados obtenidos con los extractos de cada especie vegetal estudiada.

Como se evidencia en el Cuadro 1, se encontraron halos de inhibición en dos de los extractos. El extracto metanólico de orégano mostró inhibición a una concentración de 31.2 µg/ml y en los tres extractos de eucalipto también se encontró inhibición en la concentración de 125 µg/ml. En el caso de los extractos de tabaco y toloache que se presentan en el Cuadro 2 los resultados fueron negativos.

Cuadro 1. Promedio de los halos de inhibición (mm) que se obtuvieron en las diferentes concentraciones (µg/ml) de los extractos de orégano (*Lippia graveolens*) y de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*).

Solventes	Extracto vegetal de orégano (<i>Lippia graveolens</i>) µg/ml					Extracto vegetal de eucalipto (<i>Eucalyptus camaldulensis</i>) µg/ml					Control
	500	250	125	62.5	31.2	500	250	125	62.5	31.2	
	Cloroformo	---	---	---	---	4	11	7.5	12.5	---	
Metano	---	R.I	6.5	10.5	11.5	---	---	12.5	---	5	22 mm
Hexano	---	---	---	---	6.5	---	7.5	11.2	6.5	---	22 mm

Control: gentamicina (R.I) Resistencia Intermedia

Es evidente que los mejores halos de inhibición se presentaron con los extractos clorofórmico y metanólico de eucalipto, a una concentración de 125 µg/ml.

Cuadro 2. Promedio de los halos de inhibición (mm) que se obtuvieron en las diferentes concentraciones (µg/ml) de los extractos de toloache (*Datura stramonium*) y de tabaquillo (*Nicotiana glauca*)

Solventes	Extracto vegetal de toloache (<i>Datura stramonium</i>) µg/ml					Extracto vegetal de tabaquillo (<i>Nicotiana glauca</i>) µg/ml					Control
	500	250	125	62.5	31.2	500	250	125	62.5	31.2	
	Cloroformo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	

Metano	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	18.5 mm
Hexano	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	20 mm

Control: gentamicina

DISCUSIÓN

Quintanar (2014), detecta un problema frecuente de gran importancia en el proceso de cultivo de la mayoría de las cosechas debido a hongos y bacterias presentes. Hoy día este último hecho es poco frecuente debido a los avances tecnológicos de cultivo, no obstante, a pesar del estricto manejo de los factores físicos, la presencia de microorganismos patógenos ha causado daño a diversos cultivos alrededor del mundo. Actualmente, se aplican prácticas de manejo y control de plagas con fungicidas tradicionales, los cuales son tóxicos para la salud humana, sin embargo, existen alternativas naturales que pueden ayudar a controlar estos problemas. Diversas plantas medicinales con propiedades fungicidas y bactericidas representan un gran potencial que podría ser aprovechado en las prácticas de cultivo.

El aceite de eucalipto se utiliza con frecuencia para el tratamiento de la tos y las infecciones nasofaríngeas, también puede ser utilizado como un antiséptico y expectorante (Moghimpour, 2012). Los aceites de eucalipto también son bien conocidos como una medicina tradicional con varias actividades biológicas tales como bacteriostática, fungistática, antiprotozoos e antiinflamatorio (Thao, 2014). Los aceites esenciales de diferentes especies de plantas poseen propiedades ovicidas, larvicidas y repelentes contra varias especies de insectos y se consideran como pesticidas compatibles con el medio ambiente (Izakmehri, 2012).

De los extractos vegetales obtenidos por maceración estudiados aquí, no se encontraron reportes sobre actividad antibacteriana, únicamente aparece información con aceites esenciales.

Algunos reportes de los usos medicinales de la planta *Datura stramonium* es por sus propiedades antiinflamatorias de todas las partes de la planta, para la estimulación del sistema nervioso central, para la congestión respiratoria, para el tratamiento de las infecciones dentales y de la piel, alopecia y en el tratamiento de dolor de muelas (Soni 2012).

De las plantas de toloache y tabaquillo no se encontraron estudios relacionados con actividad antibacteriana de los extractos vegetales obtenidos por maceración, estos hechos no están reportados en la literatura, siendo el primer estudio que aporta información de este tema.

LITERATURA CITADA

Bernabeu, A. and Formichelli R. (2012). "Alternativa tecnológica para el reciclado de envases de agroquímicos." Facultad de Ingeniería Química y Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas 2654.

Izakmehri, K., M, Mehrvar, A. (2012). "Lethal and sublethal effects of essential oils from *Eucalyptus camaldulensis* and *Heracleum persicum* against the adults of *Callosobruchus maculatus*." Journal of Insect Science 13: 10.

Moghimipour, E, Aghel, N. (2012). "Preparation and Characterization of Liposomes Containing Essential Oil of *Eucalyptus camaldulensis* Leaf." Jundishapur J Nat Pharm Prod 7: 117-122.

Quintanar, R. K, Carrera, M. D. (2014). "Efecto Del Extracto De Ruda (*Ruta graveolens*) en el crecimiento micelial de trichoderma." Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5: 1433-1446.

Russo, S., Grass, M. (2011). "Efecto de extractos de *Chenopodium album* L. sobre los estados larval y adulto de *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera: Silvanidae)." IDESIA (Chile) 29(1).

Soni, P., A. A. Siddiqui, et al. (2012). "Pharmacological properties of *Datura stramonium* L. as a potential medicinal tree: An overview." Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 2.

Thao, N. T., M. Wanapat and A. Cherdthong (2014). "Effects of *Eucalyptus* crude oils supplementation on rumen fermentation, microorganism and nutrient digestibility in swamp buffaloes." Asian Australas. J. Anim. Sci. 27: 46-54.

Wanyika, H. (2014). "Controlled Release of Agrochemicals Intercalated into Montmorillonite Interlayer Space." The Scientific World Journal 2014: 9.

Huella hídrica del cultivo chile (*Capsicum annum* L.) producido en Zacatecas y la Comarca Lagunera, México.

Ríos Flores José Luis ^{1*}, Armendáriz Erivez Sigifredo¹, Delgado Rodríguez Juan Carlos¹, García Bueno Francisco¹, Torres Moreno Miriam³

¹Universidad Autónoma Chapingo – Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230. Tel. + 52 (871)-7760160. ²SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

* Autor de Correspondencia: j.rf2005@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue determinar la huella hídrica de los cultivos de chile seco guajillo y verde jalapeño irrigados con agua subterránea mediante bombeo producidos en el municipio de Villa de Cos, zacatecas y el Distrito de Riego -017 Comarca Lagunera, México y contratarles entre sí en el ciclo agrícola de Primavera-Verano 2014. Los resultados indican que se requirieron 5000 L kg⁻¹ de chile seco y 260 L kg⁻¹ de chile verde. En términos económicos se generaron US\$199, 582.97 por hectómetro cúbico invertido en riego, mientras en el DR017 se produjeron US\$639, 364.39 hm⁻³. El precio del hectómetro cúbico fue US\$49,470 hm⁻³ en Villa de Cos, Zacatecas y US\$19,217 hm⁻³. Asimismo se determinó que se requieren invertir 5.01 m³ para producir US\$1 de ganancia en Villa de Cos, mientras en el DR017 se debieron invertir un total de 1.56 m³ para producir US\$1 de ganancia. En cuanto a la eficiencia social se determinó que en Villa de Cos se generaron 30.3 empleos hm⁻³, mientras en el DR017, se generaron 58.3 empleos hm⁻³. Se concluye que en términos físicos, económicos y sociales la producción de chile verde en el DR017 resultó más eficiente que la producción de chile seco en Zacatecas.

Palabras clave: eficiencia, huella hídrica, productividad, chile.

ABSTRACT

The objective was to determine the water footprint of a crop of dry chili guajillo and jalapeno irrigated by groundwater pumping produced in the municipality of Villa de Cos, Zacatecas and irrigation district - 017 Comarca Lagunera, Mexico and hire them among themselves in the agricultural cycle of spring-summer 2014. The results indicate that they required 5000 L kg⁻¹ of dry chili and 260 L kg⁻¹ of green chili. In economic terms, US\$ 199, 582.97 were generated by cubic hectometer invested in irrigation, as occurred in the DR017 US\$ 639, 364.39 hm⁻³. The price of the cubic hectometer was calculated at US\$ 49, 470 hm⁻³ in Villa de Cos, Zacatecas and US\$ 19,217 hm⁻³. Also determined that they are required to invest 5.01 m³ to produce US\$ 1 gain in Villa de Cos, while the DR017 had invested a total of 1.56 m³ to produce US\$ 1 gain. In regard to social efficiency was determined in Villa de Cos generated 30.3 jobs hm⁻³, while in the DR017, were generated 58.3 hm⁻³ jobs. It is concluded that production of green chili in the DR017 was more efficient than the production of dry chili in Villa de Cos, Zacatecas in physical, economic and social terms.

Key words: efficiency, water footprint, productivity, chilli.

INTRODUCCIÓN

La agricultura de riego del país, se ha establecido en su mayor parte en las zonas áridas y semiáridas, por esta razón se ha construido un conjunto de obras hidráulicas para almacenar, alumbrar y distribuir el agua que requieren los cultivos agrícolas durante su crecimiento. Actualmente el reto al que se enfrenta esta actividad consiste en alcanzar mayores índices de eficiencia de los volúmenes derivados, para combatir estratégicamente el peligro creciente, de tener menos disponibilidad en cantidad y calidad de agua para los diferentes usos (CONAGUA, 2007).

La agricultura en la actualidad se enfrenta a varios retos de sustentabilidad económica y ecológica. En este contexto, zonas de riego del Noroeste de México, sobre todo las de bombeo, hacer un uso más eficiente de los recursos, principalmente del agua, así como de elevar la productividad y eficiencia de la misma (INIFAP, 2004). El análisis de la huella hídrica (HH) no debe ser interpretado como un elemento aislado: es una herramienta orientada a brindar información básica que, siendo analizada en el contexto regional y junto con otros indicadores de relevancia, puede ser de utilidad para los tomadores de decisiones (UN - Water, 2012). Los otros factores a considerar son climáticos, hidrológicos y geográficos, así como los modelos productivos utilizados en las distintas regiones, la evolución demográfica local y los escenarios futuros (Mekonnen y Hoekstra, 2010). De acuerdo con (Mekonnen y Hoekstra, 2011), el cultivo de cebolla en promedio emplea 272 m³ de agua de riego para producir una tonelada de producto.

De acuerdo con Serna (2008), una de las principales problemáticas de la producción de chile en Zacatecas es la baja disponibilidad de agua para el riego y su alto costo, debido a que un gran porcentaje de chile seco se riega con aguas subterráneas con un alto costo de energía. Pues según (Galindo *et al.*, 2002), el 88.66% de los productores entrevistados emplean el método de riego rodado, el 9.28% emplean riego por compuerta, mientras que solo el 1.03% de los agricultores

emplean el método de riego por goteo. Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar la huella hídrica del cultivo de Chile en Zacatecas y la Comarca Lagunera México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

Los datos base, esto es, los datos de los que se obtuvieron todas y cada una de las variables del presente trabajo, fueron de carácter secundario y tuvieron cuatro fuentes, la primera fuente es el SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera) ciclo agrícola 2014, organismo dependiente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), de ahí se tomaron los datos relativos a la superficie cosechada (ha), la producción física anual (ton) y el VBP (Valor Bruto de la Producción valorado en precios nominales) del cultivo de chile, que para el caso del municipio de Villa de Cos, Zacatecas, fue chile guajillo seco, y para el DR-017 Comarca Lagunera, fue el chile jalapeño verde, la segunda fuente de información fue la referente a los costos de producción por hectárea, que para el caso del chile guajillo, fue FIRA (Fondos Instituidos en Relación con la Agricultura), en su página electrónica de costos de producción, y para el chile jalapeño verde los costos fueron los reportados por la Delegación SAGARPA del DR-017 Comarca Lagunera, en Ciudad Lerdo, Durango. Ambas fuentes de costos consideraban también al total de jornales por hectárea invertidos en la producción.

Las láminas de riego (LR) recomendadas por el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Aguas-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA) institución encargada de generar tecnología agrícola acerca de las necesidades hídricas de los cultivos, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), con sede en Gómez Palacio, Durango, México, mediante su programa de software D´RIEGO versión 1.0

Modelos matemáticos y metodología utilizada

Para la determinación de las huellas hídricas física, económica y social, se generaron los seis modelos matemáticos del cuadro 1.

Cuadro 1: Modelos matemáticos de generación propia utilizados para la medición de la huella hídrica en sus formas física, económica y social usados en el cálculo de la huella hídrica del cultivo de chile guajillo y jalapeño verde.

Variable	Modelo para un cultivo en lo individual	Modelo para un agregado grupal de cultivos
L kg⁻¹	$Y_2 = 10^4 * LR_i * (RF_i * EC_i)^{-1}$	$y_2 = \frac{10^4 \sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1}}{\sum_{i=1}^n S_i RF_i}$
kg m³	$Y_1 = 10^{-1} * RF_i * EC_i * LR_i^{-1}$	$y_1 = \frac{10^{-1} \sum_{i=1}^n S_i RF_i}{\sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1}}$
m³ US\$ de ganancia⁻¹	$Y_4 = 10^4 * LR_i * (EC_i * gi)^{-1}$	$y_4 = \frac{10^4 \sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1}}{\sum_{i=1}^n S_i (RF_i P_i - C_i)}$
US\$ de ganancia hm⁻³	$Y_3 = 10^2 * gi * EC_i * LR_i^{-1}$	$y_3 = \frac{10^2 \sum_{i=1}^n S_i (RF_i P_i - C_i)}{\sum_{i=1}^n S_i LR_i (C_i)^{-1}}$
Ganancia por m³ /precio del agua por m³	$Y_6 = (RF_i (P_i) - C_i) / \text{precio por m}^3$	$y_6 = \frac{\sum_{i=1}^n S_i RF_i P_i - \sum_{i=1}^n S_i C_i}{10,000 \sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1} PA_i}$
Empleos generados hm⁻³	$Y_5 = (25/72) * J * (LR_i / EC_i)^{-1}$	$y_5 = \frac{(25/72) \sum_{i=1}^n S_i J_i}{\sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1}}$

Significado de las literales en los modelos:

RFi = Rendimiento físico del i-ésimo cultivo (en ton ha⁻¹).

LRi = Lámina de riego del i-ésimo cultivo (en m).

ECi = Eficiencia de conducción hidráulica del i-ésimo cultivo. 0 < EC < 1.

Si = Superficie cosechada del i-ésimo cultivo (en ha).

Pi = Precio del producto del i-ésimo cultivo (en US\$ ton⁻¹).

PAi = Precio del agua por m³ del i-ésimo cultivo (en US\$ m³).

Ci = Coste de producción por hectárea del i-ésimo cultivo (en US\$ ha⁻¹).

gi = Ganancia por hectárea del i-ésimo cultivo (en US\$ ha⁻¹).

Ji = Número de jornales invertidos por hectárea en el i-ésimo cultivo.

i = i-ésimo cultivo bajo una forma concreta de riego (bombeo, gravedad) y tenencia del suelo (Ejido o Pequeña Propiedad).

Estos modelos permitieron evaluar seis *variables* independientes para determinar las huellas hídricas, que en su forma *física* se evaluó con los modelos Y₁ y Y₂ (el primer modelo evaluó los kg producidos por m³ y la segunda ecuación los litros irrigados por kg), en su forma *económica*, la huella hídrica se evaluó con los modelos Y₃ y Y₄, donde Y₃ midió la cantidad de ganancia

producida en US\$ por hm^3 de agua usada en el riego) y Y_4 midió la cantidad de m^3 irrigados para producir un dólar de ganancia ($\text{m}^3 \text{US}\$^{-1}$) y finalmente, en su forma *social*, la huella hídrica se evaluó con el modelo señalado en el cuadro A como Y_5 , donde Y_5 midió la cantidad de empleos asociados al uso de un hm^3 de agua usada en el riego ($\text{Empleos } \text{hm}^{-3}$). El modelo Y_6 es un indicador adimensional, es un cociente, en el numerador se registra a la ganancia generada por m^3 dividido entre un denominador igual al precio que el productor agrícola pagó por cada m^3 de agua que usó en el riego, por lo que esta variable evalúa la proporción existente entre la ganancia que en forma privada se apropia el productor agrícola en relación a cada unidad monetaria que pagó por el uso de un recurso altamente social, el agua de riego.

RESULTADOS Y DISCUSION

Huella hídrica física, económica y social del cultivo

La huella hídrica azul (HH en lo sucesivo), es decir, la que universalmente es usada para expresar la cantidad de agua usada en la elaboración/producción de un bien o servicio, es la que en el Cuadro 1 se mide como L kg^{-1} , así, puede observarse en esa fuente, que existe una notoria diferencia entre la HHA, toda vez que para producir un kg de chile guajillo *seco* es necesario invertir 5,000 litros de agua subterránea en el riego, mientras que producir ese mismo kg, pero de chile jalapeño *verde* se requirieron solamente 260 litros de agua, la HH vista desde esta perspectiva presupone se la está visualizando como un indicador de *eficiencia*, proveniente ese cociente de la división del volumen de agua usado por hectárea en la producción (en litros en este caso) entre el rendimiento físico por hectárea (en kg). Se remarca la palabra verde, pues debe tenerse presente que el chile guajillo se consume como chile seco, deshidratado, por ello, la enorme diferencia entre sus precios: MX\$ 44,189 y MX\$ 4,104 la tonelada (ver cuadro 2), respectivamente para guajillo y jalapeño verde.

Otra forma de visualizar a la HH es mediante un indicador de *productividad*, el cual es el inverso del indicador de eficiencia señalado en el párrafo anterior, es decir, ahora se evalúa la HH mediante un indicador proveniente del cociente que divide al rendimiento físico por hectárea (en kg) entre el volumen de agua que le dio origen (en m^3 en este caso), obteniéndose así un indicador que mide la cantidad de producto (de ahí que sea un indicador de productividad, con diferente connotación al indicador de eficiencia en el uso del agua) producido por unidad de agua usada en el riego (se insiste, en m^3 en este caso), de esta forma, el Cuadro 1 señala que el mismo volumen de agua, un m^3 , al ser usado en chile guajillo, produjo 0.200 kg de producto, pero, al ser usado en la producción de chile jalapeño verde, ese volumen generó 3.85 kg.

Lo anterior, que de suyo es ya un avance en el conocimiento de la HH, crea cierta dificultad en su entendimiento, toda vez que aunque sea el mismo cultivo, y al uno ser seco y otro ser verde, crea desarmonía en su comparación, por lo que, para que la HH pueda ser comparada, debe ser mediante evaluada en la misma unidad de medida: la económica, es este caso, en forma de ganancia producida por unidad de volumen de agua usado en el riego, de esta forma, el cuadro 4 muestra que el uso de un mismo volumen de agua, un hectómetro cúbico (Hm^3) fue capaz de generar muy diferente cantidad de ganancia en ambos cultivos: 3.45 millones de pesos mexicanos (igual a US\$ 199,582.97) si se lo usaba en la producción de chile guajillo, pero, al ser usado en la producción de chile verde jalapeño, ese mismo Hm^3 produjo 11.05 millones de pesos mexicanos (o su equivalente: US\$ 639,364.39), lo que permite ahora sí, llevar a cabo una comparación que no cause inquietud, como en el caso de la HH en términos físicos, observándose que en el chile

jalapeño verde, la productividad económica del agua de riego resultó muy superior a la propia del chile guajillo, en tanto éste último solo generó el 31% (el indicador del Cuadro 1 fue 0.31) de la ganancia que en el chile jalapeño verde se generó con el mismo volumen de agua, o dicho en forma inversa, el jalapeño verde, al usar el mismo volumen de agua que el chile guajillo, produjo 3.202 veces *más ganancia*.

Al dividir uno de los componentes del coste por hectárea, el del coste de “Riego”, entre el volumen de agua subterránea extraído del subsuelo, se obtiene un indicador que sugiere cual fue el coste del m^3 de agua extraída, de esta manera, el Cuadro 1 sugiere que un Hm^3 de agua usada en el riego tuvo un precio de US\$ 49,470 en el caso de los productores del chile guajillo del municipio de Villa de Cos, y de US\$ 19,217 para los productores del chile jalapeño verde del DR017, resultando con ello 2.57 veces “más cara” el agua en el municipio de Villa de Cos que en el DR-017, lo que a su vez podría explicar el por qué la ganancia por m^3 es más elevada en el DR 017, ya que, de acuerdo con el cuadro 4, al dividir la ganancia por Hm^3 entre el precio del agua por Hm^3 , se obtiene que en el chile guajillo hay una proporción de 1 es a 4.0, mientras que en el caso del chile jalapeño verde la proporción es de 1 es a 33.33, lo que a su vez sugiere, que en tanto al ser el agua un escaso recurso perteneciente a la sociedad toda, el productor, al irrigar su cultivo con esa agua, se está apropiando en forma privada, bajo la forma de ganancias, de 4.0 veces lo que “pagó” por el agua en el caso del chile guajillo y 33.33 veces en el caso del jalapeño verde.

Relativizando ahora los precios del agua encontrados en este estudio en contra de otras parte del mundo, se observa que el precio pagado por los productores de chile por el agua usada, de US\$ 49,470 por Hm^3 en el caso del chile guajillo de Zacatecas y de US\$ 19,219 por Hm^3 en el caso de los productores de chile jalapeño en La Laguna, quedan dentro del rango del precio del agua para uso agrícola en el Valle Imperial en California, que oscila de US\$ 0.01 a US\$ 0.05 por m^3 (que equivale a US\$ 10,000 a US\$ 50,000 Hm^{-3}) según lo asienta Pimentel (2004) quien cita a Gleick (2000), mientras que, el precio del agua para uso público urbano, el precio oscila en USA de US\$ 0.30 a US\$ 0.80 por m^3 , rango dentro del cual se encuentra también el precio del m^3 de agua al que se cobra al usuario urbano no industrial de bajos ingresos en el municipio de Lerdo, Durango (el principal productor de chile jalapeño verde): MX\$105.60 por cada 16 m^3 , es decir, US\$ 0.38 por m^3 . El bajo precio del agua, según sugieren algunos investigadores, al decir de Pimentel (2004), que si el granjero norteamericano pagara el costo real del agua, tenderían a conservar y manejar el agua más eficientemente, lo mismo exactamente se aplicaría para el agricultor mexicano.

Cuadro 1: Huella hídrica azul (HHA) del cultivo de chile en Villa de Cos, Zacatecas (*Chile guajillo o mirasol*) y en el DR-017 Comarca Lagunera (*Chile verde jalapeño*), 2014. Producción bajo riego (bombeo y gravedad).

Variable /Unidad de medida		A) Chile guajillo de Villa de Cos, Zacatecas	B) Chile verde jalapeño del DR-017 Comarca Lagunera	C) Promedio Ambas regiones	D=A/B
INDICADORES DE LA HUELLA HÍDRICA AZUL (HHA):					
HHA EN TERMINOS FÍSCOS:	Unidad				
Litros por kg de chile	L kg ⁻¹	5,000	260	1,602	19.25
kg de chile por m ³	Kg m ⁻³	0.200	3.85	0.62	0.05
HHA EN TÉRMINOS ECONÓMICOS:					
a) ganancia (MX\$ millones) por Hm ³	mx\$ Hm ⁻³	\$ 3.45	\$ 11.05	\$ 4.33	0.31
b) ganancia (US\$) por Hm ³	US\$ Hm ⁻³	\$ 199,582.97	\$ 639,364.39	\$ 250,717.79	0.31
c) Precio del agua	US\$ Hm ⁻³	\$ 49,470	\$ 19,217	\$ 45,953	2.57
d=b/c		4.0	33.3	5.5	
m ³ por cada MX\$ 1 de ganancia	m ³ /peso de ganancia	0.290	0.090	0.231	3.20
m ³ por cada 1 US\$ de ganancia	m ³ /dólar de ganancia	5.010	1.564	3.989	3.20
HHA TÉRMINOS SOCIALES:					
Empleos generados por Hm ³	E Hm ⁻³	30.3	58.3	33.6	0.52
INDICADORES DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL:					
rentabilidad	RB/C	1.64	3.33	1.82	
productividad del capital social	Empleos/millón de US\$ invertidos	97.3	212.7	109.3	0.46
productividad del capital social	US\$ invertidos / empleo	\$ 10,278	\$ 4,701	\$ 9,151	2.19
INDICADORES DE LA FUERZA DE TRABAJO:					
VBP generado por trabajador	VBP trabajador ⁻¹	\$ 16,863	\$ 15,660	\$ 16,620	1.08
ganancia (US\$) por trabajador	g trabajador ⁻¹	\$ 6,584	\$ 10,959	\$ 7,468	0.60
kg de chile por trabajador	kg trabajador ⁻¹	6,598	65,974	18,596	0.10
Horas de trabajo por ton	h ton ⁻¹	349.2	34.9	123.9	10.00

Fuente: Elaboración propia.

En tanto consideramos que lo que en el Cuadro 1 se consigna como “precio del agua” en realidad no lo es, sino que constituye un simple indicador del gasto monetario por unidad de volumen de agua, y el precio del agua debiera de ser algo así como el costo de oportunidad de sus uso, es decir, lo que se dejaría de percibir si no se tuviera ese recurso, lo cual a todas luces es mucho mayor que lo que por ella se pagó, debiera tasarse la extracción de agua subterránea usada en la producción agrícola con precio del agua mucho mayor que el de su extracción, y, consideramos que ese precio debiera de ser el *valor de la producción por unidad de volumen de agua*, que se

dejaría de percibir si no se tuviera esa agua. Por supuesto que lo anterior es, a simple vista, injusto para el productor, pero, el uso sostenible del agua para generaciones posteriores a la nuestra, obliga a pensamientos como este.

La sustentabilidad de los recursos que usa el ser humano en la producción, se caracteriza precisamente por eso: porque tiene sustento, es decir, el uso de los recursos debe ser racional para que en el largo plazo éstos puedan ser usados, esto es, que su uso pueda perpetuarse, para que ello se dé, el uso de los recursos deben (que no su *explotación*) debe reunir tres características:

- a) Primero, respetar el medio ambiente, no depredarlo, no contaminarlo, obtener de éste *la mayor cantidad de producto usando lo menos posible a los recursos*. Es en este marco que las variables de la HH, que aluden al muy escaso recurso hídrico del planeta, en términos físicos quedan insertas, pues ellas (1 kg^{-1} , kg m^{-3}) indican cual cultivo es el que usa la menor cantidad de agua para producir un kg de producto, o mejor aún, tratándose de un mismo cultivo en diferentes regiones geográficas o condiciones de manejo, donde es que ese cultivo usa más eficientemente el agua, al producir más cantidad de producto con la misma o con menos agua que el mismo cultivo en otra región o manejo.
- b) La segunda característica de la sustentabilidad en el largo plazo, es que el uso de los recursos sea *económicamente eficiente*, es decir, que produzca la mayor cantidad de riqueza usando la menor cantidad de agua. Es en ese escenario que se ubica a las variables que miden la cantidad de ganancia generada por Hm^3 .
- c) Finalmente, la tercer característica que la sustentabilidad en el uso de los recursos debe tener, es que sea *socialmente benéfico*, y en este marco se insertaría la HH social, que si bien puede asumir muchas formas concretas, en este estudio se la ha visualizado con aquella que evalúa el uso del agua con la cantidad de empleo asociado al uso de esa agua en el riego: empleos generados por Hm^3 .

De esta manera, el Cuadro 1, señala que la HH social, medida bajo la forma de empleos generados por Hm^3 , se caracterizó porque al usarse el mismo volumen de agua, un Hm^3 , ambos cultivos generaron una diferente cantidad de jornales, los que en términos equivalentes indican que, en el chile guajillo del municipio de Villa de Cos, ese Hm^3 produjo tal cantidad de jornadas de trabajo que permitirían dar trabajo a 30.3 personas de manera permanente en un año, mientras que en el chile jalapeño del DR-017 ese mismo volumen de agua produjo el equivalente a dar empleo permanente para 58.3 personas al año, es decir, que el mismo volumen de agua usada en el riego en el chile guajillo en Villa de Cos, fue *ineficiente en términos sociales*, en tanto produjo solamente el 52% (el indicador fue 0.52) del empleo que ese volumen hídrico generó en el chile jalapeño verde de La laguna, quien de asumir ahora el carácter de cultivo a comparar, indicaría que es un 92.4% ($1.924=58.3/30.3$) *más eficiente en términos sociales* al usar el agua de riego.

Productividad del capital y del trabajo del cultivo

Como ya se ha mencionado, la RB/C fue superior en el chile jalapeño, con un índice de 3.33, mientras que la rentabilidad del chile guajillo fue de 1.64, esto es, que en el primer caso, de acuerdo con el Cuadro 1, por cada peso invertido en la producción, se lo recuperó y adicionalmente se obtuvieron 2.33 pesos adicionales, y en Zacatecas si bien se recuperó

solamente la inversión, y, aunque una tasa de ganancia del 64% es *per se elevada*, en relación al jalapeño de La Laguna resulta inferior.

En cuanto a la productividad social del capital, esta fue *menos productiva en el chile guajillo*, por supuesto, en relación al chile jalapeño de La Laguna, toda vez que con la misma inversión, un millón de dólares americanos, se creó solamente el 46% (el indicador fue 0.46) de los 212.7 empleos generados en La Laguna con el chile jalapeño verde con la misma cantidad de capital invertido, correspondiéndole, por tanto, al chile guajillo, crear solamente 97.3 empleos por millón de dólares.

La inversión de capital, visualizada ahora como un indicador de *eficiencia* que mide la cantidad de capital que debe invertirse para poder crear la cantidad de jornadas de trabajo que podrían dar empleo permanente durante un año a una persona, es decir el empleo equivalente al año, así, la producción de chile guajillo fueron necesarios US\$ 10,278 para crear un empleo permanente, mientras que en el chile jalapeño verde de La Laguna (donde se requirieron solamente US\$ 4,701 por empleo generado) esa cantidad de dinero invertido habría generado empleo suficiente para un año para 2.19 personas. En términos de eficiencia social, el capital invertido en chile jalapeño en La laguna, resultó 119% *más eficiente* que el capital invertido en el chile guajillo del municipio de Villa de Cos.

En relación a la productividad de la fuerza de trabajo adscrita a la producción de chile guajillo y jalapeño, el Cuadro 1 señala que la fuerza laboral en términos de VBP generado por trabajador, es 8% (el indicador es 1.08) más productiva en la producción del chile guajillo de Zacatecas, con US\$ 16,863 por trabajador, que en la producción del chile jalapeño de La laguna con US\$ 15,660 por trabajador, más la situación se invierte en la variable que mide la cantidad de ganancia generada por trabajador, pues mientras en el chile guajillo cada trabajador generó US\$ 6,584, en el chile jalapeño esa ganancia fue de US\$ 10,959 por trabajador, lo que sugiere que en el chile guajillo cada trabajador adscrito produce solamente el 60% de la ganancia que ese mismo trabajador generaría de ganancia en el chile jalapeño. Producir una tonelada de chile demandó, de acuerdo al Cuadro 1, 349.2 horas de trabajo en el caso del chile guajillo y 34.9 horas en el caso del chile jalapeño. Rios *et al.*, (2015) determinaron que en la producción de forrajes en La Laguna, un trabajador promedio generó US\$ 8,501, aunque, en algunos cultivos en lo individual, como la alfalfa, ese monto ascendió a US\$14,028. Lo anterior sugiere que hay concordancia para las cifras de este estudio sobre chile, no obstante, cuando un cultivo incurre en pérdida, necesariamente la ganancia por trabajador será negativa, así, Rios *et al.*, (2016) determinaron que en el cultivo de trigo grano en Ensenada y Mexicali, al norte de México, la ganancia generada por trabajador fue negativa: -MX\$ 592,998 y -MX\$ 13,135 respectivamente.

LITERATURA CITADA

CNA. 2007. Comisión Nacional del Agua. Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero 2605 Caborca, Estado de Sonora. CONAGUA, 31p.

Galindo G., G.; C. López M.; B. Cabañas C.; H. Pérez T. y A. Robles M. 2002. Caracterización de productores de chile en el Altiplano de Zacatecas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,

Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas. Calera de V., R., Zac., México. p.72 (Folleto Científico Núm. 5).

Gleick (2000) *The World's Water*. Washington (DC): Island Press. Citado por Pimentel, D., Berger, B., Filiberto, D., et al (2004). Artículo: *Water Resources: Agricultural and Environmental Issues*, en Revista BIOSCIENCE, October, 2004. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/242703023>

INIFAP. 2004. *El Cultivo de garbanzo blanco en Sonora*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo experimental Costa de Hermosillo. Libro Técnico No 6. 290p.

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577-1600.

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

Ríos, F. J. L., Torres, M. M., Castro, F. R., Torres, M. M. A., & Ruiz, T. J. (2015). Determinación de la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros del DR-017, Comarca Lagunera, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUYO*, 47(1), 93-107.

Rios, F. J. L., Torres, M. M., Ruiz, T. J., & Torres, M. M. A. (2016). Eficiencia y productividad del agua de riego en trigo (*Triticum vulgare*) de Ensenada y Valle de Mexicali, Baja California, México. *ACTA UNIVERSITARIA*, 26 (1): 20-29.

Serna P. A. 2008. *Tecnología de riego por goteo en Chile para secado*. Campo Experimental: Zacatecas. <http://inifap-nortecentro.gob.mx/files/tecnologias/FVA-MAR-ZAC2009.pdf>
SIAP-SAGARPA, <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola>

UN-Water, 2012. *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under uncertainty and risk*. World Water Assessment Program (WWAP). Unesco, Paris, France. 861 p.

Análisis de la erodabilidad edáfica en condiciones naturales en el norte del estado de Durango.

Pérez Salinas Jesús*, López Santos Armando

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40, carretera Gómez Palacio-Cd. Juárez Chihuahua, Cd. Bermejillo, Durango. CP 35230. AP # 8. Tels +52(872)7760160, 90.

*Autor de correspondencia: jesusreiko@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

Se determinó el factor K de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) bajo condiciones naturales en un experimento realizado en el municipio de San Pedro del Gallo, Durango. Para ello, se midieron propiedades edáficas (físicas, químicas y biológicas), a 30 cm de profundidad. El valor de K derivado de variables intrínsecas presentó discrepancias de hasta un 52% con respecto del método de referencia.

Palabras Clave: Erodabilidad, factor K, pérdida de suelo.

INTRODUCCIÓN

El factor K de la EUPS, representa la *erodabilidad* o grado de resistencia que ofrece el suelo a la acción de la variabilidad ambiental, como la lluvia o el viento (o ambos), que pueden provocar su desgaste, pérdida y deterioro, lo cual se determina por el movimiento de masas en toneladas (m) por unidad de superficie (a) de suelo transportado en un periodo de tiempo (t) determinado ($m a^{-1} t^{-1}$), ya sea disuelto en corrientes agua o el aire. De acuerdo con un trabajo realizado por López-Santos (2016), indica que aproximadamente un total de 1964 millones de hectáreas se encuentran con algún grado de afectación debido a problemas de degradación de la tierra a nivel mundial. Dentro de estas afectaciones, el 55.7% de la degradación es debida a la erosión hídrica. De igual manera, el mismo autor nos menciona que la situación para México en cuanto a la magnitud de degradación no es del todo alentadora, basándose en tres estudios diferentes realizados en el país, de los cuales se indica que en promedio 494.197 km² (aprox. 25.40% del territorio nacional) se encuentra bajo condiciones de erosión hídrica. Dada la problemática, el presente estudio tuvo por objetivo evaluar la erodabilidad bajo condiciones naturales en una zona de agricultura de temporal en el norte del estado de Durango, mediante la aplicación de la ecuación de regresión propuesta por Wischmeier y comparar con valores de referencia establecidos para así determinar el nivel de riesgo existente en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

La UE (25°49'29.6" Lat N & 104°26'07.6" Long O), pertenece a la región fisiográfica de Sierras y Llanuras del Norte de México, presenta clima tipo BWhw, con valores promedios anuales para temperatura y precipitación de 22°C y 400 mm. La altura promedio es de 1754 msnm. Se establecieron tres parcelas experimentales en un terreno de uso agrícola cuya pendiente es del 2%. Las parcelas (2 x 10 m), se colocaron en el sentido de la pendiente con el fin de relacionar sus características con la producción de sedimentos (Fig. 1).



Fig. 1.- Modelo de parcela experimental

En cada parcela se colectaron muestras de suelo a una profundidad de 30 cm, las cuales se llevaron a laboratorio para determinar las variables para el cálculo de K, siendo éstas Textura ($M=(100-\% \text{arcilla}) * (\% \text{limo} + \text{arena})$) (hidrómetro de Boyoucos); Densidad Aparente, D_a (barrena de núcleos); Porosidad total, Pt [$Pt = 1 - (D_a/D_r)$]; Estructura, (S= número correspondiente a clave estructural) (por observación); Permeabilidad, (P= clase de permeabilidad) (mini infiltrometro de doble anillo); y Materia Orgánica, MO (%MO) (Walkley & Black). Para obtener el factor K se utilizó la siguiente formula: $K=[2.1 * 10^{-4} (12 - MO) * M^{1.14} + 3.25(S-2) + 2.5(P-3)]/100$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área de estudio presenta suelo de tipo Calcisol de textura media, de acuerdo con. Los valores de D_a fueron semejantes entre las parcelas 2 y 3 con 1.25 y 1.29 g cm^{-3} respectivamente, mientras que parcela 1 presentó 1.41 g cm^{-3} . La clase textural fue de tipo franco arenosa para las parcelas 1 y 2, y en el caso de la parcela 3 la textura fue de tipo arenosa. La Porosidad total en las parcelas 1, 2 y 3 fue de 46, 52 y 51 % respectivamente. El contenido de Materia Orgánica (MO) fue bajo en las 3 parcelas, con valores de 1.434 % en la parcela 1, 1.568 % en la segunda parcela y 1.524 % en la tercer parcela. Las pruebas de infiltración arrojaron valores para Flujo transitorio (Ft) y flujo estacionario (Fe) de 1.62 cmh^{-1} , 1.51 cmh^{-1} , para la parcela 1; 1.53 cmh^{-1} , 1.40 cmh^{-1} , para la parcela 2; y 1.52 cmh^{-1} , 1.46 cmh^{-1} , para la parcela 3. Por lo que la conductividad hidraulica del suelo se encontró en la clase de tipo moderadamente lento conforme a los criterios de clasificación de acuerdo a los codigos USLE de dicha variable (MSU, 2002). El calculo de K, realizado mediante la aplicación de la ecuación de regresión simplificada, arrojó valores de 0.65, 0.66 y 0.66 ($\text{t ha hr MJ}^{-1} \text{mm}^{-1} \text{ha}^{-1}$) para las parcelas 1, 2 y 3 respectivamente, lo que indica de acuerdo a las claves USLE que el area de estudio se encuentra en un rango extremadamente erodable. En contraste el calculo de K por medio del uso de las tablas de referencia universal presento resultados de 0.03, 0.24 y 0.24 ($\text{t ha hr MJ}^{-1} \text{mm}^{-1} \text{ha}^{-1}$) encontrandose así en el rango de erodabilidad moderada. La diferencia entre los metodos utilizados presento una diferencia de valores de 52%.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mediante el estudio de las variables y su aplicación en la ecuación de regresión arrojaron que el área de estudio es extremadamente erodable, esto puede ser debido en gran medida al tipo de textura presente en el área (arenosa y franco arenosa) puesto que es sabido que las arenas finas presentan grados altos de erodabilidad. No obstante, el método de referencia aplicado para el cálculo de K arrojó valores más bajos indicando que la zona es de erodabilidad moderada. Esta discrepancia puede ser debida a que los valores de referencia no son específicos sino más bien de guía ante determinado tipo de textura y %MO.

LITERATURA CITADA

MSU. 2002. RUSLE. Online soil erosion assessment tool. Institute of Water Research. Michigan State University.

López-Santos, A. 2016. Neutralizar la degradación de las tierras, una aspiración global. ¿Es posible lograrlo en México? Terra Latinoamericana. 34:239-249.

Tratamientos para estimular la germinación de semillas de *Nolina cespitifera* Trel.

Castillo Quiroz, David¹, Antonio Bautista, Adriana², Castillo Reyes, Francisco, Ávila Flores, Diana Yemilet¹ y Sáenz Reyes, Trinidad³

¹Investigador del Campo Experimental Saltillo. Centro de Investigación Regional Noreste (INIFAP) Carretera Saltillo-Zacatecas km. 8.5 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista. Saltillo, 23315, Coahuila de Zaragoza

²Ex Investigadora Campo Experimental Saltillo. Centro de Investigación Regional Noreste (INIFAP)

³ Investigador del Campo Experimental Uruapan. CIRPAS- INIPAP
castillo.david@inifap.gob.mx

RESUMEN

Nolina cespitifera Trel. es un recurso forestal no maderable de importancia económica y social para los pobladores del área rural de las zonas semiáridas del noreste de México. Las semillas de esta especie son de 3.4 mm de largo X 2.65 mm de ancho y se caracterizan por tener una latencia exógena y de testa dura que impide el paso del agua que inhibe en parte el proceso de germinación. El objetivo fue evaluar la respuesta del uso de tratamientos germinativos químicos y biológicos en la germinación de semillas de *N. cespitifera*. Las pruebas realizadas siguieron los protocolos de la International Seed Testing Association. Se evaluaron cinco tratamientos: T1 = Testigo, T2 = Imbibición en Agua por 8 h a una temperatura inicial de 93 °C, T3 = Inmersión en suspensión de conidias de *Trichoderma* (Prevence[®]) 3X10⁹ esporas por ml durante 1 min, T4 = Hipoclorito de sodio al 3% (V/V) por 8 min y T5 = Ácido sulfúrico concentrado (99.9% de pureza) por tres min, se usaron cuatro repeticiones de 100 semillas por tratamiento. Las semillas se sembraron en contenedores de plástico con sustrato de Peat-Moss y se mantuvieron bajo condiciones controladas durante 25 días. Se evaluó el porcentaje de germinación. El experimento se analizó bajo un diseño completamente al azar. El mejor tratamiento fue el T4 con 49.33% de

germinación y el T3 presentó el menor porcentaje con 25.75%. El uso del hipoclorito de sodio es un método eficaz para romper la latencia de *N. cespitifera*.

Palabras clave: *Nolina cespitifera*, tratamientos, germinación, zonas áridas, noreste de México.

ABSTRACT

Nolina cespitifera Trel. is a non-timber forest resource with economic and social importance for the inhabitants of rural areas in semi-arid areas of northeastern Mexico. The seeds of this species are 3.4 mm long x 2.65 mm wide and are characterized by an exogenous and hard seed coat dormancy that prevents the passage of water partially inhibits the germination process. The objective was to evaluate the response of the use of chemical and biological pretreatments germinal promote seed germination percentage of *N. cespitifera*. The tests performed followed the protocols of the International Seed Testing Association. The study was conducted under laboratory conditions, using five treatments: T1 = Control, T2 = Water imbibition for 8 h at an initial temperature of 93°C, T3 = Immersion in *Trichoderma* conidial suspension (Prevence®) 3×10^9 spores per ml for 1 min, T = 4 Sodium hypochlorite at 3% (V/V) and T5 = concentrated sulfuric acid. Four replicates of 100 seeds per treatment were used. The seeds were sown in plastic containers with substrate; they were placed and maintained under controlled conditions for 25 days. Evaluated the percentage of germination. The experiment was conducted under a completely randomized design. The results showed significant differences between treatments, the best treatment was T4 with 49.33% germination and T3 had the lowest percentage with 25.75%. The use of sodium hypochlorite is a method effective to break dormancy of *N. cespitifera*.

Key words: *Nolina cespitifera*, treatments, germination, arid land, Northeast of Mexico.

INTRODUCCIÓN

Nolina cespitifera Trel. (*Asparagaceae* Juss.) (Tropicos, 2016) es una especie nativa y un elemento endémico de la flora de los matorrales xerófilos y de los pastizales del noreste de México (Standley, 1920; Sáenz y Castillo, 1992; García y Galván, 1995; CONABIO, 2009). Las áreas de distribución se localizan en la región sur de Coahuila, sur de Nuevo León y norte de Zacatecas. Esta planta, tiene gran importancia para un número considerable de familias del área rural de las semiáridas del noreste de México (Castillo y Sáenz, 2005) y su aprovechamiento ha representado una actividad de subsistencia por más de cinco décadas. Desde punto de vista ecológico, esta planta es considerada como un cultivo alternativo de diversificación y reconversión productiva para zonas áridas y semiáridas del norte de México (Feuchter, 2001). De éste recurso, se obtiene una fibra dura que se utiliza como materia prima, mezclada con el sorgo escobero en la fabricación de escobas (Sáenz y Castillo, 1992; Castillo y Sáenz, 1993).

Los ecosistemas donde se desarrolla *N. cespitifera* se caracteriza por tener baja regeneración natural, debido a las condiciones climáticas adversas, como periodos prolongados de sequía y altas temperaturas, aunado al sobrepastoreo por el ganado caprino, este impide su regeneración, ya que consume las inflorescencias evitando así la formación de semillas, además las plántulas son consumidas o eliminadas por el pisoteo por el ganado, esto ha provocado que las poblaciones naturales se hayan reducido en forma considerable. Las semillas de *N. cespitifera*, son pequeñas (3.4 mm de largo X 2.65 mm de ancho), y presenta un tipo de latencia exógena química (Baskin

& Baskin, 2004) y una cubierta dura, que presentan inhibidores que impiden el paso de agua para iniciar el proceso de germinación.

Por lo tanto, es importante realizar acciones para la recuperación de las áreas productoras mediante la realización de estudios para la producción masiva de plántula en vivero que permitan la obtención de plántula con fines de reforestación de tal forma, que se puedan recuperar los ecosistemas actualmente degradados donde habita esta especie. En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la respuesta del uso de tratamientos germinativos químicos y biológicos en la germinación de semillas de *N. cespitifera*, con la finalidad de mejorar la producción masiva de dicha especie en vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de *Nolina cespitifera* Trel. se colectaron en el otoño de 2014 en poblaciones silvestres en el ejido Nuncio del municipio de Arteaga, Coah. A una altitud de 1593 msnm y precipitación promedio de 400 mm. Para su colecta se seleccionaron semillas con adecuada madurez fisiológica. Las semillas se secaron a temperatura ambiente y se almacenaron en bolsas de plástico selladas en un cuarto frío a una temperatura de 6°C y 70% de humedad relativa, por un periodo 6 meses. El experimento se estableció en mayo de 2015 siguiendo el protocolo de la International Seed Testing Association (ISTA, 2014). La investigación se realizó en el laboratorio de semillas del Banco de Germoplasma Vegetal del estado de Coahuila. Se probaron cinco tratamientos: T1 = Testigo, T2 = Imbibición en Agua por 8 h a una temperatura inicial de 93 °C, T3 = Inmersión en suspensión de conidias de *Trichoderma* (Prevence®) 3×10^9 esporas por ml durante 1 min, T4 = Hipoclorito de sodio al 3% (V/V) por 8 min y T5 = Ácido sulfúrico concentrado (99.9% de pureza) por tres min, se usaron cuatro repeticiones de 100 semillas por tratamiento. Las semillas tratadas se sembraron en contenedores de plástico de 25 X 10 cm, que contenían una capa de Peat- Moss de 5 cm de espesor; en el contenedor, las semillas se distribuyeron uniformemente sobre la superficie del sustrato previamente humedecido. Realizada la siembra, se aplicaron riegos cada tercer día con agua de grifo. Los contenedores se colocaron en un aparato de geminación bajo condiciones controladas (temperatura $26 \pm 2^\circ\text{C}$ y 80% HR) durante 25 días. Se realizaron dos conteos, uno a 14 días y el segundo a los 25. La variable a evaluar fue el porcentaje de germinación. Los datos se analizaron bajo un diseño estadístico completamente al azar empleando el software estadístico R Core Team (RCT, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico indicó diferencias significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos). El uso de algunos de los tratamientos germinativos en la semilla de *N. cespitifera* favorece positivamente la germinación de está. En la Figura 1 y Cuadro 1 se observa que los tratamientos que indujeron el mayor porcentaje de germinación fueron el hipoclorito de sodio (NaClO) con un 49.33% seguido del inhibición en agua caliente con un 43.08% respectivamente, en contraste el testigo indujo un 31.5 %. Los tratamientos T3 y T5 no mostraron efecto positivo sobre la inducción de germinación, es decir el uso de *Trichoderma* y Ácido sulfúrico concentrado presentaron un efecto negativo ya que se observó un reducción de germinación menor al testigo con un porcentaje de 25.75 y 29.42% respectivamente (Cuadro 1).

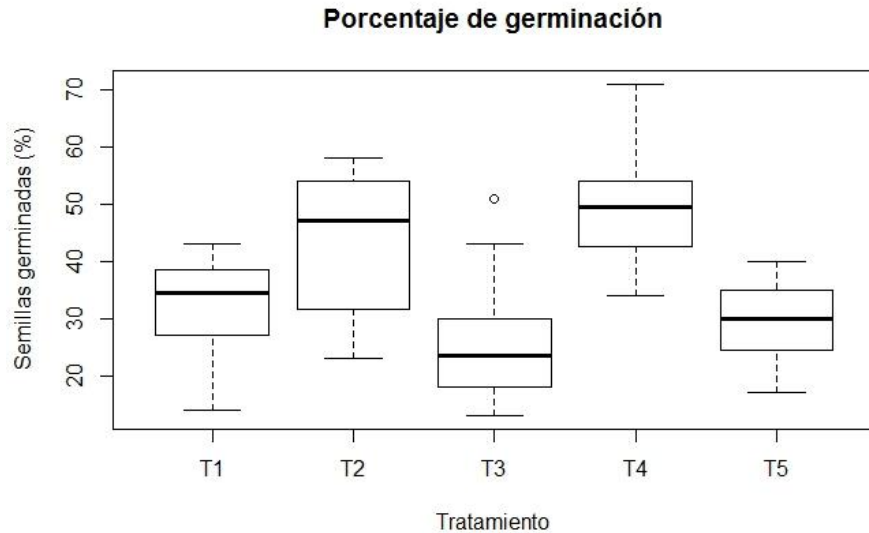


Figura 1. Porcentaje de germinación de semillas de *Nolina cespitifera* Trel. bajo diferentes tratamientos.

Cuadro 1. Comparación de medias de porcentaje de germinación de semillas de *Nolina cespitifera* Trel., bajo diferentes tratamientos germinativos.

Tratamiento	Media
T1=Testigo	31.5bc
T2=Agua caliente (93°C)	43.08ab
T3= <i>Trichoderma harzianum</i> (Rifai)	25.75c
T4= Hipoclorito de sodio al 3% (NaClO)	49.33a
T5= Ácido sulfúrico concentrado (H ₂ SO ₄)	29.42c

*Tratamientos con la misma letra indican diferencias no significativas

En relación al tratamiento en este trabajo el mejor resultado fue el uso de hipoclorito de sodio (NaClO), cabe mencionar que es poco empleado como inductor de germinación de semillas de especies forestales no maderables. Nuestros resultados por efecto de la aplicación de NaClO por 8 minutos favoreció la germinación de las semillas de *N. cespitifera* obteniendo un 49.3% nos indica que efectivamente el NaClO es un agente inductor de la germinación en esta especie, estos resultados que coinciden con los reportados por Arredondo (2008), donde encontró que el uso del hipoclorito de sodio al 6% por 5 minutos después de la inmersión en agua a 70°C, incrementó la germinación en diversas especies de los géneros *Ariocarpus*, *Wilcoxia* y *Leuchtenbergia*, además se mejora la calidad de plántula para trasplante, ya que al ser más homogénea la germinación, se trasplanta todo el lote de plántula al mismo tiempo y se tienen desarrollos más uniformes de planta, así mismo, Reyes (2009) sugiere que en semillas pequeñas de cactáceas y de testa blanda un remojo en una solución de agua hervida con cloro comercial al 10 % (v/v) por 5 minutos incrementa el porcentaje de germinación.

El uso del hipoclorito como tratamiento pre-germinativo en semillas forestales no maderables es de gran relevancia ya que por un lado se incrementa el porcentaje de germinación y por el otro las semillas tratadas son desinfectadas, redundando en la obtención de plantas de calidad.

LITERATURA CITADA

Arredondo G.A., 2008. "Rompimiento de latencia de semillas de cactáceas". Ficha tecnológica por sistema producto. SAGARPA-INIFAP.

Álvarez-Pardo V.; A. Ferreira, y V. Nunes, 2006. "Seed disinfestations methods *in vitro* cultivation of epiphyte orchids from Southern Brazil". *Hort. Bras.*, 24: 217-220.

Basking, C. y Baskin, J. M. 2014. *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*.

Castillo Q., D. 1995. Establecimiento de plantaciones de cortadillo en la región Ixtlera del sur de municipio de Saltillo. *En: Memoria del Taller de identificación de proyectos productivos para el Programa de Desarrollo Regional Sustentable de la zonas Ixtlera y Candelilleras, CONAZA y Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coah., México.*153 p.

Castillo Q., D. y Sáenz R., J. T. 1993. Aspectos ecológicos del cortadillo *Nolina* sp en el sur de Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente, Coah. Folleto Técnico No. 4 INIFAP-CIRNE Campo Experimental "La Saucedá", Saltillo, Coah., México.17 p.

Castillo Q., D. y A. Cano P. 2005. Guía técnica para el establecimiento de plantaciones de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) para la producción de fibras duras en el estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 16. Coahuila, México.23p.

Castillo Q., D. y J. T. Sáenz R. 2005. Tarifa de rendimiento de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) para el sur de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm.19. Coahuila, México. 23 p.

CONABIO. 2009. Catálogo taxonómico de especies de México. 1. In Capital Nat. México. CONABIO, México D.F.

Feuchter A., F. R. 2001. Cultivos alternativos de diversificación y reconversión productiva para los distritos de riego y temporal en México *In: Listado de especies halófitas y eurihalinas con potencial productivo. Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario del Noroeste, Cd. Obregón, Sonora, México.* <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/Lista/listado2.htm> (Fecha de consulta 19 de Octubre 2015).

García M., A. y R. Galván V. 1995. Riquezas de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. *Bol. Soc. Bot. México* 56:7-24.

International Seed Testing Association (2014). *Rules for Seed Testing. Seed Sc. Tech.* 24 (Supplement).

Martínez R.O.A.; M.J. Rivera, y C.E. Santamaría, 2000. "Evaluación de 25 tratamientos pregerminativos en semillas de mezquite (*Prosopis velutina* Wooton) en área de influencia de la URUZA". *Revista Chapingo serie Zonas Áridas*, I (2): 93-100.

Reyes S. J. 2009. “Conservación y Restauración de cactáceas y otras suculentas mexicanas”. SEMARNAT. Comisión Nacional Forestal. México, D.F. 108 p.

R Core Team (RTC). 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, URL <http://www.R-project.org/>

Sánchez P. Y., y M. Ramírez-Villalobos. 2006. “Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC”. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 23: 257-272

Sáenz R., J. T. y D. Castillo Q. 1992. Guía para la evaluación del cortadillo en el estado de Coahuila. Folleto Técnico No. 3 INIFAP-CIRNE-Campo Experimental "La Saucedá". Saltillo, Coah. México 13 p. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT, 2003. Programa especial de regulación para aprovechamiento de recursos no maderables y fauna silvestre. <http://www.proteccion@zacatecas.semarnat.go.mx>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2005. Aprovechamientos forestales. Unidad de Administración y Aprovechamientos de Recursos Naturales. Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental, Delegación Coahuila. Saltillo, Coah., México. [http://www.semarnat.gob.mx/estado/nuevoleon/Documents/Aprovechamientos/Forestales/Avisos no maderables vigentes a diciembre de 2006.xls](http://www.semarnat.gob.mx/estado/nuevoleon/Documents/Aprovechamientos/Forestales/Avisos%20no%20maderables%20vigentes%20a%20diciembre%20de%202006.xls)

Standley P.C. 1920. Trees and shrubs of Mexico. *Contr. U.S. Nat. Herb.* 23: 1-1723.

Tropicos. 2015. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org/> (Fecha de Consulta 15 de Octubre de 2015).

Indicadores de eficiencia en riego superficial en la Región Lagunera de Durango.

García-Herrera, Gabriel^{1*}; López-Santos, Armando¹; Esquivel-Arriaga, Oscar¹; Hernández-Bautista, Carlos¹; Azipicueta-Ruiz Esparza, Manuel de Jesús¹; Marrufo-Ortiz, José¹; López-Márquez, J. A.¹

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua Bermejillo, Dgo. México. CP. 35230. Tel +52 (872)-776-0160,90.

*Autor de correspondencia: hrgar2002@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo parte de la problemática de la escasez del agua para riego, que se ha acentuado más con la sequía que ha persistido en los últimos años. Las eficiencias de aplicación a nivel parcelario son menores al 60 % y tomando en cuenta que los productores operan los sistemas de riego con base en su experiencia, se planteó el objetivo del presente trabajo que es evaluar el riego superficial bajo las condiciones de manejo del productor para proponer recomendaciones de mejoramiento del uso y manejo del agua del riego superficial a nivel parcela en la Región Lagunera de Durango. Se considera que el modelo de simulación SIRMOD es una herramienta de apoyo en la determinación de las eficiencias en el uso y manejo del agua en el riego por gravedad. Se seleccionaron predios en los cuales se realizaron evaluaciones con la finalidad de detectar la variación existente en el manejo del agua de riego superficial. Se

evaluaron tres predios los cuales fueron Tlahualilo, Dgo., La Goma, Municipio de Cd. Lerdo, Dgo y Ejido La Esperanza, Municipio de Mapimí, Dgo. La eficiencia de aplicación de los predios evaluados es muy baja, desde un 29.68 % para el Ejido La Esperanza, La Goma con un 31.88 % y un 99.93 % para Tlahualilo. Con el uso del SIRMOD II se dieron nuevos valores al tiempo de riego y a las pendientes para que esos porcentajes aumentaran arriba de un 90 % que es un rango aceptable en la eficiencia de aplicación.

Palabras clave: evaluación de riego, eficiencia de aplicación, riego superficial, modelos de simulación

Parámetros dasométricos en plantas de orégano (*Lippia graveolens* HBK) para predecir peso de hoja en dos localidades.

Pedro Iván Galaviz-Anaya*¹; Arnoldo Flores-Hernández¹; Rafael Carrillo-Flores¹; Jorge A. Zegbe-Domínguez²; José R. Hernández-Salgado¹

¹Universidad Autónoma de Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Km. 40 Carretera Gómez Palacio S/N. Bermejillo, Durango, México. C.P. 35230. ²INIFAP Campo Experimental Zacatecas, Carretera Zacatecas-Fresnillo Km 24.5, Calera de V.R., Zacatecas, México. C.P. 98500.

*Autor de correspondencia: ivangalaviz_77@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El orégano (*Lippia graveolens* HBK) es una especie aromática considerada como un recurso forestal no maderable que se distribuye en forma silvestre en las zonas áridas y semiáridas principalmente, en la región norte de nuestro país (Villavicencio, 2008), y además es una especie nativa de dichas zonas, por lo que puede ser un cultivo alternativo para las regiones con baja disponibilidad de agua (Villa-Castorena *et al.*, 2011). El uso de las tablas de rendimiento de hoja seca permite hacer una estimación confiable de la producción que puede obtenerse de un predio (Villavicencio, 2008). Con éstas tablas se pueden evaluar las poblaciones naturales de orégano, teniendo un impacto directo en las comunidades ejidales donde se aprovecha el recurso. Para el sector rural y para las zonas agroecológicas su aplicación contribuye con el manejo y sustentabilidad del recurso, fomentando el empleo y arraigo de las poblaciones en las comunidades anteriormente mencionadas (Villavicencio, 2008). Sin embargo, para desarrollar modelos de predicción de biomasa de las plantas, es necesaria una muestra de la población de las especies de interés, constituida por un conjunto de individuos de los que se obtienen las mediciones necesarias hechas de sus atributos y las variables por relacionar (Villavicencio, 2010). Este es un método no destructivo confiable que sirve para cuantificar las poblaciones y promover el aprovechamiento de manera racional y sustentable (Villavicencio, 2010), por lo cual, el objetivo del presente estudio es proponer modelos de predicción de los componentes de rendimiento del orégano en base a los parámetros dasométricos de la planta.

Palabras clave: aromática, Dasonomía, modelos de predicción, aprovechamiento, poblaciones naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con la finalidad de estimar la producción de orégano tanto en peso de tallos como materia útil de planta se obtuvieron mediante modelos de regresión lineales múltiples, considerando como predictoras a los parámetros dasométricos de la planta, los cuales fueron ajustados con el método de Stepwise del procedimiento REG de SAS (2012) para la elección de los modelos se aplicaron los criterios de máxima r^2 , y el cociente de predicción menor a 4, así también el mínimo cuadrado medio del error (Steel y Torrie, 1960).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos de regresión para predecir el rendimiento de orégano tanto en peso de tallos, como material útil (hoja a comercializar) a partir de parámetros dasométricos se muestran en los Cuadros 1 y 2, los modelos de regresión propuestos tienen indicadores de ajustes de $r^2 \geq 0.83$ y $C_{(p)} < 4.0$ en las dos localidades de estudio (San Isidro y Barreal de Gpe.) que representan el mejor ajuste de predicción del rendimiento a partir de los parámetros dasométricos de la planta de orégano determinadas en el presente estudio. Para el Ejido de San Isidro con terrenos de cultivo en ladera, las variables de predicción importantes para la determinación del peso de tallos en plantas de orégano, son diámetro menor de copa y altura de la planta. Solamente, se incluyó en el modelo a diámetro menor de copa para determinar la predicción de material útil. En cambio, para terrenos de lomerío el mejor parámetro dasométrico para predecir tanto peso de tallos y material útil fue la cobertura. En el Ejido Barreal de Gpe., la cobertura y diámetro de copa menor de planta fueron los parámetros que predicen mejor peso de tallos y material útil respectivamente cuando las plantas de orégano están establecidas en ladera. El diámetro de copa menor de plantas en terrenos de lomerío permite predecir peso de tallos mientras que este mismo parámetro y altura de planta predicen material útil.

Cuadro 1. Modelos de regresión e indicadores de ajuste para predecir los parámetros dasométricos de plantas de orégano por condición topográfica del área de producción en la localidad de San Isidro, Dgo.

Condición topográfica	Modelo de regresión	Indicadores de Ajuste	
		r^2	$C_{(p)}$
Ladera n= 118	Peso tallo = 49.97*altura (m) + 61.59*D menor (m)	0.82	1.56
	Materia útil = 59.82*D menor (m)	0.91	0.06
Lomerío n= 59	Peso tallo = 242.10*cobertura (m ²)	0.81	0.00
	Materia útil = 106.33*cobertura (m ²)	0.90	0.10

Cuadro 2. Modelos de regresión e indicadores de ajuste para predecir los parámetros dasométricos de plantas de orégano por condición topográfica del área de producción en la localidad del Barreal de Guadalupe, Coah.

Condición topográfica	Modelo de regresión	Indicadores de Ajuste	
		r^2	$C_{(p)}$
Ladera n = 41	Peso tallo=171.40*cobertura (m ²)	0.86	0.00
	Materia útil= 75.96*D menor (m)	0.87	0.00
Lomerío n = 65	Peso tallo=138.20*D menor (m)	0.84	0.00
	Materia útil= 26.72*altura (m) + 48.62*D menor (m)	0.83	3.66

El lomerío de San Isidro y la ladera de Barreal de Gpe., presentan los mismos parámetros para calcular peso de tallos y materia útil como lo es la cobertura y el diámetro menor, en contra parte,

la ladera de San Isidro y el lomerío de Barrea del Gpe., como la altura y el diámetro menor. De acuerdo con Garnica-Flores, 1994 los modelos que consideraban tanto al diámetro de cobertura como a la altura fueron los que mejor estimaron el peso de la hoja seca, por lo tanto, el diámetro de cobertura es el mejor estimador del peso de hoja seca. Garnica-Flores, 1994 afirma que en la zona norte de Jalisco para la predicción del peso de la hoja seca de orégano, es suficiente conocer el diámetro de cobertura de los arbustos. Las tablas pueden aplicarse para estimar las existencias reales y potenciales que tiene este recurso en las áreas de matorral desértico rosetófilo y áreas de matorral desértico micrófilo donde se distribuyen las superficies con potencial productivo alto y medio que se localizan en más de 20 predios, de la zona oreganera del sureste del estado (Villavicencio, 2010).

CONCLUSIONES

Los parámetros dasométricos más importantes para predecir peso de tallos y materia útil son la cobertura y el diámetro menor en el lomerío de San Isidro y la ladera de Barreal de Gpe, respectivamente.

Los parámetros dasométricos más importantes para predecir peso de tallos y materia útil son: altura y diámetro menor respectivamente, en la ladera de San Isidro y en el lomerío de Barreal de Gpe.

San Isidro y Barreal de Gpe., son zonas de producción con aprovechamiento constante de orégano, por lo cual, conviene evaluar más sitios de muestreo en dichas localidades para analizar las condiciones fisiológicas y morfológicas de la planta.

LITERATURA CITADA

Garnica, F. J. G. (1994). "Ensayo de predicción del rendimiento de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en la zona norte de Jalisco." Revista Ciencia Forestal en México 19(76): 15-26.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie (1960). Principles and procedures of statistics. United States of America, Mc-Graw Hill Book Company, Inc.

Villa-Castorena, M., *et al.* (2011). "Influencia de la frecuencia del riego en el crecimiento de orégano (*Lippia graveolens* HBK)." Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente 17(SPE.): 183-193.

Villavicencio, G., *et al.* (2010). Metodología para determinar la existencia de orégano (*Lippia graveolens* HBK) en rodales naturales de Parras de la Fuente, Coahuila. Folleto técnico INIFAP.

Villavicencio, G. E. E. (2008). Tablas de predicción del rendimiento de hoja seca de orégano (*Lippia graveolens* H.B.K.) para las poblaciones naturales de Coahuila. Ficha Tecnológica INIFAP. Coahuila, México.

SAS Institute Inc. (2012). SAS/STAT®9.3 User's Guide. Cary, NC, USA, SAS, Institute Inc.

Método basado en redes sociales para el rastreo de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el trópico seco mexicano. Etapa 1.

López Santos Armando* y Rodolfo Jacinto Soto

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40, carretera Gómez Palacio-Cd. Juárez Chihuahua, Cd. Bermejillo, Durango. CP 35230. AP # 8, tels. +52(872)7760160, 90.

*Autor de correspondencia: alopez@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

En la primera de cuatro etapas, se identificaron sitios del trópico seco (árido y semiárido) del norte de México donde se arraiga la planta de higuierilla a partir de información recabada mediante redes sociales. La unidad de estudio comprendió la porción Centro-Este del Estado de Durango, para ello se contó con la participación de estudiantes de licenciatura avecindados los municipios de dicha entidad. Los resultados indican que la metodología empleada es eficiente en más del 95%, ya que los participantes, desde su reclutamiento al inicio del proyecto declararon que aunque no sabían del uso y potencialidades de la higuierilla, al final la identificaron correctamente de manera que esto facilitó la identificación de sitios de arraigo.

INTRODUCCIÓN

En México, derivado del alto potencial de la higuierilla -industrial, medicinal, alimenticio, biocombustible, fibras, entre otros– su domesticación y cultivo se ha impulsado primordialmente en zonas de buen temporal (>700 mm/año) de centro y sureste de los Estados de Michoacán, Oaxaca y Guerrero. Parte del germoplasma con el que se han establecido los cultivares de higuierilla tiene como origen colectas realizadas en los sitios de arraigo donde crece la planta en forma silvestre. Sin embargo para precipitaciones <700 mm/año la información es limitada (Perdomo *et al.*, 2013). Por ello, el objetivo de la presente investigación fue: Identificar sitios del trópico seco (árido y semiárido) del norte de México donde se arraiga la planta de higuierilla a partir de información recabada mediante redes sociales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Etapa 1 de la presente investigación para 2016 comprendió solo al Estado de Durango, cual se enfoca a la generación de información documental y de campo, con lo se sientan las bases de una caracterización de los genotipos distribuidos en la UE, y con base en ello determinar su potencial como especie cultivada. La primera parte del proceso de la investigación consta de 17 pasos a saber: 1) Generación de instrumentos de campo, para recabar datos del medio físico y de arraigo de la planta; 2) Integración de un directorio de colaboración de estudiantes de licenciatura y posgrado de la URUZA; 3) Socialización del objetivo de la investigación entre los colaboradores; 4) Conformación de la red de colaboración (RC); 5) Creación de una plataforma de comunicación (PC); 6) Arranque y prueba de la PC; 7) Acopio y sistematización de la información; 8) Evaluación por consistencia (EC) de la información proporcionada por la RC; 9) Análisis espacial de la información evaluada por consistencia (ExC); 10) Identificación de los sitios de arraigo de la higuierilla (SAH); 11) Caracterización biofísica de los SAH mediante recursos de percepción remota; 12) Selección de los SAH para su caracterización *in situ*; 13) Diseño y

organización de la jornada de campo; 14) Primera colecta de la planta y semilla en los SAH; 15) Identificación de ecotipos de higuierilla en el herbario; 16) Caracterización morfológica de la semilla de la higuierilla (SH) colectada; 17) Análisis del aceite y la pasta de los SH en el laboratorio (Figura 1).

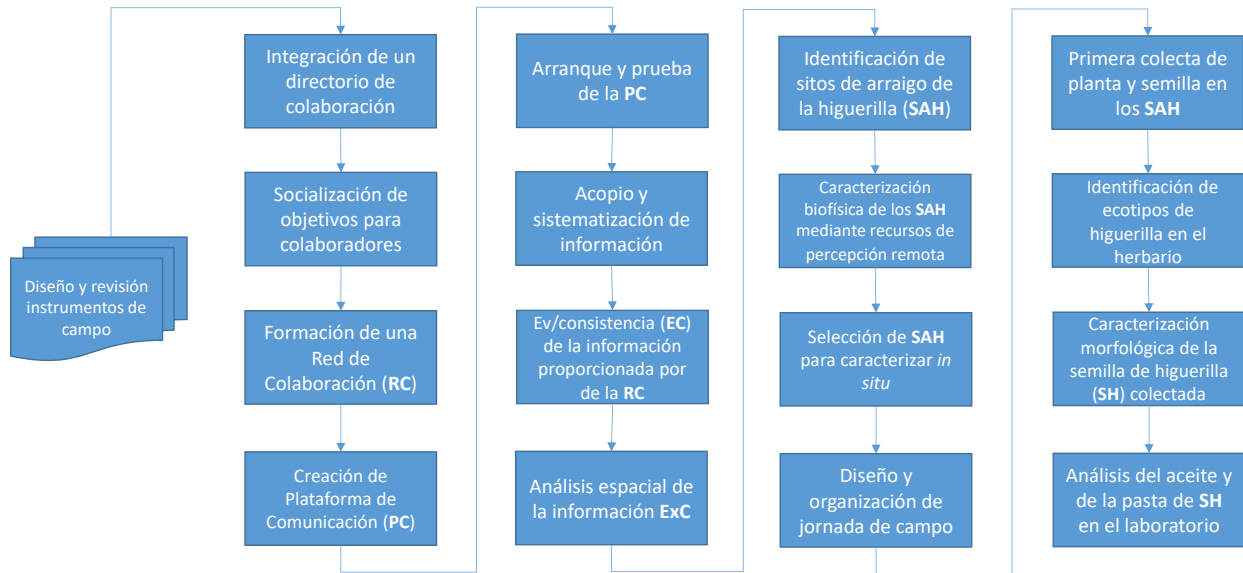


Figura 1. Esquema general del método empleado en el rastreo de la higuierilla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que la metodología empleada es eficiente en más del 95%, ya que los participantes, desde su reclutamiento al inicio del proyecto declararon que aunque no sabían del uso y potencialidades de la higuierilla, al final la identificaron correctamente de manera que esto facilitó el rastreo de los sitios de arraigo. En la zona de estudio que comprende la zona árida y semiárida del Estado de Durango, se ha detectado la presencia de planta de higuierilla, incluso en áreas con precipitaciones ≤ 250 mm, donde no se había reportada ésta especie, como son los casos de los municipio de Mapimí (25°51'6.51"N y 103°45'59.42"O) y Lerdo (25° 23' 46.86" N y 103° 24' 52.7" O). Además, con la presente investigación se ha confirmado el valor de la participación social mediante el uso de tecnologías de comunicación. Esta primera etapa, fue desarrollada a partir de la creación de una Red Social en Facebook, la cual en esencia concuerda con la estrategia seguida por Goytia-Jiménez *et al* (2011), cuando este grupo de investigación trabajó a partir de colectas obtenidas de las comunidades del estado de Chiapas.

CONCLUSIONES

Considerando el tiempo que lleva operando el proyecto “Potencialidades de la higuierilla como cultivo alternativo en el norte de México para la mitigación y adaptación al cambio climático”, con la información recabada en tres meses el poder de las redes sociales queda de manifiesto y alienta a que su aplicación sea a una escala mayor para la Etapa 2 del proyecto.

LITERATURA CITADA

Goytia-Jiménez María Antonieta, Carlos Horacio Gallegos-Goytia, Carlos Alberto Núñez-Colín. 2011. Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de aceite de semillas de higuerilla (*Ricinus communis* L.). Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 17, núm. 1, (2011): 41-48. doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.08.048

Perdomo F.A., A. A. Acosta-Osorio, G. Herrera, J. F. Vasco-Leal, J. D. Mosquera-Artamonov, B. Millan-Malo, M. E. Rodríguez-García. 2013. Physicochemical characterization of seven Mexican *Ricinus communis* L. seeds & oil contents. Biomass and bioenergy 48: 17-24

Tecnología de producción de maíz forrajero mediante la utilización de abonos orgánicos y el uso de un biofertilizante.

Cervantes-Medina, Mario I.¹. Ávalos de la Cruz María A.¹.

¹Universidad Juárez del Estados de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Carretera Gómez Palacio - Tlahualilo k.m. 35 Apartado Postal 1-142. C.P. 35000. Gómez Palacio, Dgo. México. E-mail: maivan-2410@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los cereales tienen gran relevancia, constituyéndose en una fuente importante de alimentos. Dentro de estos cereales se destaca el maíz (*Zea mays* L.), cuya producción a nivel mundial en 2008 fue de 638 millones de toneladas, México aportó 22,7 millones siendo cuarto productor de maíz a nivel mundial. El ensilaje de maíz es un componente básico en la ración alimenticia para el ganado bovino productor de leche, esto debido a que es de bajo costo económico y alto contenido energético, además de que este forraje ensilado puede proporcionar de un 55 a un 65 % de materia seca y hasta un 75 % de fibras neutro y ácido; así como de un 45 a 60 % de proteína cruda (Hutjens, 1997). 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). 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

El experimento se realizó en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, División de Estudios de Posgrado ubicado en el km 28 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, Dgo., ejido Venecia, Mpio. De Gómez Palacio, Dgo.

Se aplicó estiércol bovino un mes antes de la siembra para que mezclara con el suelo. La siembra se efectuó el 24 de Mayo del 2013, variedad San Lorenzo. Para el tratamiento con fertilización química se utilizará Urea y MAP con dosis de 200-150-00. Las variables medidas fueron

humedad, temperatura, textura, potencial Hidrógeno (pH), carbonatos insolubles, conductividad Eléctrica, calcio, porcentaje de Sodio Intercambiable, Nitrógeno inorgánico y total. Los factores en estudio serán cultivo, estiércol y *Azospirillum*. Los dos factores anteriores permiten tener los tratamientos que se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro .1. Relación de tratamientos considerando los dos factores

Factor A	Factor B	Tratamientos Megagramos por hectárea (Mg Ha ⁻¹) estiércol
A1 (MAIZ)	B1	A1B1 = 0
	B2	A1B2 = 20
	B3	A1B3 = 40
	B4	A1B4 = 60
	B5	A1B5 = 80
	B6	A1B6= 100 – 150 – 00
A2 (MAIZ – <i>Azospirillum</i>)	B1	A2B1 = 0
	B2	A2B2 = 20
	B3	A2B3 = 40
	B4	A2B4 = 60
	B5	A2B5 = 80
	B6	A2B6 = 100–150-00

RESULTADOS

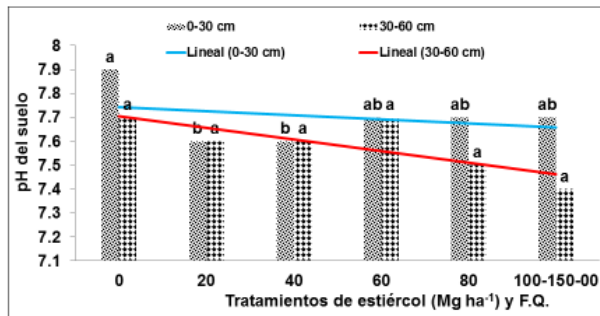


Figura 3. pH del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED. 2013.

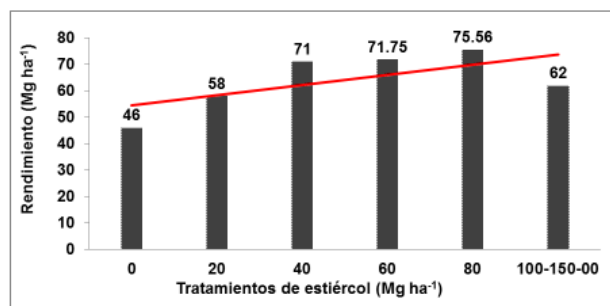


Figura 2. Rendimiento de maíz en peso verde. CAE-FAZ-UJED 2013.

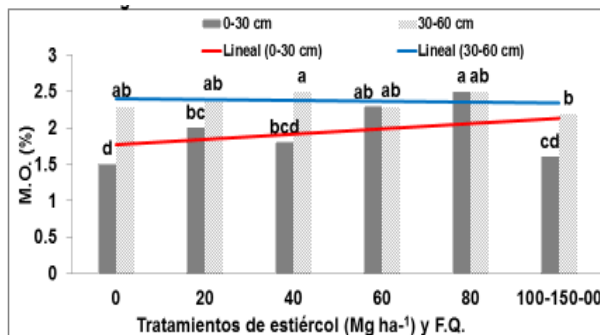


Figura 5. Materia Orgánica del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED. 2013.

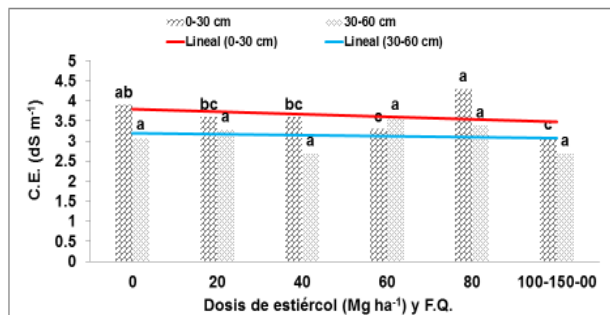


Figura 4. Conductividad Eléctrica del suelo a dos profundidades entre tratamientos de estiércol. CAE-FAZ-UJED. 2013.

CONCLUSIONES

El tratamiento de la dosis de estiércol bovino de 80 Mg ha⁻¹ y la semilla inoculada con *Azospirillum* tuvo el mejor rendimiento entre tratamientos con 75.6 Mg ha⁻¹ así como en peso base seca con 21.15 Mg ha⁻¹.

LITERATURA CITADA

FAO. 1999. El Maíz en la Nutrición Humana. Editorial FAO. Oficina Regional de la FAO para América Latina.

Hutjens, M. 1997. Importancia de la calidad de los forrajes para maximizar la producción de leche a bajo costo. III Conferencia Internacional sobre nutrición y manejo. pp. 2-11.

SAGARPA, Delegación Laguna. Hectáreas de Maíz Forrajero. Ciclo primavera-verano 2003.

SAGARPA, Delegación Laguna. Hectáreas de Maíz Forrajero. Ciclo Primavera-Verano 2003.

Delimitación y caracterización de la región centro norte del estado de Coahuila con base a criterios de condición de aridez, sequía y tipos de vegetación.

Palomino-Perea, Rodrigo¹, Reyes-Camarillo Fátima², Sifuentes-Rodríguez Nidia Susana^{3*}, Yáñez-Chávez Luis Gerardo³, Pedroza-Sandoval Aurelio⁴.

¹Estudiante de Ingeniería en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas-UACH. ²Estudiante de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas - UACH. ³Estudiante de Doctorado en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas UACH. ⁴Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas-UACH. *Autor de correspondencia: sifuentes@chapingo.uruz.edu.mx

INTRODUCCIÓN

México es un territorio que tiene cerca de dos millones de kilómetros cuadrados, y tiene una gran diversidad de ambientes naturales. En México, diversos problemas sugieren actualmente que hay un uso inapropiado del territorio, lo cual impide un aprovechamiento adecuado de bienes y servicios ambientales (SEMARNAT- Colegio de Postgraduados, 2002). La clasificación ecológica del territorio es de importancia para delimitar y clasificar áreas ecológicamente distintivas de la superficie de la Tierra. Por lo tanto, cada zona de este sitio puede ser determinada como un sistema, resultado de la interacción de factores geológicos, climáticos, geomorfológicos, edáficos hídricos de flora y fauna silvestre, y su manejo por las comunidades, consecuentemente las regiones también conllevan aspectos sociales, económicos y culturales (Bocco, 2009). El desierto Chihuahuense como parte de las zonas áridas representa un ecosistema con características fisiográficas determinantes que son susceptibles a variaciones ambientales. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo la caracterización de la región centro norte del

estado de Coahuila basada en los criterios de condición de aridez, intensidad de sequía, uso de suelo y vegetación y edafología.

Palabras clave: Zonas Áridas, índice de aridez, índice de sequía, regionalización, sustentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los recursos digitales utilizados fueron, la serie II de la carta edafológica y serie V de la carta de uso de suelo y vegetación según INEGI (2016). Para determinar el índice de aridez se analizaron los datos de 22 estaciones meteorológicas obtenidas del ERIC versión 3.2 (IMTA, 2009). El índice de Aridez se calculó según Stretta & Mosiño en 1963 para un periodo de 30 años. Por otra parte, para determinar el porcentaje de sequía por estación se revisaron las precipitaciones promedio de cada estación meteorológica y las precipitaciones anuales del periodo establecido y se clasificaron según su categoría como sequía extrema, alta, moderada, baja y muy baja. La regionalización de los sitios se realizó por el método de interpolación IDW (Inverse Distance Weighted) con el software ArcGIS 10.1 (ESRI, 2012).

RESULTADOS

La regionalización abarcó 21 municipios de la parte centro norte del estado de Coahuila. Dentro de los cuales se determinaron 31 microrregiones. El índice de aridez fluctuó de muy árido a poco árido, abarcando las categorías aridez A2, B2 y A3, siendo la de mayor frecuencia la B2. La región centro norte obtuvo un promedio de ocurrencia de sequía del 57%, destacando los municipios colindantes con Estados Unidos que son Ocampo y Múzquiz que presentaron un 75% y 70%, respectivamente. La vegetación que más predomina en la región es Matorral con un 29.6% y Pastizal con 22.7%. En cuanto al tipo de suelo predominante en la región es Xerosol 41.6% y Regosol 22.2%. La asociación vegetal matorral pastizal observada está relacionada con el tipo de suelo Xerosol y Regosol.

CONCLUSIÓN

La zona centro norte del estado de Coahuila se caracteriza por ser en su mayoría una región árida (A2 y B2), ya que presenta un índice de aridez promedio de 198 y un porcentaje de sequía de 30% al 75%. Gran parte de las estaciones climatológicas analizadas tienen un porcentaje de sequía mayor al 50%. Coahuila, presenta diversos tipos de vegetación siendo la predominante el pastizal y matorral, los cuales se distribuyen de manera aleatoria en toda la región. Los tipos de suelo dominantes de la región son los Xerosoles ocupando la región centro, seguidos por los Regosoles concentrados mayormente en la región Este.

LITERATURA CITADA

ESRI. 2012. ArcGIS 10.1, Redlans, CA; Also contains ESRI Data and Maps for ArcGIS.

Bocco G., Mendoza M., Priego A. y Burgos A. 2009. La Cartografía de los Sistemas Naturales como Base Geográfica para la planeación Territorial. INE-SEMARNAT. México.

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) 2009. Extractor rápido de información climatológica (ERIC 3.2) 2.0 Servicio Meteorológico Nacional. México, DF.

SEMARNAT 2002. Términos de referencia del Fondo Sectorial de Investigación Ambiental. Área 1: Ordenamiento ecológico y conservación de ecosistemas. SEMARNAT, México.

Stretta, E. J.; Mosiño, P. A. 1963. Distribución de las zonas áridas de la república según un nuevo índice de aridez derivado del de Emberger. Ingeniería Hidráulica en México Vol. 16.

Nectarios extraflorales o espinas modificadas, evidencia experimental en *Cylindropuntia imbricata* y su interacción con hormigas.

García Delgado Francisco Xavier^{1*}, Flores Joel¹, Yáñez Laura², Badano Ernesto¹

¹ División de Ciencias Ambientales, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.

² Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

* Autor de Correspondencia: xambiental@hotmail.com

RESUMEN

En las interacciones con plantas, un gremio o gremios de hormigas brindan protección a las plantas contra herbívoros, a cambio de diferentes tipos de recursos, en su mayoría alimento en forma de néctar (azúcares), así como refugio y resguardo en algunas especies. Las principales familias vegetales que presentan esta interacción son *Fabaceae*, *Verbenaceae* y *Vochysiaceae*; donde se comparte una característica fundamental; la presencia de nectarios extraflorales (NEF). Estos nectarios son tejidos especializados que secretan una solución acuosa con gran variedad de compuestos, como monosacáridos, aminoácidos y proteínas, y están presentes en órganos vegetativos como en pecíolos de las hojas o estípulas de tallos jóvenes. La familia Cactaceae ha sido de la menos estudiada a pesar de la gran importancia que representa este tipo de interacciones para el ecosistema. Los objetivos de esta investigación son: 1) Evaluar el efecto del horario (día y noche) y de tres etapas del período de lluvias (inicio, mitad y final) en la estructura de la interacción hormigas - *C. imbricata*, y 2) Analizar morfológica y anatómicamente el desarrollo de los nectarios extraflorales en diferentes etapas del período de lluvias. El estudio se llevó a cabo en una población de *Cylindropuntia imbricata*, ubicada en la localidad de San Juanico El Chico, municipio de San Luis Potosí, S.L.P. Las coordenadas geográficas son de 100° 50' 48.3" longitud oeste, 22° 14' 07.5" latitud norte, a una altitud de 1871 msnm. La vegetación del área de estudio es matorral xerófilo secundario. Se seleccionaron en campo diez individuos de *C. imbricata* con una altura mayor de 1.5 m, y en cada uno se ubicaron tres segmentos o ramas. Semanalmente se monitoreó el número de visitas empleando dos minutos de conteo por rama, cada dos horas, durante 24 horas, durante la temporada de lluvias del año 2015. También se analizó la anatomía de los nectarios extraflorales a lo largo de la temporada de lluvias, empleando cortes incluidos en resina realizados con un microtomo Leica RM 2125RT, así como micrografías mediante microscopio electrónico de barrido Quanta 200. Se encontró mayor número de visitas durante el periodo nocturno que en el diurno, así como una dominancia sobre especies (*L. apiculatum* sobre *C. opuntiae*). Las variables ambientales relacionan la humedad relativa como un factor de fuerte influencia sobre la actividad nocturna dentro las dos especies de

hormigas. En el análisis anatómico se encontraron células esclerificadas en la parte superior de la epidermis del nectario extrafloral o glándula secretora, mostrando características más parecidas a las de una “espinas modificadas”. Se hace una discusión de la estructura ¿Es un nectario extrafloral o es una espinas modificadas?

Palabras Clave: Cactaceae, espinas, hormigas, nectario extrafloral.

Rendimiento y calidad de ajo (*Allium sativum* L.) variedad Prosur comparado con variedades comerciales en Calera, Zac.

Hernández Esquivel, Edith^{1*}; Reveles Hernández, Manuel²; Trejo Calzada, Ricardo¹; Cid Ríos, José Ángel²; Velásquez Valle, Rodolfo²

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo, Bermejillo, Dgo, México. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas Km 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac., México. Tel 01 800 088 22 22 Extensión 82310. *Autor de correspondencia: Correo electrónico: reveles.manuel@inifap.gob.mx

RESUMEN

Debido a que la reproducción del ajo se realiza de manera asexual, a corto plazo se presenta poca variabilidad genética de la especie, sin embargo, debido a la dispersión de la especie en diversos ambientes alrededor del mundo, existe una vasta variabilidad de la especie, misma que ha sido aprovechada por los fitomejoradores para iniciar el proceso de selección tendiente a generar nuevas variedades. El objetivo del presente trabajo fue comparar el rendimiento y calidad de la variedad de ajo Prosur con las variedades generadas por el INIFAP en Calera, Zac. Se estableció la variedad de ajo Prosur y se comparó con tres variedades generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. En rendimiento la variedad Barretero, superó en producción en más del 20% a la variedad Prosur y en más del 40% a Platero; para el rendimiento comercial Barretero es estadísticamente superior a Platero y Prosur, pero igual a Calerense, superando en un 19% a Prosur. Barretero produjo mayor proporción de bulbos defectuosos, siendo estadísticamente superior a Prosur y Platero, lo que indica que estas dos variedades tienen menor índice de ajo con este defecto. Los resultados observados indican que Prosur es una opción que compite en rendimiento con las variedades comparadas, ya que los rendimientos observados son superiores al promedio estatal, y además, presenta bajo índice de bulbos sin diferenciar.

Palabras clave: cultivares, mejoramiento, Barretero, Platero, Calerense

ABSTRACT

Garlic is asexually reproducing, short term little genetic variability of this specie occurs, however, due to the dispersion of the specie in different environments around the world, there is a wide variability of the species, it has been exploited by plant breeders to start the selection process aimed at generating new varieties. The aim of this study was to compare the performance and quality of the variety of garlic Prosur with varieties generated by INIFAP in Calera, Zac.,

variety of garlic Prosur was established and compared with three varieties produced by the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock. Barretero performance variety, production exceeded by more than 20% of the variety Prosur and more than 40% to Platero; Barretero for commercial performance is statistically superior to Platero and Prosur, but equal to Calerense, exceeding by 19% to Prosur. Barretero produced higher proportion of defective bulbs, being statistically superior to Prosur and silversmith, indicating that these two varieties have lower index of garlic with this defect. The observed results indicate that Prosur is an option that competes in performance compared with varieties, as observed yields are higher than the state average, and also has low rate of bulbs without differentiating.

Key words: cultivars, breeding, Barretero, Platero, Calerense

INTRODUCCION

El ajo (*Allium sativum* L.) es una de las principales hortalizas, sembrada en varias partes del mundo, en algunos países es considerado como el principal cultivo de exportación. México es uno de los países más diversos en la producción de cultivos hortícolas; dentro de esta diversidad se encuentra el cultivo del ajo que en nuestro país se siembra en algunos estados del centro, y la mayor parte en el norte (SIACON, 2014), siendo Zacatecas el principal productor de esta hortaliza.

En el país se han hecho innumerables estudios e investigaciones, para mejorar el rendimiento y la calidad de diferentes variedades de ajo, para lograrlo se han modificado algunas prácticas de manejo con el propósito de incrementar y mejorar la productividad del ajo. Para ello se han hecho y trabajado en la adaptación a diferentes regiones agroclimáticas, tipos de suelo, niveles de fertilización, entre otros aspectos ayudara a incrementar el rendimiento y por ende mejorar la calidad de la semilla con ayuda de programas de mejoramiento genético.

El ajo se reproduce exclusivamente por vía asexual apomítica, los bulbillos o dientes son el principal órgano de multiplicación de los genotipos con caracteres distintivos de cada especie (Burba, 2003). Algunos genotipos forman flores entremezcladas con bulbillos, pero nunca producen semillas viables.

El bulbo es la parte fundamental para diferenciar las variedades, especialmente su forma y su color de las túnicas, que varía desde un color blanco, rosado y morado.

El mejoramiento genético de muchas de las especies hortícolas depende de su fisiología de reproducción, tomando en cuenta las condiciones ambientales en donde se encuentra según cita (Macías *et al.*, 2014).

Debido a que la reproducción del ajo se realiza de manera asexual, sembrando dientes provenientes de los bulbos cosechados, a corto plazo se presenta poca variabilidad genética de la especie que la mayoría de las veces no es identificada por los productores, sin embargo, debido a la dispersión de la especie en diversos ambientes alrededor del mundo, existe una vasta variabilidad de la especie, misma que ha sido aprovechada por los fitomejoradores para iniciar el proceso de selección tendiente a generar nuevas variedades adecuadas a condiciones ambientales

en diversas zonas productoras de la hortaliza alrededor del mundo (Burba, 2009; Pardo *et al.*, 2009).

En la caracterización de genotipos de ajo se han tomado en cuenta una serie de factores morfológicos relacionados con la agronomía del cultivo como tamaño, forma y peso del bulbo, altura de planta o número de hojas; en los últimos años se han incluido otra serie de características relacionadas con la química y la biotecnología para diferenciar entre los materiales mejorados (Panse *et al.*, 2013, Reveles *et al.*, 2015; Figueroa-González *et al.*, 2014).

El Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias ha generado variedades de ajo para las condiciones agroecológicas del estado (Reveles-Hernández *et al.*, 2015), además, los productores han introducido otros genotipos buscando opciones de producción y productividad del ajo, tal es el caso del genotipo denominado por ellos “Prosur” que ha sido obtenido en el estado de Nuevo León y sembrado en algunos predios a nivel comercial.

El objetivo del presente trabajo fue comparar el rendimiento y calidad de la variedad de ajo Prosur con las variedades generadas por el INIFAP en Calera, Zac.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera federal Zacatecas-Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales del estado de Zacatecas, cuyas coordenadas son 22°54'24.17" de latitud norte y 102°39'41.11" de longitud oeste y 2195 metros sobre el nivel del mar.

El cultivo se estableció en camas de siembra de 1.52m de ancho, las cuales se colocaron tres cintillas de riego y seis hileras de plantas, de tal manera que cada cintilla regara dos hileras de plantas.

Se estableció la variedad de ajo Prosur proveniente de la parcela comercial del Ing. Ramón Trejo Pinedo y se comparó con tres variedades generadas por el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Cuadro 1), para lo que se usó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones donde la unidad experimental constó de dos camas de siembra (de 1.52m cada una) de 5.00m de largo.

La dosis de fertilización que se usó fue la 225-80-22, expresada en kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio por hectárea respectivamente, aplicada usando la fórmula 60-60-60 antes de la siembra, el resto fue aplicado a través del sistema de riego de acuerdo a las curvas de extracción correspondiente a cada nutriente (Reveles-Hernández *et al.*, 2009).

Cuadro 1. Relación de tratamientos usados para evaluar el comportamiento productivo de la variedad de ajo Prosur en Calera, Zac.

Numero de tratamiento	Variedad
1	Barretero
2	Calerense
3	Platero
4	Prosur

La cosecha se realizó el 20 de mayo, una vez eliminados la parte aérea y las raíces se procedió a clasificar los bulbos por su tamaño de acuerdo con la norma mexicana NMX-FF-018-SCFI-2006 (CONAJO, 2008), se contaron y pesaron los bulbos obtenidos por cada categoría. Para determinar el rendimiento comercial se consideraron los ajos de tamaño 6 y superiores (de diámetro ecuatorial igual o mayor a 45mm).

El análisis de los datos se realizó utilizando el paquete de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Versión 1.4 (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se muestran las comparaciones de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para el rendimiento por hectárea y la producción de ajos comerciales (diámetro ecuatorial igual o superior a 45mm) para las variedades evaluadas, se encontraron diferencias estadísticamente significativas para las variables citadas entre las variedades, destacando en rendimiento la variedad Barretero, superando en producción en más del 20% a la variedad Prosur y en más del 40% a Platero; para el rendimiento comercial se observa que Barretero es estadísticamente superior a Platero y Prosur, pero igual a Calerense, superando en un 19% a Prosur.

El análisis de varianza para la variable porcentaje de ajos sin diferenciar indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las variedades evaluadas, en el cuadro 3 se observan las medias obtenidas y su comparación estadística por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para esta variable en donde se nota que Barretero es estadísticamente superior, lo que indica que produjo mayor proporción de bulbos defectuosos, siendo estadísticamente superior a Prosur y Platero, lo que indica que estas dos variedades tienen menor índice de ajo con este defecto.

Cuadro 2. Rendimiento y calidad de las variedades evaluadas en comparación con la variedad Prosur en Calera, Zac.

Numero de Tratamiento	Variedad	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento comercial (kg/ha)
1	Barretero	24.448 a	18,532 a
2	Calerense	20.714 ab	17,842 ab
3	Platero	16.738 b	13,888 c
4	Prosur	19.773 b	15,610 bc

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales, mientras que medias con letra diferente son estadísticamente diferentes.

Cuadro3. Porciento de bulbos sin diferenciar al comparar la variedad Prosur con tres variedades en Calera, Zac.

Número de Tratamiento	Variedad	Ajos sin diferenciar (%)
1	Barretero	24.448 a
2	Calerense	20.714 ab
3	Platero	16.738 b
4	Prosur	19.773 b

Nota: medias con la misma letra son estadísticamente iguales, mientras que medias con letra diferente son estadísticamente diferentes.

Los rendimientos encontrados superan la media de rendimiento estatal del cultivo de ajo en Zacatecas (13.2 ton/ha), por lo que las variedades evaluadas son una alternativa para los productores dedicados a este cultivo en esta entidad.

CONCLUSIONES

Los resultados observados indican que Prosur es una opción que compite en rendimiento con las variedades comparadas, ya que los rendimientos observados son superiores al promedio estatal, y además, presenta bajo índice de bulbos sin diferenciar.

LITERATURA CITADA

Burba J. L. 2003. Producción de Ajo. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. PROAJO-INTA. –Documento 069, 44p

Burba J. L. 2009. Mejoramiento genético y producción de “semilla” de ajo (*Allium sativum* L.). Posibilidades de adaptación a diferentes ambientes. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 3:28-44

Figuroa-González, J. J.; Reveles-Hernández, M.; Alvarado-Nava, M. D. y García-Guardado, K. B. 2014. Tipificación fisicoquímica de productos agroindustriales de ajos zacatecanos. Folleto Técnico No. 59. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 20 p.

Macías V.L.M. Maciel P.L.H. y Silos E. H. 2014. Diamante: Variedades de ajo blanco tipo California generada por selección individual. AGROFAZ. 14: 51-59

Olivares, S. E. Paquete de diseños experimentales. Versión 1.4. Facultad De Agronomía De Nuevo León.

Panse R.; Jain P. K.; A. Gupta; and Singh S. D. 2013. Morphological variability and character association in diverse collection of garlic germplasm. African Journal of Agricultural Research. 8:2861-2869

Pardo, A.; Hernández, A.; & Méndez, N. 2009. Caracterización molecular de siete clones de ajo (*Allium sativum* L.) mediante la técnica RAPD. Bioagro, 21: 81-86.

Reveles-Hernández M.; Velázquez-Valle R.; Bravo-Lozano A.G. 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro Técnico No.11. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. Calera, Zac., México. 272p

Reveles-Hernández M. Velásquez-Valle, R.; Cid-Ríos J. A. 2015. Platero, nueva variedad de ajo jaspeado para Zacatecas. Folleto Técnico Num. 69. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 28p

SIACON-SAGARPA. 2014. Cierre de siembras 2014. En: www.sagarpa.gob.mx, consultada en línea el 8 de septiembre de 2016.

Evaluación agrológica empírica aplicada a huertas de guayaba. Caso Calvillo, Ags., México. Una experiencia pre-profesional.

García Marín Miguel Ángel^{1*}, López Santos Armando¹, Torres González Jorge Alejandro²

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 carretera Gómez Palacio-Cd. Juárez Chihuahua, Cd. Bermejillo, Durango. CP 35230. AP # 8, tels +52(872)7760160. ²Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Dom. Conocido Jesús María, Ags. Tel. 01 (449) 9107400. * Autor de correspondencia: garcia_ncu4@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluaron propiedades agrológicas claves relacionadas con la salud y productividad de huertas de guayaba de Calvillo, Aguascalientes mediante un procedimiento empírico como parte de un entrenamiento de campo bajo la modalidad de Estancia Pre-profesional (EPP). La unidad de estudio (UE), se ubicó en San Tadeo, municipio de Calvillo, Ags. México. De una total de 430 hectáreas establecidas con éste frutal, se muestrearon aleatoriamente nueve hectáreas, donde se aplicó un protocolo *in situ* que comprendió 16 variables edáficas que cubrieron aspectos físicos, químicos y biológicos. Con una significancia del 95% ($\alpha \geq 0.05$) se encontró una relación directa entre la textura y el movimiento de agua en el suelo con la salud y productividad de las huertas.

Palabras Clave: capa arable, propiedades hidrodinámicas, textura

INTRODUCCIÓN

La agrología se encarga de estudiar las relaciones entre el suelo o propiedades edáficas y las plantas. Para plantas cultivadas se han desarrollado varios métodos para realizar valoraciones empíricas de fertilidad física, química y biológica del suelo (ATTRA, 2007; Peigné *et al.*, 2013). Por ejemplo, Peigné *et al.* (2013) idearon un método para valorar la estructura del suelo en la capa de transición entre el suelo y el subsuelo mediante la exploración de perfiles de áreas dedicadas al cultivo; ésta valoración se basó primordialmente en observaciones y mediciones de propiedades estructurales *in situ*, como la presencia de agregados, dureza, galerías de lombrices, etc. Estos mismos autores (Peigné *et al.*, 2013), señalan que en Francia los agrónomos han estudiado el efecto de los sistemas de cultivo en la estructura del suelo usando métodos de campo basados en el perfil llamado: “perfil cultural”. Con en ello, el presente estudio tuvo por objetivo

evaluar propiedades agrologicas claves relacionadas con la salud y productividad de huertas de guayaba de Calvillo, Aguascalientes mediante un procedimiento empírico como parte de un entrenamiento de campo bajo la modalidad de EPP.

MATERIALES Y MÉTODOS

La UE (21.917° Lat N y -102.701 Long O), comprendió un conjunto de nueve huertas de diferentes dimensiones, de nueve hectáreas, de un total de 430 ha localizadas en el ejido San Tadeo, municipio de Calvillo, Ags., México. La UE presenta dos tipos de clima predominantes: semiseco [templado (BS₁kw) y semicalido, A(C)] y templado subhúmedo, C(w₁). Su rango de temperatura va de 14 a 22 °C. La precipitación media anual entre 500 y 800 mm. El tamaño de muestra fue del 2.09% de la superficie total dedicada al cultivo de guayaba. La caracterización agroológica se basó en un enfoque *Ex ante/Ex post*, lo cual implicó una integración documental previo al trabajo de campo, que incluyó la digitalización de la cobertura total la UE, esto sobre imágenes de satélite de alta resolución visualizadas mediante una extensión (Arcbrutile) instalada en ArcGis® 10.2 (ESRI, Redlands, CA, USA), proceso que permitió crear una tabla de atributos que fue verificada en campo. Además de las nueve parcelas elegidas al azar (Fig. 1), también se eligieron cinco árboles alzar de los que se recabó información en el área de dominio de la copa, es decir en el “cajete” que se usa como parte del manejo de los huertos. Para ello, se utilizó un protocolo que incluyó 16 variables, tres de las cuales se muestran en el Cuadro 1. La información se registró y analizó en Excel para determinar las medidas de tendencia central que permitieron establecer características agrologicas por cada huerto muestreado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 16 variables fueron medidas en campo, se seleccionaron por su representatividad la textura, drenaje y permeabilidad para las nueve huertas muestreadas (Fig. 1). Aunque, la textura medida al tacto vario entre media y fina, se encontró que cerca del 90% de las huertas presentan drenaje rápido y condiciones muy permeables (Cuadro 1).

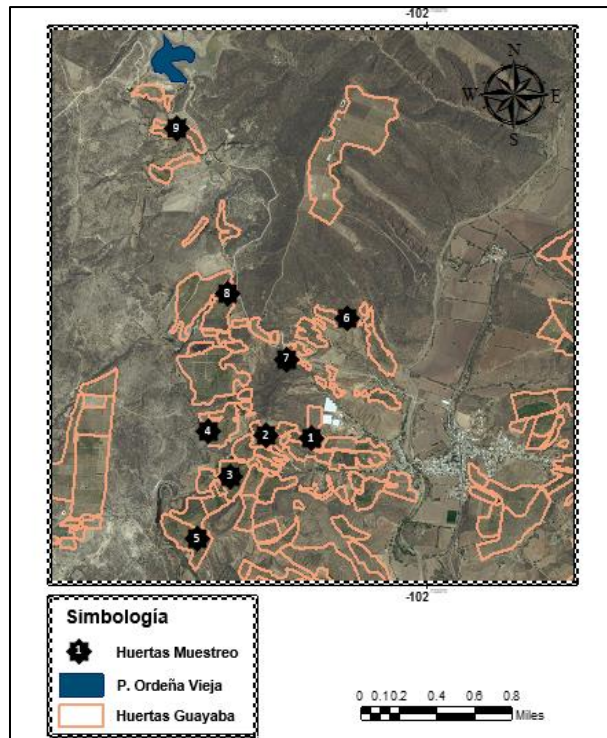


Fig. 1.- Unidad de Estudio y huertas muestreadas

Cuadro 1.- Variables de importancia en la caracterización agrologica de los huertos de guayaba

Huerto	Variables Representativas		
	Al Tacto	Por Medición Directa	
	Textura	Drenaje	Permeabilidad
1	De Media a Gruesa	Rapido	Muy Permeable
2	De Media a Gruesa	Rapido	Muy Permeable
3	Fina	Rapido	Muy Permeable
4	Fina	Muy Rapido	Muy Permeable
5	De Media a Fina	Rapido	Muy Permeable
6	Fina	Med. Lento	Permeable
7	De Media a Fina	Rapido	Muy Permeable
8	Fina	Rapido	Muy Permeable
9	Fina	Rapido	Muy Permeable

Considerando éstos resultados se esperaría que para las texturas finas el drenaje fuera lento y la capa edáfica tuviera una característica de baja permeabilidad. Este comportamiento se interpreta como resultado del manejo de la huerta, particularmente con relación a la tendencia a evitar problemas por exceso de humedad en la zona radicular, confirmando con ello que en una explotación como en este caso hay un perfil cultural a partir del cual es posible identificar problemas de productividad, como lo describen Peigné *et al.* (2013).

CONCLUSIONES

La EPP permitió crear un marco de referencia muy aproximada a la problemática y expectativas para la producción de guayaba en la UE. De acuerdo a la breve información antes descrita, se observa que hay dos factores de éxito combinados: primero, es la experiencia o factor cultural evidenciado por un buen manejo del componente edáfico; y segundo, las características climáticas específicas donde prospera la especie bajo condiciones de cultivo.

LITERATURA CITADA

Sullivan P. 2007. El manejo sostenible del suelo. ATTRA-Servicio Nacional de Información de la Agricultura Sostenible. Version en español (071807). 40p Disponible en: www.attra.ncat.org/espanol/pdf/suelos.pdf

Peigné, J., J. F. Vian, M. Cannavacciuolo, V. Lefevre, Y. Gautronneau, H. Boizard. 2013. Assessment of soil structure in the transition layer between topsoil and subsoil using the profil cultural method. *Soil & Tillage Research* 127: 13-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2012.05.014>

Diagnóstico de brucelosis caprina por serología y PCR múltiple.

Cuevas Jacquez, Raúl Alejandro ^{*1}, Ortega-Sánchez, José Luis ², Cervantes-Flores, Maribel⁴, Pérez-Morales, Rebeca ¹, Alba-Romero, José de Jesús^{1,3}, Aurora Martínez-Romero^{*1}

¹Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias Químicas, Campus Gómez Palacio, Universidad Juárez del Estado de Durango. ²Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo.

³Laboratorio de Asesores Especializados de la Laguna, Gómez Palacio, Dgo. ⁴Facultad de Ciencias Químicas, Campus Durango Laboratorio de Inmunología e Infectología. Universidad Juárez del Estado de Durango.

*Autores de Correspondencia: acj_78@hotmail.com / quimicaaurora@hotmail.com

RESUMEN

La brucelosis está catalogada como una de las zoonosis más importantes de México por las pérdidas económicas que genera en la ganadería nacional y su impacto en la salud pública. Por lo que se observa la necesidad de realizar un estudio en el cual se logre evaluar la presencia de dicha enfermedad. Se han reportado casos máximos focales de hasta 18.3% de brucelosis en humanos, causados por la ingesta de productos lácteos de origen caprino y bovino donde se involucran la *B. abortus* y *B. melitensis*. México se ubica a nivel mundial como una de las regiones más prevalentes de brucelosis bovina, por tanto, da alta seropositividad en humanos, dando un promedio de 3.42% por lo que se considera a esta enfermedad como un grave problema de salud pública. El objetivo es realizar el diagnóstico de brucelosis caprina por serología y con PCR múltiple. El trabajo de campo se realizó en los Ejidos la Victoria Municipio Tlahualilo, San José de Bellavista y Bermejillo, Municipio de Mapimi, Durango. Se realizaron reuniones con los productores para explicarles los objetivos y beneficios que se obtendrán con la realización de esta investigación. Se muestrearon 114 cabras de raza criolla cruzadas con Saanen y Alpina por la vena yugular, obteniendo 114 muestras de sangre en tubo sin anticoagulante para obtención de suero para procesar la prueba rosa de bengala (RB) en la URUZA de la UACH y 114 muestras de sangre completa para procesar PCR múltiple en la FCQ Unidad Durango de la UJED. Se realizó

la extracción de ADN de las cepas control de *Brucella abortus* RB51 y *Brucella melitensis* RM1 empleando el método de fenol-cloroformo-alcohol isoamílico. Con la secuencia de oligonucleótidos de *B. genus* (BG), *B. abortus* (GA), *B. melitensis* (BM), *B. suis* (BS), IS711 (IS) y de la cepa IAC. La seroprevalencia general fue de 26.31% y por municipio en Tlahualilo 41.86%, en Mapimí el 18.18%. Se observó el patrón de bandas de las cepas de cada especie. En el análisis de las muestras con PCR múltiple se obtuvo que las 30 muestras correspondieron a *B. melitensis*, obteniendo una sensibilidad y especificidad del 100%. La técnica de PCR descrita en este estudio presentó 100% de sensibilidad y especificidad con la técnica RB. Permite la identificación simultánea entre género y especie por el uso de la variante de PCR múltiple capaz de identificar diferentes especies del género *Brucella*, lo que lleva a un mejor diagnóstico de la enfermedad. Cabe destacar que su rapidez además del ahorro de recursos la hace factible para ser aplicada en el laboratorio de diagnóstico general.

Palabras clave: *Brucella melitensis*, cabras, rosa de bengala, sensibilidad, especificidad.

ABSTRACT

Brucellosis is ranked as one of the most important zoonosis in Mexico for economic losses generated in domestic livestock and their impact on public health. So the need for a study that is achieved assesses the presence of the disease is observed. Maximum focal have been reported cases up to 18.3% of brucellosis in humans, caused by the intake of dairy goats and cattle origin where they involve *B. abortus* and *B. melitensis*. Mexico ranks worldwide as one of the most prevalent regions of bovine brucellosis therefore gives high seropositivity in humans, giving an average of 3.42% which is considered to this disease as a serious public health problem. To make the diagnosis of goat brucellosis serology and multiple PCR. Fieldwork was conducted in the town the Victoria Municipality Tlahualilo, San José de Bellavista and Bermejillo, Mpio. Mapimi, Durango. Meetings with producers were made to explain the objectives and benefits to be gained with the completion of this research. 114 goats of Creole race cross-Saanen and Alpina via the jugular vein were sampled, obtaining 114 blood samples in tubes without anticoagulant to obtain serum to process the pink test bengal (RB) in the URUZA UACH and 114 samples full to process multiple PCR in Durango unit FCQ UJED blood. Extracting DNA from RB51 control *Brucella abortus* and *Brucella melitensis* strains RM1 using the method of phenol-chloroform-isoamyl alcohol was performed. With the oligonucleotide sequence of *B. genus* (BG), *B. abortus* (GA), *B. melitensis* (BM), *B. suis* (BS), IS711 (IS) and the IAC strain. The overall seroprevalence was 26.31% and 41.86% Tlahualilo municipality in Mapimí the 18.18%. The banding pattern of each species strains was observed. In the analysis of multiple PCR samples it was obtained with the 30 samples that corresponded to *B. melitensis*, with a sensitivity and specificity of 100%. The PCR technique described in this study had 100% sensitivity and specificity with the RB technique. It allows simultaneous identification of genus and species by the use of multiple PCR variant capable of identifying different species of the genus *Brucella*, which leads to better diagnosis of disease. Notably, its speed in addition to saving resources makes it feasible to be applied in general diagnostic laboratory.

Key words: *Brucella melitensis*, goats, pink bengal, sensitivity, specificity.

INTRODUCCIÓN

La brucelosis está catalogada como una de las zoonosis más importantes de México por las pérdidas económicas que genera en la ganadería nacional y su impacto en la salud pública. El género *Brucella* incluye tres especies importantes para la patología humana: *B. melitensis* que afecta preferentemente cabras, pero puede infectar bovinos y cerdos. La mayor incidencia de brucelosis bovina se observa en el ganado estabulado y en áreas de alta densidad animal, como son las zonas centro, sureste y costeras. La brucelosis caprina tiene una distribución más amplia con mayor frecuencia se registra en aquellas entidades con gran concentración de cabras (Sánchez & Ortega, 2007).

Es el agente responsable de la mayoría de los casos humanos diagnosticados bacteriológicamente, se conoce como la especie más patógena e invasiva, cualidades que han permitido su gran persistencia y amplia distribución en el país. *B. abortus*, es la principal especie responsable de la brucelosis bovina, aunque se ha aislado también de otras especies animales; por ser menos patógena, se ha relacionado hasta ahora con infecciones leves y con un alto porcentaje de casos asintomáticos, característicos de individuos profesionalmente expuestos. Otras especies conocidas, pero que con poca frecuencia producen enfermedad son *B. suis* que afecta a cerdos y *B. canis* a perros respectivamente (García-Carrillo, 1987).

En relación a la enfermedad zoonótica de la *Brucella* observe la necesidad de realizar un estudio en el cual logremos evaluar la presencia de dicha enfermedad, ya que esta es de gran riesgo para la salud humana y animal, en el caso de la industria agropecuaria refleja grandes pérdidas debido a los abortos y a la posibilidad de que los subproductos puedan ser contaminados con dicha bacteria. En México, actualmente, hay 8.9 millones de cabezas y el 79% de esta población se localiza en zonas árido cálidas, en donde es el animal más valioso para miles de pequeños productores. La mayoría se cría en condiciones de pobreza, hacinamiento y escasa o nula aplicación de tecnología.

Se han reportado casos máximos focales de hasta 18.3% de brucelosis en humanos, causados por la ingesta de productos lácteos de origen caprino y bovino donde se involucran la *B. abortus* y *B. melitensis*, México se ubica a nivel mundial como una de las regiones más prevalentes de brucelosis bovina, con 3.42% de seropositividad en humanos. En el Estado de Zacatecas la campaña contra la Brucelosis se encuentra en la fase de control. La prevalencia a nivel nacional de la Brucelosis bovina en hatos fue del 2.94% y del 0.61% en cabezas de ganado; por lo que se refiere a la Brucelosis caprina se determinó la prevalencia del 10.35% y para la Brucelosis ovina el 0.61% para ese mismo año (SAGARPA, 2006).

Reforzar el estatus zoonosario, repercute en la salud pública, ya que mitiga el riesgo de contagio en humanos, por el consumo de productos lácteos no pasteurizados (SAGARPA, 2015). La Comarca Lagunera, es una zona endémica de brucelosis, enfermedad que tiende a la cronicidad por el desconocimiento en su diagnóstico, tratamiento e implicaciones en salud pública, ya que causa artritis, endocarditis, meningitis y osteomielitis, aunque conlleva a grandes pérdidas económicas al ser una zoonosis.

La brucelosis es una zoonosis, económicamente importante para los seres humanos y ganadería, de distribución mundial causada por bacterias Gram-negativa, intracelulares facultativas,

pertenecientes al género *Brucella*. La identificación y diferenciación de las especies de *Brucella* se basa en el cultivo, proceso largo y laborioso además de que existe riesgo de infección. Aunque el serodiagnóstico de brucelosis se lleva a cabo mediante la detección de anticuerpos específicos, es necesario confirmar el resultado con métodos moleculares. Es por esto que se hace fundamental el estudio de nuevas técnicas que mejoren el diagnóstico de esta enfermedad.

Además, hay escasa información acerca del conocimiento relativo al perfil sanguíneo en cabras que padecen brucelosis, por lo que es pertinente conocer los cambios entre los metabolitos bioquímicos y hematológicos que puedan reflejar los efectos de la brucelosis en la salud de los animales. Debido a que es una zoonosis es imprescindible conocer los valores de hematología y bioquímica sanguínea porque son indicadores esenciales para llevar a cabo evaluaciones diagnósticas de la salud, tanto a nivel individual como poblacional. El disponer de datos de referencia suministrados por individuos sanos contribuye a la detección temprana de enfermedades individuales y/o disfunciones orgánicas. Por lo que, el objetivo de la presente investigación fue comparar entre el método serológico y molecular en el diagnóstico de brucelosis con PCR múltiple en ganado bovino sano y con brucelosis.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo, lugar de estudio y aspectos éticos

El presente estudio analítico fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la FCQ de la UJED N°123301538X0201 COFEPRIS. El trabajo de campo se realizó en los Ejidos la Victoria Municipio Tlahualilo, San José de Bellavista y Bermejillo, Municipio de Mapimi, Durango. Se realizaron reuniones con los productores para explicarles los objetivos y beneficios que se obtendrán con la realización de esta investigación. El muestreo fue consecutivo en cabras gestantes con 12 meses de edad con y sin brucelosis, se realizó la recolección de aproximadamente 10 ml de sangre por cabra, esta se hará en tubos vacutainer, luego se transportaron en hieleras para su proceso. Se separó el suero de la sangre por centrifugación a 3000 rpm durante 20 min.

Cada muestra se marcó utilizando códigos que describen a cada animal. 114 cabras de raza criolla cruzadas con Saanen y Alpina por la vena yugular, obteniendo 114 muestras de sangre en tubo sin anticoagulante para obtención de suero para procesar la prueba RB en la URUZA de la UACH y 114 muestras de sangre completa para procesar PCR múltiple en la FCQ Unidad Durango de la UJED. Se realizó la extracción de ADN de las cepas control de *Brucella abortus* RB51 y *Brucella melitensis* RM1 empleando el método de fenol-cloroformo-alcohol isoamílico con dos cepas rugosas control *B. abortus* RB51 y *B. melitensis* RM1. Con la secuencia de oligonucleótidos de *B. genus* (BG), *B. abortus* (GA), *B. melitensis* (BM), *B. suis* (BS), IS711 (IS) y de la cepa IAC. Se realizaron reuniones con los productores para explicarles los objetivos y beneficios que se obtuvieron con la realización de esta investigación. Se realizó PCR múltiple aplicándose a cada una de las muestras, la identificación de *Brucella* spp se basó en la amplificación de la región genómica del gen *bcs31* (GenBank n° de acceso M20404) la secuencia de ADN que constituyen los cebadores (Garshasbi, Ramazani et al. 2014):

Brucella genus F: CAATCTCGGAACTGGCCATCTCGAACGGTAT

R: ATGTTATAGATGAGGTCGTCCGGCTGCTTGG

B. abortus 5'GACGAACGGAATTTTTCCAATCCC3'

B. melitensis 5'AAATCGCGTCCTTGCTGGTCTGA3'

B. suis 5'GCGCGGTTTTCTGAAGGTTTCAGG3'
IS711 5'TGCCGATCACTTAAGGGCCTTCA3'

Extracción de ADN de cepas control

Para llevar a cabo la extracción de ADN genómico de las cepas control de *Brucella* se partió de un crecimiento de 5 días en caldo soya-tripticaseína, se colocó 1.5 mL de cultivo en un tubo eppendorff y se centrifugó por 2 min a 13,000 rpm. Se eliminó el sobrenadante y la pastilla celular se resuspendió en 1 mL de buffer de lisis (EDTA 50mM, NaCl 100mM, pH 7.5), se mezcló en vortex hasta que se resuspendió y se centrifugó durante 2 min a 13,000 rpm. Para recuperar nuevamente la pastilla bacteriana y se eliminó el sobrenadante. Se resuspendió nuevamente en 300 µl de buffer de lisis. Luego se le adicionó 100 µl de lisozima (10 mg/ml) gota a gota y se agitó con vortex, la mezcla se incubó durante 15 min a 37°C. Se adicionó al extracto celular 30 µl de SDS al 20% e incubó a 37° C durante 5 min. Se extrajo el lisado con un volumen igual de fenol-cloroformo-álcohol isoamílico (24:25:1) u/u se mezcló y centrifugó a 13000 rpm por 5 min. (206.4:215:8.67 µL). Se transfirió la fase acuosa, y se adicionó 30 µL de acetato de sodio 3M, y el tubo se llenó con etanol frío al 95 %. Se invirtió el tubo observado que el ADN cromosómico forme una pastilla. El DNA se dejó secar y después se resuspendió en agua libre nucleasas. Finalmente, se comprobó la presencia e integridad del ADN en gel de agarosa al 1% teñido de bromuro de etidio (BrEt) 0,5 mg/mL, después de haberse sometido a una electroforesis (120 V/208 mA) en un tampón TAE 1x. La concentración y pureza de ADN se calculó en Nanodrop mediante la relación 260/280.

Extracción de ADN genómico de sangre total

La extracción de ADN genómico de sangre total consistió en colocar 500 µl de sangre total dentro de un tubo eppendorf y se le adicionó 1 mL de solución de lisis de glóbulos rojos (0.01 M Tris-HCl pH 7.6, 320 mM sacarosa, 5 mM MgCl₂, 1% Triton X 100). Se centrifugó a 7,000 rpm por 2 min, se descartó el sobrenadante y se repitió el paso dos o tres veces hasta que no se observara exceso de hemoglobina. Se adicionó 400 µl de solución de lisis de ácidos nucleicos (0.01 M Tris-HCl, 11.4 mM citrato de sodio, 1 mM EDTA, 1% de dodecilsulfato de sodio (SDS). Se agregaron 100 µl de NaCl (5M) y 600 µl de CHCl₃ se centrifugó a 7000 rpm por 2 min y se transfirió 400 µl del sobrenadante a un nuevo tubo. Se añadió 800 µl de etanol absoluto frío (-20°C) se agitó en vortex y posteriormente, se centrifugó 1 min a 12,000 rpm. Finalmente, se le adicionaron 50 µl de TE para conservar el ADN a 4°C hasta su uso. La integridad del ADN se observó en gel de agarosa al 1% teñido con BrEt 0,5 mg/ml después de haberse sometido a una electroforesis (120 V/208 mA) en un tampón TAE 1x. La concentración y pureza de ADN se calculó en Nanodrop mediante la relación 260/280.

Condiciones de PCR múltiple

La PCR múltiple se realizó tanto a las muestras de sangre total, como el ADN genómico de la cepa. Se realizó en un volumen total de 25 µL de reacción que contenía: 5 µL de buffer de reacción de PCR, 0.2 mM de cada dNTP, 1,5 mM MgCl₂, los cebadores se mezclaron en concentraciones de: 800 nM BG-F y -R; 600 nM de IS; 350 nM de BA; 450 nM de BS; 200 nM BM, se adicionaron por cada reacción 2 µl (~500 pg) de templado de ADN y 1 U de Taq polimerasa (Garshasbi, Ramazani et al. 2014).

La amplificación consistió en una desnaturalización inicial a 95°C durante 1 min, 30 ciclos de amplificación con desnaturalización a 95°C durante 5 s, hibridación a 64°C durante 10 s, la

extensión a 72°C durante 30 s, y una extensión final de la 72°C durante 1 min en el termociclador MyCycler Bio-Rad®. Los productos de PCR se analizaron en gel de agarosa al 1% teñidos con BrEt 0,5 mg/ml después de haberse sometido a una electroforesis (120 V/208 mA) en un tampón TAE 1x.

RESULTADOS

La seroprevalencia general fue de 26.32% y por municipio en Tlahualilo 41.86%, en Mapimí el 18.18%. Se observó el patrón de bandas de las cepas de cada especie. Se llevó a cabo la determinación de la concentración y pureza del ADN obtenido empleando el equipo NanoDrop, cuyos resultados fueron: para la cepa de *B. melitensis* RM1 una concentración de 149 ng/μL y 1.7 de pureza en la relación 260/280, mientras que para la cepa de *B. abortus* RB51 una concentración de 120 ng/μL y 1.7 de pureza. La presencia e integridad del ADN genómico fue comprobada en gel de agarosa al 1%, teñido con BrEt 0,5 mg/mL después de haberse sometido a una electroforesis (100 V) en un tampón TAE 1x.

Extracción de ADN genómico de muestras sangre total

Para la aplicación de la PCR múltiple en este estudio se necesitó contar con un método de extracción adecuada de ADN de muestras sanguíneas, debido a que *Brucella* es un microorganismo de crecimiento intracelular es fundamental que el DNA bacteriano (si existía en la muestra) se extraiga desde el interior de los macrófagos, que es donde habita, de la forma más íntegra posible y en concentraciones adecuadas para realizar su posterior amplificación. Los resultados de la concentración y pureza del DNA genómico de las muestras de estudio fueron determinadas con el equipo NanoDrop. Se obtuvieron concentración promedio de 230 ng/μL con una desviación estándar de 15.7 y una pureza de 1.63 con una desviación estándar de 1.5 en la relación 260/280. Lo cual nos permitió realizar la amplificación de las muestras.

La presencia e integridad del ADN genómico fue comprobada en un gel de agarosa al 1%, teñido con 0,5 mg/mL de BrEt después de haberse sometido a una electroforesis (100 V/208 mA) en un tampón TAE 1x.

PCR múltiple

Primeramente, se realizó la amplificación del DNA de las cepas control para determinar el patrón de bandas que las definiera, para posteriormente usarlo en el análisis de las muestras. Se obtuvo que la banda que definía al género *Brucella* determinada por los cebadores de la región genómica del gen *bcs31* presentó un PM de 209 pb, mientras que las bandas de identificación de *Brucella* especie (*abortus* o *melitensis*) que están determinadas por los cebadores que se dirigen a la integración específica del elemento IS711 en el genoma de las respectivas especies, se caracterizó por que la especie *melitensis* observó una banda de 731 pb (Figura 1); mientras que la especie *abortus* presentó un amplicón de un tamaño de 498 pb. En el análisis de las muestras con PCR múltiple se obtuvo que las muestras correspondieron a *B. melitensis*, obteniendo una sensibilidad y de especificidad del 100%.

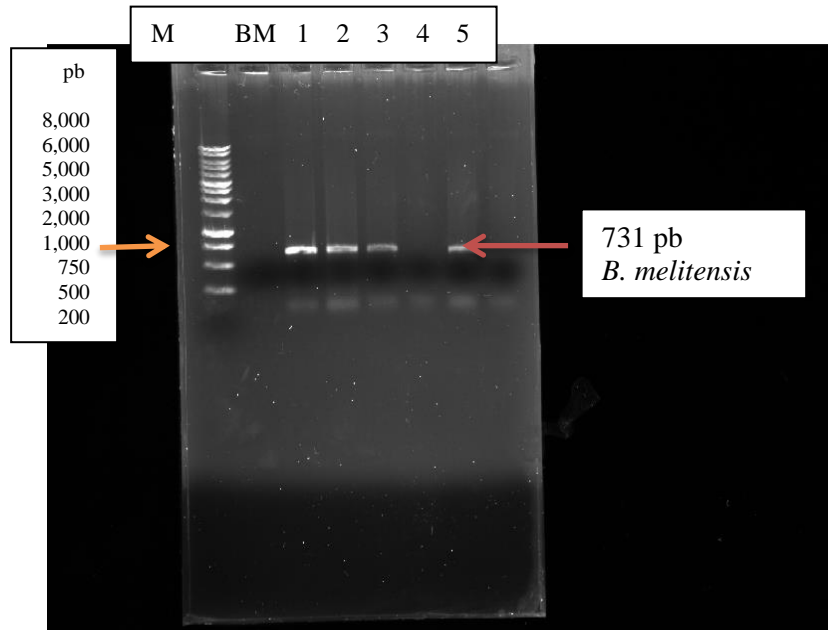


Figura 1. PCR múltiple de muestras positivas a Rosa de bengala.

Sensibilidad y especificidad de la técnica de PCR múltiple para el diagnóstico de Brucelosis

Para determinar la sensibilidad y especificidad de la técnica de PCR múltiple se empleó el método estadístico de razón de momio empleándose la RB como prueba de diagnóstico estándar. Al aplicar la tabla de 2X2 se obtiene la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN) descritos en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Tabla 2x2 para la evaluación de la prueba diagnóstica.

Resultado de PCR múltiple	Resultado de RBPT		Total
	Positivo	Negativo	
Prueba Positiva	30	0	30
Prueba Negativa	0	84	84
Total	30	84	114

Tabla 2. Valores de sensibilidad, especificidad, VPP y VPN.

	Valor (%)
Sensibilidad	100
Especificidad	100
VPP	100
VPN	100

DISCUSIÓN

Actualmente, se cuenta con métodos de diagnóstico específicos de brucelosis, serológicos, moleculares o microbiológicos, la RB se sigue utilizando como prueba diagnóstica (Assenga, Matemba et al. 2015; Purwar, Metgud et al. 2016), las pruebas moleculares permiten conocer la especie del género *Brucella*. Diversos autores han reportado técnicas para el diagnóstico

molecular mediante PCR, y señalan su alta sensibilidad y especificidad empleando ensayos de PCR en tiempo real. Nagalingam y colaboradores en el año 2012 reportan que mediante pruebas serológicas no es posible diferenciar una brucelosis positiva de animales infectados y de vacunados, sin embargo mediante la técnica de PCR múltiple si es posible hacer la diferenciación las cepas vacunales S19, RB51 y Rev1 de cepas infectantes del género *Brucella* de ganado y humanos (Nagalingam, Shome et al. 2012). En este estudio la PCR múltiple se realizó tanto a las muestras de sangre total, como el ADN genómico de la cepa, condiciones que ya se han considerado en la identificación de género y especies de *Brucella* en donde se realiza la PCR múltiple directamente de muestras clínicas dando certeza en el diagnóstico, incluso determinaron que la identificación de *Brucella* sp por pruebas convencionales conlleva tiempo, riesgo y requiere interpretación por un experto, mientras que la técnica de PCR es rápida, segura y fácil de interpretar (Nagalingam, Shome et al. 2012).

En la presente investigación en los resultados de la amplificación de las muestras RB negativas presentaron bandas, con lo que se obtuvo una sensibilidad y especificidad del 100%, por lo que el VPP y VPN fue 100%. Cevallos y colaboradores (2010) también realizaron una técnica de PCR convencional obteniendo un valor de sensibilidad del 75% y una especificidad de 92% en comparación con la técnica de RB (Cevallos-Falquez, Carranza-Patiño et al. 2010). Al desarrollar la técnica de PCR utilizando sangre total se observa que es rápida y se facilita su manipulación y disminuye el riesgo de infección, además, permitió identificar simultáneamente el género y especie debido al uso de la variante de PCR múltiple y proporciona contundentes informes epidemiológicos debido a que identifica la especie más prevalente en una población determinada, por lo que finalmente la hace factible para ser aplicada en el laboratorio de diagnóstico.

Además del consumo de productos lácteos sin pasteurizar, por lo que es necesario otorgar asesoría técnica a pequeños productores en el conocimiento de la brucelosis, el cómo prevenir la infección para lograr no solo controlarla sino erradicarla de las zonas endémicas a brucelosis. Los resultados de este estudio muestran que la PCR es un método eficaz para identificar brucelosis en humano a partir de muestras de sangre periférica. Además, PCR podría emplearse como instrumento de diagnóstico confirmatorio y rápido para aquellas muestras que sean dudosas con la RB.

Para futuras investigaciones es recomendable utilizar para diagnóstico de las diferentes especies del género *Brucella* la PCR múltiple porque amplifica simultáneamente diferentes secuencias diana, así como la identificación simultánea de diversos genes. Se recomienda procesar la PCR múltiple con técnicas como Western-blot que detecta proteínas específicas porque hay casos en que se detectan genes que codifican toxinas u otros factores de virulencia.

CONCLUSIONES

La técnica de PCR múltiple descrita en este estudio puede ser utilizada para el diagnóstico de brucelosis humana empleando sangre total como muestra de análisis. Además, tiene un alto grado de sensibilidad y especificidad como prueba diagnóstica, cabe destacar que su rapidez además del ahorro de recursos la hace factible para ser aplicada en el laboratorio de diagnóstico. Los resultados demuestran que la RB sigue siendo una prueba económica y totalmente confiable para

hacer un buen diagnóstico de brucelosis humana en ausencia de PCR para una población con elevado nivel de anticuerpos en áreas endémicas.

LITERATURA CITADA

Assenga, J. A., L. E. Matemba, et al. (2015). "Epidemiology of Brucella infection in the human, livestock and wildlife interface in the Katavi-Rukwa ecosystem, Tanzania." *BMC Vet Res* 11: 189.

Castro, H. A., González, S. R., & Prat, M. I. (2005). Brucelosis: una revisión práctica*, 39(2), 203–216.

Cevallos-Falquez, O., M. Carranza-Patiño, et al. (2010). "Diagnóstico Serológico (Rosa de Bengala) y Molecular (PCR) de Brucelosis en Humano." *Ciencia y Tecnología* 3(1): 27-32.

Díaz-Aparicio, E. (2013). "Epidemiología de la brucelosis causada por *Brucella melitensis*, *Brucella suis* y *Brucella abortus* en animales domésticos." *Rev sci tech Off int Epiz* 32(1): 43-51.
García-Carrillo, C. (1987). La brucelosis de los animales en América y su relación con la infección humana. Oficina Internacional de Epizootías. París. 67-72.

Garshasbi, M., A. Ramazani, et al. (2014). "Molecular detection of Brucella species in patients suspicious of Brucellosis from Zanzan, Iran." *Braz J Microbiol* 45(2): 533-538.

Liang, L., Tan, X., Juarez, S., Villaverde, H., Pablo, J., Nakajima-Sasaki, R., ... Felgner, P. L. (2011). Systems biology approach predicts antibody signature associated with *Brucella melitensis* infection in humans. *Journal of Proteome Research*, 10, 4813–4824. <http://doi.org/10.1021/pr200619r>

Manual OIE. (2012). Brucelosis bovina OIe, 1–39.

Minas, A., Stournara, A., Christodoulopoulos, G., & Katsoulos, P. D. (2008). Validation of a competitive ELISA for diagnosis of *Brucella melitensis* infection in sheep and goats. *The Veterinary Journal*, 177(3), 411–417. <http://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.05.003>

Nagalingam, M., R. Shome, et al. (2012). "Molecular typing of *Brucella* species isolates from livestock and human." *Trop Anim Health Prod* 44(1): 5-9.

Naha, K., S. Dasari, et al. (2012). "A rare case of seronegative culture--proven infection with *Brucella suis*." *Australas Med J* 5(7): 340-343.

Nath, R., Das, S., Sarma, S., & Devi, M. (2014). Comparison of blood profiles between healthy and *Brucella* affected cattle, 7, 668–670. <http://doi.org/10.14202/vetworld>

NOM. (1995). "Para la prevención y control de la brucelosis en el hombre, en el primer nivel de atención." Norma Oficial Mexicana, <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m022ssa24.html>.

Purwar, S., S. C. Metgud, et al. (2016). "Utility of Serological Tests in the Era of Molecular Testing for Diagnosis of Human Brucellosis in Endemic Area with Limited Resources." *J Clin Diagn Res* 10(2): DC26-29.

SAGARPA (2006). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Evaluación Alianza para el Campo 2005. Informe de Evaluación Estatal Subprograma de Salud Animal. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/zacatecas/Documents/Evaluaciones%20Externas/2005/Salud%20Animal%202005.pdf>

SAGARPA (2015). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Situación actual. Campaña Nacional contra la brucelosis de los animales NOM-041-ZOO-1995. <http://www.senasica.gob.mx/?id=4414> 21 agosto 2015.

Sánchez, E. O., & Ortega, J. L. (2007). Caprine brucellosis seroprevalence in three municipalities of the state of San Luis Potosí, México, 141–146.

Torres-padilla, J. C., López-merino, A., García-escamilla, R. M., & Gutiérrez-garcía, J. N. (2004). Seroprevalencia de anticuerpos anti-Brucella en disponentes de sangre con fines terapéuticos en tres bancos de sangre del Instituto Mexicano del Seguro Social, 140(4), 391–398.

Wang, X., P. Lin, (2015). "Brucella suis vaccine strain S2-infected immortalized caprine endometrial epithelial cell lines induce non-apoptotic ER-stress." *Cell Stress Chaperones* 20(3): 399-409.

Productividad económica relativa del sector bovino lechero en Tamaulipas, México.

Navarrete Molina Cayetano^{1*}, Ríos Flores José Luis¹, Herrera Machuca Miguel Ángel², Galán Soldevilla Carmen³, Torres Moreno Miriam⁴

¹Universidad Autónoma Chapingo – Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230 Tel. + 52 (871)-7760160. ²Universidad de Córdoba, España – Departamento de Ingeniería Forestal. Avd. Medina Azahara CP. 14071 Córdoba. ³Universidad de Córdoba, España – Departamento de Botánica, ecología y fisiología vegetal. Avd. Medina Azahara CP. 14071 Córdoba. ⁴SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México. * Autor de Correspondencia: ingnavarrem@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue determinar los efectos de la composición del hato, los rendimientos y los precios en el Valor Bruto de la Producción (VBP) del subsector lechero del estado de Tamaulipas, México. Se utilizó la metodología económica descriptiva, con enfoque macroeconómico y estático-comparativo, al contrastar 2013 versus 2005. Los resultados indican que el número de animales disminuyó 43%, y que el VBP del sector cayó 0.1%. Los rendimientos evolucionaron de 1,026 a 1,674 kg leche y US\$0.364 a US\$0.395 en el sistema campesino y decrecieron de

2,020 a 1,405 kg bovino y US\$0.416 a US\$0.315 en el sistema industrial, lo que provocó que el VBP incrementara 65% y que el rendimiento monetario por animal (RMA) se elevara 62% (de US\$408 a US\$660 bovino/año), por su parte, los precios reales del litro de la leche fueron favorables en un 8.6% al VBP (al incrementar de US\$10.054 a US\$10.920 millones) y en un 8.2% al RMA (al elevar de US\$610 a US\$660 bovino año). Se concluye que el VBP del estado depende en gran medida de la producción campesina, por lo que debería favorecerse los sistemas de producción de tipo campesino a fin de que el sector lechero del estado incremente.

Palabras claves: efecto composición, efecto rendimientos, efecto precios, VBP, Tamaulipas.

ABSTRACT

The objective was to determine the effects of herd composition, yields and prices on the Gross Value of Production (GVP) of dairy subsector from state of Tamaulipas, Mexico. Descriptive economic methodology was used, with macro- and static-comparative approach, contrasting 2013 versus 2005. The results indicate that the number of animals decreased 43%, and the GVP sector fell 0.1%. Yields evolved from 1,026 to 1,674 kg milk and US\$0.364 to US\$0.395 in the campesino system and decreased from 2,020 to 1,405 kg cattle and US\$0.416 to US\$0.315 in the industrial system, which caused the GVP increase 65% and that the monetary yield per animal (RMA) to rise 62% (from US\$408 to US\$660 bovine / year), meanwhile, the real prices of a liter of milk were favorable by 8.6% to GVP (at increasing of US\$10,054 to US\$10,920 million) and by 8.2% to RMA (to elevate US \$ 610 to US \$ 660 bovine year). GVP is concluded that the state depends largely on peasant production, which should be favored peasant production systems type so that the state increase dairy sector.

Key words: composition herd, yields effect, prices effect, GPV, Tamaulipas.

INTRODUCCIÓN

La producción de leche en México ha girado en torno a las 10, 725 miles de toneladas en 2011, lo que ha sido insuficiente para satisfacer la demanda nacional, por lo que se importa poco más de 28% de la disponibilidad nacional, lo que equivale a más de 4,000 miles de toneladas. La producción de leche ha crecido a un ritmo de 2.7% entre 1990 y 2011, teniendo dos ciclos bien referenciados, durante los años 1990 el crecimiento anual fue de 3.7% y desde 2001 y 2010 de solo 1.3%, lo que muestra una cierta tendencia al estancamiento. Ello a pesar de que la CCG-SAGARPA (2007) estimó que entre 2007 y 2012 la demanda de lácteos crecería a un ritmo de 4.7% anual, por lo que la necesidad de importar productos lácteos estaría lejos de eliminarse. Por ello sería importante develar cuales son los factores que limitan el desarrollo de la producción de leche a nivel nacional (Alvarez y Cárcamo, 2012).

Una de estas limitantes, deriva del hecho que la cadena de lácteos se ha formalizado bajo un modelo polarizado, pues se calcula que los productores más capitalizados, poseen entre 15 y 20% del hato nacional con lo que aportan alrededor de la mitad de la producción de leche con rendimientos cercanos a los de los Estados Unidos. En contraste muchos pequeños productores pueden llegar a los 1, 000 litros / vaca/ año. Ello revela las diferencias tecnológicas y organizativas muy arcadas, sin embargo la productividad promedio es reducida, pues México registra muy bajos rendimientos promedio que no llegan a las dos toneladas por vientre por año,

cuando otros países que privilegian la producción en pastoreo duplican (Nueva Zelanda) o triplican (Argentina) ese valor.

Por otra parte, la distribución regional de la producción de leche en México revela que la zona templada del país ha sido la más importante en el país pues aportaba el 50% en 1980 y continua suministrando el 47.5% en 2011. Para esas mismas fechas, la producción de la zona árida, al norte de México, contribuía con 27.2%, mientras que para 2011 la producción incrementó hasta poco más del 36%, lo que devela el auge del modelo Holstein entorno al eje industrial del país. Por otra parte, la zona tropical del país, donde existe potencial para producir leche a menores costos de producción ha ido perdiendo relevancia, al pasar de 22.5% en 1980 A 16% en 2011.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información. Se utilizó la base de datos del subsector lácteo correspondiente al estado de Tamaulipas obtenidos de los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de los ciclos 2005 hasta el 2013 del SIAP – SAGARPA. Para la deflactación de precios se empleó el Índice Nacional de Precios Productor. Base 2013=100 para los sectores: Agricultura, cría y explotación de animales, publicado por el INEGI en 2013.

Metodología económica empleada y variables evaluadas. El estudio se delimitó al subsector bovino lechero en sus cuatros sistemas de producción (especializado, semiespecializado, familiar y doble propósito) del estado de Tamaulipas, durante los años 2005 y 2013. Se analizaron las siguientes variables: precios del litro de leche en términos reales, y deflactados en pesos constantes del 2013, rendimientos físicos animal⁻¹, rendimiento monetario animal⁻¹, productividad física animal⁻¹. En todos los casos se construyeron variables para la especie bovino lechero. Al compararse 2005 y 2013, se empleó un enfoque económico del tipo *estático-comparativo* de acuerdo con Astori (1984), para la determinación de los Efectos composición del hato, Efecto rendimientos físicos por animal y Efectos precios reales del litro de leche, así las ecuaciones que determinan cada uno de los efectos quedan de la siguiente forma:

$$\text{Efecto de la composición del hato en el VBP: } VBP_{EC} = \sum_{i=1}^n N_{i-2005} R_{i-2013} P_{i-2013}$$

$$\text{Efecto de los rendimientos físicos en el VBP: } VBP_{EC} = \sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2005} P_{i-2013}$$

$$\text{Efecto Precios Reales en el VBP: } VBP_{EP} = \sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2005}$$

$$\text{Indicador del Efecto de la composición del hato: } EC = \frac{\sum_{i=1}^n N_{1-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2005} R_{i-2013} P_{i-2013}}$$

$$\text{Indicador del Efecto de los rendimientos físicos: } ER = \frac{\sum_{i=1}^n N_{1-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2005} P_{i-2013}}$$

$$\text{Indicador del Efecto Precios Reales: } EP = \frac{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2005}}$$

Dónde:

N= Numero de animales en explotación.

R= Rendimiento físico por animal.

P= Precio real.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de animales en explotación, su producción física anual y el valor de la producción en el sector Lácteo del Estado de Tamaulipas, México, 2013 vs 2005.

En general para todo el sector productor de leche del estado de Tamaulipas, el número de bovinos dedicados a la producción de leche disminuyó 43% en el período analizado al descender de 29,023 a 16,501 animales, lo que implica que fueron disminuyendo a una tasa anual del 6.1%, al desagregarle en los dos sistemas conglomerados, el sistema campesino (que abarca a la producción de leche de los sistemas Familiar y de Doble Propósito) y el sistema industrial (que comprende a la producción de leche de los sistemas Especializado y Semi-especializado), se encontró que si bien en ambos disminuyó el número de bovinos lecheros, lo hicieron en diferente proporción, ya que en el sistema campesino de producción de leche, los bovinos en explotación disminuyeron 42.7% en el período, de 28,816 a 16,501 animales, decreciendo a un ritmo anual del 6.0%, mientras que en el sistema industrial de producción de leche, prácticamente inexistente en el estado de Tamaulipas, de solamente 207 bovinos productores en 2005 declinó a solo 37 ejemplares, es decir, disminuyeron 82.1% en el lapso analizado, a una tasa anual del 17.4%.

Efecto de la composición del hato

En términos físicos, en 2005 el sector campesino productor de leche producía 70.7 litros de leche por cada litro de leche producida en el sistema industrial, lo cual es de suyo notorio, no obstante, la diferencia se amplía exponencialmente en 2013, año en el que por cada litros producido de leche en la rama industrial, la rama campesina produjo 531.6 litros. Lo anterior indica claramente que en Tamaulipas la producción de leche por la gran industria es meramente marginal, o mejor dicho aún, no existe la gran producción de leche en Tamaulipas.

En cuanto a la composición de la producción en su aspecto monetario, el Cuadro 1 señala que en 2005 por cada US\$ \$1 producido de valor por el sistema industrial productor de leche (por el ganado Semi-especializado y Especializado), el sistema campesino (con bovinos de doble propósito y de carácter familiar) producía US\$ 61.9, mientras que ya en 2013 la proporción se amplió hasta US\$ 1 del sistema industrial por cada US\$ 665.5 producidos por la economía lechera de extracto campesino.

Lo que a todas luces mostraría que la actividad lechera a gran escala propia de la acumulación ampliada de capital fue desplazada por parte de la producción campesina. Lo anterior no es algo exclusivo de Tamaulipas, ya que Rios *et al* (2015 a p 285) determinaron la misma situación para el estado de Sonora, en el mismo lapso analizado que en Tamaulipas, ya que allí la producción de

leche en el sistema familiar *desplazó* a los demás sistemas de producción, toda vez que en 2005 por cada litro de leche familiar se producían 0.29, 5.38 y 2.50 litros en los sistemas de doble propósito, especializado y semi-especializado respectivamente, y ya en 2013 la proporción fue de 1 : 0.28 : 3.49: 1.47 litros = familiar: doble propósito: especializado: semi-especializado; Similar tendencia se encontró en Sonora para la evolución en la composición entre el número de bovinos lecheros por sistema, en el que los del sistema familiar desplazaron a los bovinos de los restantes tres sistemas de producción, ya que de una proporción de 1: 0.13: 0.52: 2 (número de bovinos en sistemas Familiar, doble propósito, semi-especializado y especializado respectivamente) en 2005 ésta disminuyó a una proporción 1: 0.12: 0.49: 0.52 respectivamente.

El Cuadro 1 muestra precisamente el efecto que tuvo para con el VBP lácteo del estado de Tamaulipas el que el sistema campesino haya desplazado a la producción industrial. De esa fuente se observa que el efecto fue altamente desfavorable para la economía lechera en el estado, toda vez que en 2013 el VBP realmente alcanzado ascendió a US\$ 10.920 millones, pero, si ese año de 2013 se hubiera tenido la misma composición entre los sistemas productivos existente en el año 2005, el VBP habría alcanzado los US\$ 19.208 millones, lo que sugiere que debido exclusivamente a la variación de la composición del hato, como la proporción entre el número de bovinos lecheros entre los diferentes sistemas productivos, hizo disminuir el VBP estatal productor de leche en un 43.2% (el indicador fue igual a 0.568, así $56.8 \text{ menos } 100 = -33.2\%$), *ceteris paribus* los efectos de la productividad física y los precios de las leches de cada sistema.

Cuadro 1: Efecto en el VBP de 2013 de la variación en *La Composición del hato en los sistemas de producción campesino y del sistema industrial ceteris paribus* los Rendimientos físicos y los precios de las leches producidas en cada sistema de producción en el sector productor de leche del estado de Tamaulipas, México.

VBP de 2013	Sistema de producción	2013
A) VBP con el Efecto de la composición entre los sistemas de producción de 2005 (millones de US\$)	Bovino doble propósito	\$ 19.155
	Bovino Familiar	\$ 0.053
	A1) bovinos del sistema "campesino"	\$ 19.208
	Bovino Especializado	\$ -
	Bovino semiespecializado	\$ -
	A2) bovino del sistema industrial	\$ -
	A) Suma de ambos sistemas agregados	\$ 19.208
B) VBP realmente acontecido en 2013 (millones de US\$)	Bovino doble propósito	\$ 10.856
	Bovino Familiar	\$ 0.047
	B1) bovinos del sistema "campesino"	\$ 10.903
		\$ -
	Bovino Especializado	\$ -
	Bovino semiespecializado	\$ 0.016
	B2) bovino del sistema industrial	\$ 0.016
B) Suma de ambos sistemas agregados	\$ 10.920	
Efecto Composición	en el VBP lechero del sector bovino del sistema campesino = B1/A1	0.568
	en el VBP lechero del sector bovino del sistema industrial = B2/A2	
	en el VBP lechero del sector bovino en Chihuahua = B/A	0.568

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior sugiere que las Políticas Económicas Gubernamentales (PEG) encaminadas a fomentar la producción de leche en el estado, tuvieron el efecto de desalentar la producción a escala industrial de leche a la vez que fomentaron la producción de leche en pequeña escala, propio de la economía campesina, y ello, trajo el efecto de disminuir 46.2% el VBP, manteniendo constantes la productividad física y los precios.

Así, el índice del Cuadro 1, 0.568, es el resultado de:

$$EC = \frac{VBP_{real\ de\ 2013}}{VBP_{EC}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{i2013} R_{i2013} P_{i2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i2005} R_{i2013} P_{i2013}} = \frac{USD\ 10.920}{USD\ 19.208} = 0.568$$

Deber recordarse que el subíndice “i” es el correspondiente í-esimo sistema productivo de leche. Contrario a lo sucedido en Tamaulipas, en el estado de Chihuahua, también entre 2005 y 2013, donde la recomposición del hato se caracterizó por el desplazamiento del sistema campesino productor de leche por parte del sistema industrial, y similar a Chihuahua en el estado de Jalisco, México, entre 2005 y 2013, de acuerdo con Rios *et al* (2014 c) hubo también un desplazamiento de la actividad campesina productora de leche por parte de la producción industrial, pero a diferencia de Chihuahua, en la que la recomposición del hato elevó el VBP, en Jalisco el VBP lácteo estatal se redujo 16%, ya que ese año el VBP ascendió en forma histórica a \$10,934.2 millones de pesos (constante de 2013), pero ese año, de haberse tenido la misma composición del hato que existía en 2005 entre los diferentes cuatro sistemas de producción (Familiar, Doble propósito, Semi-especializado y Especializado), el VBP habría sido del orden de \$13,031.3 millones. También para el período 2005-2013, pero en el estado de Sonora, México, Rios *et al* (2014 d) determinaron que la recomposición del hato bovino productor de leche se caracterizó por el desplazamiento del sistema industrial por parte del sistema campesino productor de leche (contrario a lo sucedido en La Laguna, en Jalisco y en Chihuahua), y ello repercutió en disminuir el VBP en un 37.4%, ya que el VBP histórico realmente alcanzado en 2013 fue del orden de US\$ \$41.41 millones, pero, de haberse tenido ese mismo año la misma proporción entre los sistemas campesino e industrial existente en 2005, el VBP habría sido igual a US\$ \$66.2 millones.

Los rendimientos físicos, medidos en kg de leche bovino⁻¹ año⁻¹, según se analizó ya, se caracterizaron por ser crecientes en la producción campesina de manera general (aunque decrecientes en el sistema familiar y crecientes en el sistema de doble propósito) y decrecientes en el sistema industrial. Lo anterior implica inmediatamente la pregunta: ¿Qué efecto tuvo ese comportamiento de la productividad física del hato a nivel macroeconómico, en la generación de riqueza, medida por el VBP lácteo estatal?, la respuesta la brinda el Cuadro 2, esa fuente que indica que el VBP lácteo estatal real que en 2013 se tuvo, como ya se mencionó, ascendió a US\$ 10.920 millones, mientras que el VBP de 2013 con el efecto de los rendimientos físicos fue de US\$ 6.629 millones, lo que implica un índice del efecto rendimientos físicos “ER” igual a 1.65, el índice proviene del cociente siguiente:

$$ER = \frac{VBP_{real\ de\ 2013}}{VBP_{ER}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{i2013} R_{i2013} P_{i2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i2013} R_{i2005} P_{i2013}} = \frac{USD\ 10.920}{USD\ 6.629} = 1.65$$

Pero ¿Qué indica el 1.65?, indica que debido exclusivamente a la evolución de los rendimientos físicos arriba señalados, en 2013 el VBP fue 65% superior al que podría haberse logrado ese año de 2013 si se hubiesen tenido los mismos rendimientos físicos existentes en 2005, manteniendo constantes el efecto de la variación en la composición del hato (es decir de la proporción existente entre el número de bovinos de cada sistema de producción) y el efecto de la variación en los precios de las leches producidas en cada uno de los sistemas de producción.

Por otra parte, a nivel microeconómico se determinó que el efecto fue relativamente similar, ya que el RAM o ingreso monetario anual producido por bovino, se incrementó 62%, ya que si en 2013 se hubiesen tenido los mismos rendimientos físicos de los bovinos lecheros existente en 2005, cada vaca lechera habría producido un ingreso anual de US\$ 408, no obstante, la variación ya señalada en los rendimientos físicos hizo que ese año, 2013, el RAM se elevase hasta los US\$ 660 (Cuadro 2).

Lo anterior sugiere dos cosas, por un lado, que las instituciones destinadas al fomento de la productividad ganadera, como INIFAP y las universidades e institutos dedicados a la investigación en la ganadería lechera, cumplieron con su labor, al elevar la productividad física *por si sola* (es decir, sin considerar el efecto de los precios y la composición) tuvieron el impacto de incrementar tanto el VBP (65%) como el RAM (62%).

Cuadro 2: Efecto en el VBP y el RMA de 2013 de la variación en *Los Rendimientos físicos anuales (kg leche bovino año) en los sistemas de producción campesino e industrial ceteris paribus* la composición y los precios de la leche en el sector productor de leche del estado de Tamaulipas, México. VBP = Valor Bruto de la Producción. RMA = Rendimiento o Ingreso Monetario Anual producido por bovino.

Sistema de producción	Tipo de VBP	Tipo de RMA
	Realmente acontecido	
	Millones US\$	US\$
Bovino doble propósito	\$ 10.856	\$ 677
Bovino Familiar	\$ 0.047	\$ 100
bovinos del sistema "campesino"	\$ 10.903	\$ 661
Bovino Especializado	\$ -	\$ -
Bovino semiespecializado	\$ 0.016	\$ 443
bovino del sistema industrial	\$ 0.016	\$ 443
Suma de ambos sistemas agregados	\$ 10.920	\$ 660
	Con el Efecto Rendimientos físicos	
	Millones US\$	US\$
Bovino doble propósito	\$ 6.580	\$ 410
Bovino Familiar	\$ 0.050	\$ 105
bovinos del sistema "campesino"	\$ 6.629	\$ 405
Bovino Especializado	\$ -	\$ -
Bovino semiespecializado	\$ -	\$ -
bovino del sistema industrial	\$ -	\$ 637
VBP ambos sistemas agregados	\$ 6.629	
RMA promedio		\$ 408
Efecto Rendimientos físicos en:		
El sistema campesino	1.64	1.63
El sistema Industrial		0.70
En general, ambos sistemas	1.65	1.620

Fuente: Elaboración propia, con base en cuadros 1 y 2

Similar a lo determinado en este estudio para el estado de Tamaulipas, en el que el efecto de los rendimientos físicos incrementó 65% el VBP lechero estatal, Rios *et al* (2014a) para el sector lechero de la Comarca lagunera, analizando el período 2002-2012, determinaron que los rendimientos físicos, *ceteris paribus* la composición y los precios de la leche, elevaron el VBP en un 10%, de \$10,912.7 a \$11,977.3 millones, similar efecto positivo en el VBP tuvieron los rendimientos físicos en el estado de Jalisco de acuerdo con Rios *et al* (2015; 2014 c), quienes determinaron que el VBP lechero estatal se incrementó 43%, ya que en 2013 el VBP histórico ascendió a US\$ 711.6 millones (equivalente a \$10,934.2 millones de pesos constantes de 2013), pero, si ese año se hubieran tenido los mismos rendimientos físicos existentes en 2005, el VBP habría ascendido a solamente equivalentes a US\$ 497.3 millones (equivalente a \$7,640.4

millones de pesos constantes de 2013). Para el norteño estado de Sonora, México, Rios *et al* (2014 d) encontró para el sector lácteo estatal, que los rendimientos físicos tuvieron el efecto de incrementar 15.3% el VBP, de US\$ \$35.93 millones que en 2013 se habrían alcanzado si ese año se hubiesen tenido los mismos rendimientos físicos existente en 2005 a un VBP histórico realmente alcanzado de US\$ \$41.41 millones.

A nivel macroeconómico, es decir a nivel del VBP lácteo estatal, el Cuadro 3 señala que los precios de las leches producidas en cada sistema productivo tuvieron un efecto favorable, aunque menos notorio que el de los rendimientos físicos, pues manteniendo constantes los efectos de la composición y los rendimientos físicos, los precios por si solos elevaron el VBP lácteo estatal en un 8.6% (el número índice fue igual a 1.086), que en términos monetarios implicó que en 2013 el VBP pudo haber sido igual a US\$ 10.054 millones si ese año se hubieran tenido los mismos precios de las leches existentes en 2005, pero, el VBP que realmente se alcanzó ascendió, como ya se mencionó, a US\$ 10.920 millones.

Matemáticamente, el 8.2% de alza en el VBP debido al efecto de los precios, proviene del cociente siguiente:

$$EP = \frac{VBP_{real\ de\ 2013}}{VBP_{EP}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{i2013} R_{i2013} P_{i2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i2013} R_{i2013} P_{i2005}} = \frac{USD\ 10.920}{USD\ 10.054} = 1.086$$

Por tanto, al replantearse la pregunta efectuada al inicio de este capítulo, acerca de cuáles fueron los factores que orillaron al alza del 23.6% del VBP lácteo estatal en Tamaulipas, la respuesta implica a las tres macrovariables de las que depende el VBP: Ese incremento se debió a un efecto combinado, por un lado, desfavorable por parte de la composición del hato (que por sí sola disminuyó el VBP en un 43.2%, pues el indicador fue igual a 0.568), pero favorable debido a los rendimientos físicos (que por sí solos elevaron el VBP en un 65%) y asimismo, favorable por el efecto de los precios (que por sí solos elevaron el VBP en un 8.6%),

Mientras que a nivel microeconómico, esto es, a nivel del ingreso generado por la vaca lechera promedio en el estado, los precios tuvieron el favorable efecto de elevarle de US\$ 610 al año, hasta US\$ 660 que realmente produjo esa vaca promedio en 2013. Matemáticamente, el índice del efecto precios está dado por:

$$RMA_{EP} = \frac{RMA_{real\ de\ 2013}}{RMA_{EP}} = \frac{R_{2013} P_{2013}}{R_{2005} P_{2013}} = \frac{USD\ 660}{USD\ \$610} = 1.082$$

La evolución en los precios de las leches producidas en cada sistema de producción, entre 2005 y 2013, trajo consigo el benigno efecto de incrementar el RMA en un 8.2% (el indicador del Cuadro 3 fue 1.082) manteniendo constantes los efectos de la composición y los rendimientos físicos, por otra parte, el Cuadro 2 señala que el RMA por bovino se elevó 75.2%, al ir de US\$ 377 (equivalente a \$6,263 pesos constantes de 2013) en 2005 a US\$ 660 (equivalente a \$10,976 pesos constantes de 2013) en 2013, lo que inmediatamente plantea la pregunta ¿Qué fue lo que hizo que el RMA creciese precisamente en ese porcentaje y no en otro?, la respuesta la proporcionan precisamente los índices de los efectos de los rendimientos físicos y los precios, ya que al multiplicarlos entre sí, se obtiene el 75.2% en que varió entre 2005 y 2013 el RMA: 1.620X1.082=1.752, lo que a su vez sugiere que el productor vio elevarse sus ingresos

monetarios por vaca como un efecto combinado de la mejora en la productividad física como la mejora en los precios de la leche, aunque, proporcionalmente, el alza se debió en mayor medida a la productividad física y en mucha menor medida a los precios.

Lo encontrado para Tamaulipas en cuanto al efecto de los precios, fue lo contrario a lo encontrado para la ganadería lechera de La laguna, ya que Rios *et al* (2014 a) determinaron que ahí el VBP real, de \$11,977.3 millones de pesos en 2012, fue menor en un 2% al que podría haberse alcanzado ese año, \$12,170.3 millones si ese año se hubieran tenido los mismos precios de la leche existentes en 2002. Similar al efecto de Tamaulipas, en Jalisco, de acuerdo con Rios *et al* (2014 c), también los precios de las leches tuvieron entre 2005 y 2013, el efecto de incrementar el VBP (y contrario a la Laguna, donde el VBP cayó debido a los precios de la leche), en Jalisco el VBP lácteo histórico real en 2013, igual a \$10,934.2 millones (de pesos constantes de 2013 o su equivalente en millones de US\$, \$711.6) fue 9% superior al que ese año se habría tenido si se hubiera contado con la misma estructura de precios existente en 2005. Contrario a lo sucedido en Tamaulipas, en el VBP lácteo de Sonora en el mismo período 2005-2013, Rios *et al* (2014 d) determinaron que éste disminuyó 2.5% por efecto exclusivamente de los precios de las leches producidas en los sistemas Familiar, de Doble Propósito, Especializado y Semi-especializado, al hacer que el histórico fuese de solamente US\$ \$41.41 millones, mientras que ese año de 2013 podría haber sido igual a US\$ \$42.02 millones de no haber sido decrecientes los precios de las leches producidas en cada uno de los cuatro sistemas productivos.

En Tamaulipas el efecto de los precios en el VBP, que fue un efecto favorable, fue diferente a lo sucedido a nivel de toda la ganadería (carne, leche y huevo) en La Laguna, donde los precios de los productos ganaderos, carne, leche y huevo, en La Comarca Lagunera, de acuerdo con Rios *et al* (2014 b) tuvieron un efecto realmente desfavorable a nivel de toda la ganadería regional entre 2002 y 2012, ya que ese año, el VBP realmente alcanzado ascendió a \$24,705.5 millones, pero si en 2012 se hubieran tenido los mismos precios en los productos ganaderos que había en 2002, el VBP habría sido equivalente a \$40,127.5, ubicando así al efecto precios en un índice igual a 0.62.

LITERATURA CITADA

Álvarez y Cárcamo. 2012. Contexto Internacional Inestable y Dinámica Distorsiona del Sistema de Lácteos en México. Conferencia Magistral. Memoria. 13er Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. 18 y 19 de Octubre del 2012. Puebla, Puebla. 15-23pp.

Astori D. 1984. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5ª edición. Siglo veintiuno editores. México.

Rios F. J. Luis, Torres M. Marco A., Cantú B. J. Enrique, Ruiz T. José, Castro F. Rafael. (2014 c). Economic growth of the cattle subsector dairy in the state of Jalisco, Mexico. En: Memorias del XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal y XL Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal, SOCHIPA. A. G., 9-13 noviembre, Puerto Varas, Chile. P. 668

Rios F., J. L., Miriam Torres M., J. E. Cantú B., J. Ruiz T., Cayetano Navarrete M., Marco A. Torres M. 2015. Artículo: Sistemas de producción Bovino Lechero y su crecimiento económico

en el estado de Sonora. En: Memorias del VI Congreso Internacional de Manejo de Pastizales, Durango, Durango, México. Septiembre de 2015. Pag. 285.

Ríos Flores José Luis, Miriam Torres Moreno, Jesús Enrique Cantú Brito, José Ruiz Torres, Cayetano Navarrete Molina y Marco Antonio Torres Moreno. (2014 d). Artículo: Sistemas de producción bovino lechero y su crecimiento económico en el estado de Sonora. En: Memorias del VI Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Durango, México. 23-25 de septiembre, 2014. p. 286.

Ríos-Flores Luís, Torres-Moreno Miriam, Ruiz-Torres José, Navarrete-Molina Cayetano, Torres-Moreno Antonio, Cantú-Brito Enrique. 2015. Economic growth of dairy cattle production systems in Jalisco, México 2005-2013. *Abanico Veterinario* 5(3): 20-35.

Producción y calidad de tres líneas de chile seco tipo mirasol en Huanusco, Zacatecas.

Reveles-Hernández, Manuel^{1*}; Velásquez-Valle, Rodolfo¹; Trejo-Calzada Ricardo²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Zacatecas. Km 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Código Postal 98500, Calera, Zac., México. Tel 01 800 088 22 22 Extensión 82310.

²Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Durango, México

*Autor de correspondencia: reveles.manuel@inifap.gob.mx;

RESUMEN

El cultivo de chile es importante en el estado de Zacatecas, tanto por la derrama económica, como por la mano de obra que genera y por el volumen de las exportaciones. Las investigaciones destinadas al mejoramiento genético de las plantas y específicamente del chile han tomado en cuenta una serie de factores o características de las plantas para generar nuevas variedades o híbridos que se adapten a las regiones productoras de la hortaliza. El objetivo del presente experimento fue de evaluar la productividad y calidad de tres genotipos de chile tipo mirasol en Huanusco, Zacatecas. Se evaluaron tres genotipos denominados: Mirasol INIFAP Zacatecas, Mirasol Dos venas y Mirasol Tres venas, los cuales se establecieron en un diseño experimental de bloque al azar con cuatro repeticiones. Se determinó el peso total de frutos secos por genotipo, así como los frutos de primera, segunda y tercera clase o categoría; los resultados obtenidos han servido para diferenciar genotipos por su variabilidad en cuanto a la productividad y calidad de frutos, se notó la superioridad del genotipo denominado Mirasol dos venas por lo que se sugiere su uso en la región del Cañón de Juchipila, Zacatecas como una alternativa de producción de hortalizas en siembras tardías.

Palabras clave: fertirriego, genotipos, *Capsicum*, clases, rendimiento.

ABSTRACT

Chili cultivation is important in the state of Zacatecas, both the economic income, as labor that generates and the volume of exports. Research aimed at breeding of plants, and chili specifically, taken into account a number of factors or characteristics of plants to create new varieties or hybrids that are adapted to this vegetable producing regions. The objective of this experiment was to evaluate the productivity and quality of three genotypes of mirasol chili type in Huanusco, Zacatecas. Three Mirasol chili genotypes were evaluated: Mirasol INIFAP Zacatecas, Mirasol Three veins and Mirasol Two veins, which were established in an experimental randomized block design with four replications; the total weight of fruits per genotype, and the fruits of first, second and third class or category was determined; the results have served to differentiate genotypes for their variability in productivity and fruit quality, the superiority of genotype called Mirasol two veins so it is suggested to use in the region Juchipila Canyon, Zacatecas.

Key words: fertigation, genotypes, *Capsicum*, classes, performance

INTRODUCCIÓN

Capsicum annuum es la especie de mayor importancia comercial y cultural del genero *Capsicum* en México en donde además de su uso en la cocina ha jugado un papel como objeto ritual, medicinal y hasta como arma defensiva; vestigios arqueológicos evidencian la domesticación del chile durante el periodo comprendido entre el año 7000 a 5000 a.C.; evidencias encontradas demuestran que se encontraba distribuido prácticamente en todo México desde antes de la llegada de los españoles (Long-Solis, 1986; Long, 2010), posteriormente se ha distribuido prácticamente en todo el mundo para formar parte de la gastronomía mundial (Katz, 2009).

Por su superficie cultivada, la cantidad de mano de obra usada, el valor de la producción y los volúmenes de exportación, el chile está considerado como una de las principales hortalizas cultivadas en México (Laborde y Rendon-Poblete, 1989).

Dentro de la categoría de chiles secos el de mayor importancia por su volumen producido en México es el chile ancho, seguido del guajillo o mirasol y del pasilla, los cuales aportan más del 82% de los chiles secos producidos en el país, mientras que los otros tipos de chile seco aportan cantidades menores al volumen nacional producido (Zegbe *et al.*, 2012). Zacatecas está considerado como el mayor productor de chile seco, principalmente de tipo mirasol (también conocido como guajillo) y ancho, debido a que este estado produce más del 50% de la producción nacional de chile para secado (Reyes *et al.*, 2001).

La producción de chile seco en Zacatecas está fuertemente influenciada por el grado de tecnificación del cultivo, se considera que los productores zacatecanos de chile para secado se encuentran en un nivel de tecnificación intermedio (Serna *et al.*, 2010), circunstancia que está ligada al uso de diversos componentes tecnológicos dentro de los que destaca el uso de variedades mejoradas (Revels-Hernández *et al.*, 2014); al revisar la disponibilidad de variedades mejoradas de chile tipo mirasol recomendadas para el estado de Zacatecas se puede constatar la escasez de genotipo de chile mirasol.

Las investigaciones destinadas al mejoramiento genético de las plantas y específicamente del chile han tomado en cuenta una serie de factores o características de las plantas para generar

nuevas variedades o híbridos que se adapten a las regiones productoras de la hortaliza (Bijalwan y Madhvi, 2013), una de ellas es sin duda la productividad y la calidad de los frutos obtenidos.

El objetivo del presente experimento fue de evaluar la productividad y calidad de tres genotipos de chile tipo mirasol en Huanusco, Zacatecas.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en el Sitio Experimental Los Cañones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en el municipio de Huanusco en el estado mexicano de Zacatecas, cuyas coordenadas son: 21° 44' 39.76" de latitud norte; 102° 58' 03.57" de longitud oeste y a una altura sobre el nivel del mar de 18800m.

Se evaluaron tres genotipos denominados: Mirasol INIFAP Zacatecas, Mirasol Dos venas y Mirasol Tres venas, los cuales se establecieron en un diseño experimental de bloque al azar con cuatro repeticiones en donde la unidad experimental constó de tres surcos 0.80m de ancho y 4.00m de longitud.

Previo al establecimiento se trazaron los surcos y se colocó cintilla de flujo medio con goteros a una distancia de 25cm entre ellos, colocando una hilera de plantas y una cintilla de riego por surco, en donde después de regar a capacidad de campo se trasplantaron a una distancia de 25cm entre ellas, la plántula provenía de en invernadero con una edad de 45 días y obtenida en charolas de 200 cavidades, el trasplante se realizó el día 9 de julio de 2015.

Los frutos se dejaron en la planta hasta que se deshidrataron por efecto del sol y se colectaron y clasificaron de acuerdo con las exigencias de los comercializadores en primera, segunda y tercera clase o categoría. Después de la clasificación se realizó el conteo de los frutos de cada categoría y se pesaron.

Con los datos obtenidos se realizaron análisis estadísticos consistentes en un análisis de varianza y comparación de medias usando el paquete denominado Programas estadísticos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Versión 1.4 (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para la producción de chile seco entre variedades mostró diferencias estadísticamente significativas ($\alpha=0.05$) entre tratamientos; en el cuadro 1 aparecen las comparaciones de medias para la producción total de chile seco por unidad experimental en donde se nota la superioridad del genotipo denominado Mirasol dos venas que a pesar de superar en cerca de 25% la producción a mirasol tres venas, resultaron estadísticamente iguales, sin embargo, su productividad resultó estadísticamente superior a Mirasol INIFAP Zacatecas.

Cuadro 1. Comparación de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para la producción total de frutos secos entre genotipos de chile tipo mirasol en Huanusco, Zacatecas.

Genotipo	Producción de chile seco por unidad experimental (kg)
Mirasol 2 venas	1.275 a
Mirasol 3 venas	1.072 ab
Mirasol INIFAP Zacatecas	0.359 b

El análisis de varianza para el número de frutos de primera calidad resultó estadísticamente igual entre los genotipos evaluados; sin embargo, para el promedio de frutos para el genotipo Mirasol dos venas resultó superior (21 frutos) a Mirasol tres venas y Mirasol INIFAP Zacatecas, los cuales contabilizaron 16 y 5 frutos de esta categoría respectivamente.

El análisis de varianza para el número de frutos de segunda categoría hace notar que existen diferencias estadísticamente significativas ($\alpha=0.05$) entre tratamientos (genotipos), esta situación se repite para el Análisis de varianza del número de frutos de tercera categoría. En el cuadro 2 aparecen las comparaciones de medias para el número de frutos de segunda y tercer categoría en donde es notoria la superioridad del genotipo Mirasol 2 venas en ambas categorías, aunque es estadísticamente igual al genotipo Mirasol 3 venas.

Cuadro 2. Comparación de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para el número de fruto por unidad experimental de las categorías segunda y tercera.

Genotipo	Frutos de segunda	Frutos de tercera
Mirasol 2 venas	58.250 a	184.500 a
Mirasol 3 venas	41.000 ab	163.300 a
Mirasol INIFAP Zacatecas	12.500 b	56.750 b
Tukey	40.112	103.638

El número total de frutos por unidad experimental fue mayor para la variedad mirasol dos venas, variable que está relacionada con el rendimiento total de chile seco por unidad experimental, lo cual significa que el número de frutos está influenciando directamente sobre la productividad de los genotipos evaluados.

Los resultados obtenidos han servido para diferenciar genotipos por su variabilidad en cuanto a la productividad y calidad de frutos como lo afirman en sus investigaciones Bijalwan y Madhvi (2013), por lo anterior se sugiere que estas variables son de utilidad al caracterizar y evaluar el comportamiento de nuevos genotipos de chile.

CONCLUSIONES

El genotipo denominado Mirasol dos venas resultó el más productivo de los tres evaluados, por lo que se sugiere su uso en la región del Cañón de Juchipila, Zacatecas.

Las variables evaluadas fueron de utilidad para diferenciar la productividad y calidad de los genotipos evaluados.

LITERATURA CITADA

Bijalwan P. y Madhvi, N. 2013. Genetic Variability, Heritability and Genetic Advance of Growth and Yield Components of Chilli (*Capsicum annum* L.) Genotypes. International Journal of Science and Research. 5:1305-1307

Katz, E. 2009. Chili pepper, from Mexico to Europe: food, imaginary and cultural identity. In: Medina F.X., Avila R., De Garine I. (eds.) Food, imaginaries and cultural frontiers: essays in honour of Helen Macbeth. Universidad de Guadalajara, México. En: <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010052105>, consultada en línea el 1 de septiembre de 2016.

Laborde, J.A. y Rendón-Poblete, E. 1989. Tomatoes and peppers in Mexico: Commercial production and research challenges. Tomato and pepper production in the tropics. Proceedings of the International Symposium on Integrated Management Practices. Asian Vegetable Research and Development Center, Tainan, Taiwan, 21-26 March, 521-534 pp.

Long, T. J. 2010. Los senderos prehispánicos del capsicum. Caminos y mercados de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 79-106 pp.

Long-Solis, J. 1986. Capsicum Cultura, La Historia del Chilli. Fondo de Cultura Económica. México, 181 p.

Olivares S., E. 2013. Programas estadísticos. Versión 1.4. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Reveles-Hernández M.; Velásquez-Valle R.; Cid-Ríos J. Á. 2014. El chile en el norte centro de México. En: Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., Mauricio-Castillo, J.A., Mena-Covarrubias, J., Amador-Ramírez, M.D., Salas-Muñoz, S., Reveles-Hernández, M., Creamer, R., Chew-Madinaveitia, Y.I., Chapa-Oliver, A.M., Mejía-Teniente, L., González-Chavira, M.M. y Cid-Ríos, J.A. 2014. Virus y fitoplasmas de chile: una perspectiva regional. Libro técnico No. 10. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 279 p.

Reyes, R. E.; Salinas, G. H.; Bravo L.A.G. y Padilla, B.L.E. 2001. Tecnología de producción de chile seco en el estado de Zacatecas, México. Terra Latinoamericana, 19:83-88

Serna P. A.; Zegbe D., J. A.; Mena C. J. 2010. Riego deficitario en la producción de chile mirasol para secado en Zacatecas, México. Memoria Séptima Convención Mundial del Chile. P 158-168.

Zegbe, D. J. A.; Mena, C. J.; Valdez, C. R. D.; Amador, R. M. D. y Esparza, F. G. 2012. Importancia, diversidad genética y situación actual del chile en México. In: Zegbe D. J. A.; Valdez C., R. D. y Lara H. A. (Eds) Cultivo del chile en México. Tendencias de la producción y problemas fitosanitarios actuales. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zac., México. 182 p.

Evaluación de rastrojo e hidrogel como retenedores de humedad edáfica y su impacto en el crecimiento y desarrollo de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula* [Michx.] Torr.) y pasto rhodes (*Chloris gayana* Kunth) en San Luis del Cordero, Dgo.

Yáñez Chávez, Luis Gerardo^{1*}, Pedroza Sandoval, Aurelio,² Martínez Salvador, Martín³, Sánchez Cohen, Ignacio⁴, Echavarría Cháirez, Francisco Guadaupe⁵, Velasquez Valle, Miguel Agustín⁴ y López Santos, Armando²

*Autor de correspondencia: yachgl@chapingo.uruza.edu.mx

¹Estudiante de Doctorado en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carretera Torreón-Chihuahua. CP 35230 Bermejillo, Dgo. ²Profesor-Investigador de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, UACH. ³Centro Experimental “La Ventana” del CIRNOC-INIFAP, Chihuahua, Chih., ⁴Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera del INIFAP, Gómez Palacio, Dgo. ⁵Centro Experimental de Calera del CIRNOC-INIFAP, Calera, Zac.

INTRODUCCIÓN

En México la ganadería extensiva se realiza principalmente en el centro y norte del país, donde el ecosistema árido y semiárido es extremadamente frágil. Estudios actuales mencionan que el 95% de los pastizales naturales y el 70% de los matorrales de México están sobrepastoreados (Velázquez *et al.*, 2015). Esta problemática ocasiona la degradación paulatina y continua de los ecosistemas del pastizal. Por ello, el manejo inadecuado de las áreas de pastoreo, propicia su degradación física, lo cual las hace más vulnerables a retrasos en la temporada de lluvia y a precipitaciones menores a las esperadas, generándose un problema para los habitantes de las comunidades a causa de la disminución de la capacidad productiva de sus tierras. Para minimizar los efectos de las sequías de las zonas áridas y semiáridas, se debe considerar prácticas que permitan amortiguar los efectos de años secos y su impacto en la economía de las comunidades de estas regiones (Velázquez *et al.*, 2012). El establecimiento de pastizales en suelos con degradación física en zonas áridas, implica la posibilidad de obtener alimento para el ganado y a la vez mejorar la condición del terreno. Igualmente, para la rehabilitación de estas zonas, es importante considerar especies de pastos tolerantes a las condiciones imperantes. La integración del uso de retenedores de la humedad y rastrojos o residuos de cosecha, pueden significar una alternativa de impacto económico-social en regiones áridas y semiáridas (Cruz *et al.*, 2016). De esta manera, el objetivo del presente estudio fue evaluar diferentes prácticas de retención de humedad edáfica en el establecimiento y desarrollo de pasto en áreas de reconversión productiva de San Luis del Cordero, Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el municipio de San Luis del Cordero del estado de Durango. Se usó un diseño de bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. Las parcelas grandes correspondieron a las dosis de rastrojo (0 y 10 ton ha⁻¹), las parcelas medianas a las dosis de hidrogel (0, 10 y 20 kg ha⁻¹) y las parcelas chicas las dos especies de pastos, nativo (*Bouteloua curtipendula*) e introducido (*Chloris gayana*). Cada unidad experimental constó de 10 surcos de 0.75 m de ancho y 4.75 m de longitud. Como método de siembra se utilizó el trasplante, efectuado en septiembre del 2015. Previó a la plantación, se recurrió al riego superficial por inundación, precedente a una avenida ocurrida el 11 de septiembre, donde se registró una precipitación de 27.8 mm según información de la estación climática San Luis del

Cordero del Servicio Meteorológico Nacional. Se evaluó el contenido de humedad edáfica (%), sobrevivencia (%), índice y velocidad de germinación (no. de semillas día⁻¹), altura de planta (cm), número de macollos, vigor y sanidad (escala valorativa 0-5), índice de clorofila (ICC), peso de fitomasa aérea y radicular (gr) y daño por frío (escala valorativa 0 a 10). Éstas variables se cuantificaron de septiembre del 2015 a febrero del 2016. Un análisis de varianza y prueba de medias de Tukey fue realizado para identificar el efecto de tratamiento mediante el Programa SAS Versión 9.3 (SAS Institute, 1976).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de establecimiento fue igual o superior al 72% sin importar especie o tratamiento. Tanto el pasto banderita como el rhodes tuvieron una supervivencia alta, seis semanas después del trasplante en noviembre 2015. El índice de germinación fue superior ($P \leq 0.01$) en *Bouteloua curtipendula* con valores de 6.09; *Chloris gayana* obtuvo 4.91. La velocidad de germinación fue sobresaliente en el pasto banderita en cada fecha de evaluación. La aplicación de rastrojo favoreció el crecimiento y productividad de los pastos, al incrementar en promedio 21.7% el contenido de humedad del suelo en relación con el testigo, con el consecuente incremento en la producción de biomasa aérea y radicular, con respecto al testigo. Lo anterior se asoció a plantas con alturas superiores, vigorosas, con mayor número de macollos y contenido de clorofila. Las dosis de hidrogel solo influyeron en la mejora de porcentaje de establecimiento y primera fecha de evaluación del contenido de humedad edáfica, no así en el crecimiento y desarrollo de los pastos.

CONCLUSIONES

El método del trasplante en pastos, representó una técnica efectiva para incrementar el porcentaje de establecimiento y sobrevivencia. El pasto nativo tiene mejores ventajas, con respecto a la variedad introducida en fases fenológicas iniciales y efecto de daño por frío, mediante una mayor capacidad germinativa, mayor velocidad de germinación y más tolerancia a bajas temperaturas; sin embargo, en etapas fenológicas posteriores de desarrollo, prefloración, floración y madurez, el pasto introducido fue notablemente superior. La información obtenida puede ser convenida en la selección de especies con potencial y las prácticas de retención de humedad edáfica, para utilizarse en programas de rehabilitación de pastizales degradados en zonas áridas.

LITERATURA CITADA

Cruz M., A.; Pedroza S., A.; Trejo C., R.; Sánchez C, I; Samaniego G., J.A. y Hernández S., J. R. (2016). Captación de agua de lluvia y retención de humedad edáfica en el establecimiento de buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 7(2), 159-172.

SAS Institute (1976) Statistical Analysis System. The SAS System for Windows Version 9.3. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.

Velásquez V., M. A.; Alba Á., A.; Gutiérrez L., R. y García E., G. (2012). Prácticas de restauración de suelos para la conservación del agua. Folleto Técnico No. 46. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRNOC. Zacatecas. Méx.

Velázquez M., M; Hernández G., F.J.; Cervantes B., J.F. y Gámez V., H.G. 2015. Establecimiento de pastos nativos e introducidos en zonas áridas de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIR-Noreste, San Luis Potosí, SLP. Méx.

Composición bromatológica de la merma del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) pinto Saltillo.

Maldonado Cabrera Aurelio¹, Castañón Camarena Hiram¹, Chávez Rivero José Antonio^{2*}, Gutiérrez Alonso Perla Marisela¹, Vásquez Arroyo Jesús¹

¹Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ciencias Químicas

²Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas

*Autor de correspondencia: job77@chapingo.urruza.edu.mx

RESUMEN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) representa uno de los alimentos de mayor importancia en el mundo. Además es una gran fuente de proteína, carbohidratos, algunas vitaminas y minerales. La producción mundial de frijol alcanzó la cifra promedio anual de 23,06 millones de toneladas en 2011. Varios factores e insumos intervienen en la producción de este cultivo, siendo la semilla el más importante, al ser la base del proceso de producción. Sin embargo, su calidad física y consecuentemente la calidad fisiológica es afectada, durante el manejo postcosecha, que se inicia desde el momento de la cosecha y continúa con la trilla, transporte, acondicionamiento, almacenamiento y siembra, ya que las semillas de frijol son particularmente susceptibles al daño físico. Un estándar de calidad del frijol es el tamaño, por lo cual se realizan pruebas de tamizado donde el frijol que no supera la prueba (la merma) es desechado o, en pocos casos, se usa como alimento para animales. El objetivo de esta investigación es comprobar que el frijol mermado es completamente apto para el consumo humano.

Palabras clave: Calidad, manejo postcosecha, merma, tamizado

Aislamiento e identificación de Enterobacterias y *Brucella* spp de productos lácteos elaborados en La Comarca Lagunera de Durango y Coahuila.

Ortega-Sánchez José Luis^{*1}; Martínez –Romero Aurora²; Cervantes Flores-Maribel⁴; Bejarano-Castro María Guadalupe²; Gallardo-Bugarín Mitzi Guadalupe²; Hernández-González Sandrasabel²; Alba-Romero José De Jesús^{2,3}

¹Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. ²División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Ciencias Químicas Unidad Gómez Palacio, UJED. ³Laboratorio de Asesores Especializados de la Laguna, Gómez Palacio, Durango. ⁴Laboratorio de Biología Molecular y Celular, Facultad de Ciencias Químicas Unidad Durango, UJED. * Autor de Correspondencia: joeortega11@hotmail.com

RESUMEN

La brucelosis es considerada una zoonosis, en el humano es la expresión accidental de la enfermedad infecciosa en los animales, causada por especies del género *Brucella*. El propósito de

esta investigación fue aislar e identificar enterobacterias y *Brucella* spp de productos lácteos elaborados en la Comarca Lagunera de Durango y Coahuila. Se realizaron muestreos de los hatos denominadas A, B, C, de Banco Nacional de Tlahualilo Durango, en donde se analizaron 300 muestras de productos lácteos. Se realizaron las pruebas bioquímicas TSI, Citrato de Simmons, LIA, MIO, SIM y Urea así como la prueba inmunológica con suero polivalente anti-*Brucella*. Se procedió a la confirmación del microorganismo identificado mediante las pruebas fenotípicas realizadas en el sistema automatizado MicroScan autoSCAN-4 Siemens®. Se aisló el género *Brucella* en el 12% de las muestras analizadas de productos lácteos destinados al consumo humano, en 102 (34%) no se pudo determinar la presencia de *Brucella* debido a la alta concentración de flora contaminante, en el 54% (162 muestras) los principales agentes etiológicos aislados fueron: *Klebsiella*, *Proteus* y *Escherichia*. La procedencia del producto lácteo fue de Zacatecas y Durango (Santa Clara y Cuencamé), Tlahualilo, Durango, específicamente del Municipio de Banco Nacional. Dado que además de aislar *Brucella* en las muestras de productos lácteos también se aislaron enterobacterias se hace imprescindible tomar medidas en el manejo higiénico de los alimentos. La implementación de las Estrategias de Saneamiento Básico, permitirá aplicar las acciones que permitan prevenir y controlar los riesgos presentes en la producción de los productos lácteos que se comercializan en la Comarca Lagunera.

Palabras clave: Productos lácteos, prevención, brucelosis, enterobacterias.

ABSTRACT

Brucellosis is considering a zoonosis; in humans is an accidental expression of infectious disease in animals caused by species of *Brucella* genus. The purpose of this research was to isolate and identify *Enterobacteriaceae* and *Brucella* spp of dairy products produced in the Laguna Region of Coahuila and Durango. Herd samplings were performed and they were designated as A, B, C, from National Bank of Tlahualilo, Durango, in which 300 samples dairy products were analyzed. Biochemical tests MIO, SIM, TSI, Simmons citrate, LIA, were performed and immunological test with anti-*Brucella* polyvalent serum. The confirmation of the microorganism identified was performed by phenotypic tests in the automated system MicroScan autoSCAN-4 Siemens®. *Brucella* genus was isolated in 12% of the dairy products samples intended for human consumption, in 102 samples (34%) could not determine *Brucella* presence due to the high concentration of contaminating flora, in 54% (162 samples) the principals isolated etiological agents were: *Klebsiella*, *Proteus* and *Escherichia*. The origin of the dairy product was of Zacatecas and Durango (Santa Clara and Cuencamé), Tlahualilo, Durango, specifically the municipality of National Bank. Given that isolation of *Brucella* in samples of dairy products also they were, isolated *Enterobacteriaceae* is essential to take measures in the hygienic handling of food. The implementation of Basic Sanitation Strategies let you apply the actions to prevent and control risks on the production of dairy products sold in La Comarca Lagunera.

Key words: Dairy products, prevention, brucellosis, *Enterobacteriaceae*.

INTRODUCCIÓN

La brucelosis es considerada una de las enfermedades zoonóticas más comunes del mundo, la distribución geográfica de brucelosis cambia constantemente como nuevos focos emergentes o

reemergentes (Adamu *et al.*, 2016). En el humano es la expresión accidental de la enfermedad infecciosa en los animales, causada por especies del género *Brucella*, morfológicamente es una bacteria Gram negativa (Ju *et al.*, 2012). Según la OMS la brucelosis es una de las siete zoonosis “olvidadas”, un grupo de enfermedades que afecta de manera importante al desarrollo de muchas zonas del planeta. Más del 70% de todo el ganado mundial (entre cabras, ovejas, vacunos y porcinos) se encuentra en países en vías de desarrollo, donde los servicios de salud animal o humano escasean o sencillamente no existen. Los 191 Estados miembros de las Naciones Unidas acordaron que para el año 2015 debería conseguir mejorar la vida de las personas más pobres, para ello fijaron los Objetivos del Desarrollo del Milenio (OMS 2010).

Los miembros del género *Brucella* se transmite de animales a personas con mayor frecuencia por la exposición ocupacional o la ingestión de productos lácteos no pasteurizados, por contacto accidental con desechos contaminados, por ejemplo la inhalación de polvo procedente de excrementos secos, lo cual es la principal fuente de adquisición de la bacteria provocando una enfermedad grave y debilitante que requiere de tratamiento costoso y de largo tiempo, que a menudo deja secuelas permanentes (Bonomi *et al.*, 2010).

El consumo de productos lácteos son un problema de salud en la Comarca Lagunera; debido a la disponibilidad, el costo reducido, facilidad de preparación en comparación con los pasteurizados, llamando al gusto popular de los laguneros. Además, hay un elevado índice de casos de brucelosis, y en los últimos 5 años en algunos municipios de la Comarca Lagunera según datos actuales de la Secretaria de Salud Pública y una prevalencia elevada en cuanto a las infecciones intestinales provocadas por flora bacteriana diversa.

Según el CDC, las regiones de alto riesgo de brucelosis son: Cuenca Mediterránea, Sudamérica y América Central, y el Medio Oriente, la brucelosis es principalmente enzoótica en el ganado bovino, ovino y caprino, así como en cerdos salvajes (Guerra *et al.*, 2015). En Centroamérica se ha estimado una pérdida anual de 60, 000,000 de dólares debido a la afectación del ganado bovino y caprino por las bacterias del género *Brucella* (Moreno, 2002) otra estimación publicada por la Organización de Sanidad Animal en 2009 indicó que la especie *B. melitensis* es responsable del 42% de los casos de brucelosis con una prevalencia del 86.3% en la población humana.

Específicamente, en México se han reportado casos máximos focales de hasta 18.3% de brucelosis en humanos, causados por la ingesta de productos lácteos de origen caprino y bovino donde se involucran *B. abortus* y *B. melitensis*, ubicándose a nivel mundial como una de las regiones más prevalentes de brucelosis bovina, por tanto, la alta seropositividad en humanos, dando un promedio de 3.42% por lo que se considera a esta enfermedad como un grave problema de salud pública (López, 1992). De la misma manera, la Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA 2014, 2015), a través de la Dirección de Salud Animal conduce la campaña nacional de prevención y control de esta enfermedad.

En la Comarca Lagunera la Secretaria de Salud Pública (2012) informó el aumento de personas infectadas por brucelosis en los últimos 5 años en algunos municipios de la región, por el consumo elevado de quesos frescos contaminados, esto se debe a la existencia de sectores productivos que no cuentan con higiene ni el control de calidad al producir productos lácteos

(SSA, 2012). Así como una prevalencia en los cuadros gastrointestinales que son provocados por flora bacteriana principalmente coliformes.

Los estados que presentan la mayor incidencia de casos en 2011 fueron: Sinaloa con una incidencia de 21.0 casos por 100 000 habitantes, seguido por Tlaxcala con 14.3, San Luis Potosí 12.6, Guanajuato 8.2, Zacatecas 7.0, Nuevo León 5.5, Michoacán 5.1, Puebla 4.6, Chihuahua 4.5 y Coahuila 4.4 casos por 100 000 habitantes (SSA, 2012).

Las condiciones que influyen en mayor medida en el estado de salud de la población son la carencia de saneamiento básico, carencia de capacitación o asesoría técnica a caprinocultores que viven del producto de sus animales, escasos ingresos, escaso presupuesto estatal; deficiencias de cantidad y calidad en la infraestructura y saneamiento básico en cada punto crítico de la producción.

Las zonas áridas y semiáridas de la Comarca Lagunera de Durango y Coahuila, son región endémica de brucelosis y son de gran importancia para la explotación de la ganadería, favorecida por las condiciones climatológicas, caracterizadas por altas temperaturas y baja humedad. Ante tal situación, se planteó la necesidad de la elaboración de la presente investigación cuyo propósito fue aislar e identificar enterobacterias y *Brucella* spp de productos lácteos elaborados en la Comarca Lagunera de Durango y Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos de los hatos denominadas A, B, C, de Banco Nacional de Tlahualilo Durango, en donde se tomaron cinco muestras de cada producto lácteo que se elabora en el lugar, así como cinco muestras de cada punto crítico durante su producción y se realizó por triplicado cada muestra obtenida para llevar a cabo el análisis de género *Brucella*. Se analizaron 300 muestras de productos lácteos. Cada hato de donde se tomaron muestras se consideró como un tratamiento dando un total de tres, con cinco repeticiones dando un total de 300 unidades experimentales. Después de sembrar las muestras en los tubos previamente preparados, se colocaron en la incubadora a temperatura de 37°C, durante 24 horas. Se realizaron las distintas lecturas de las pruebas bioquímicas y la prueba inmunológica con suero polivalente anti-*Brucella*, el cual es un suero de conejo que está dirigido a las cepas en fase S de *B. abortus* y *B. melitensis*, producido por la compañía Laboratorios MICSA, S. A. de C.V. Se procedió a la confirmación del microorganismo identificado mediante las pruebas fenotípicas realizadas en el sistema complementario de microbiología automatizado MicroScan autoSCAN-4 Siemens®, para la confirmación de la identificación microbiana.

El proceso realizado es el convencional en la fabricación de quesos y para la obtención de la crema la leche se deja serenar toda la noche, al día siguiente se colecta la capa de grasa, la envoltura que se utiliza es manta de cielo.

Para la muestra de queso fresco artesanal, se pesaron 10 g y se colocaron en 50 ml de caldo soya tripticaseína estéril, homogenizando con una licuadora estéril o empleando un frasco estéril con tapa hermética, el frasco se colocó a 4°C durante una hora. Con un hisopo estéril se tomó una muestra de la grasa flotante de la superficie, luego se sembró en agar soya tripticaseína (AST), agar Mac Conkey, Agar *Brucella*.

Una vez inoculadas las placas de Agar *Brucella* se llevaron a una atmosfera de CO₂ a una concentración de 5 a 10%, se incubaron a 37°C durante 24 horas. Todas las colonias sospechosas se resembraron en agar Farrell con el fin de observar la morfología colonial de *Brucella* (Martínez *et al.*, 2012). Por último, se efectuaron las pruebas bioquímicas correspondientes, así como la prueba inmunológica con suero polivalente anti-*Brucella*.

Las placas en las que se obtuvo crecimiento, fueron sometidas a pruebas bioquímicas para su mejor identificación.

- TSI (Triple- azúcar -hierro)
- Citrato de Simmons
- LIA (Lisina – Hierro – Agar)
- MIO (Motilidad – Indol – Ornitina)
- SIM (Sulfuro- Indol- Motilidad)
- Urea

Para el análisis se tomaron en cuenta a la población caprina con mayor incidencia de brucelosis o en la que haya más prevalencia de casos de brucelosis humana. Una vez detectados los productores del Ejido Banco Nacional, se realizó una encuesta a cada persona, para saber el procedimiento en la elaboración del producto lácteo, desde la obtención de la materia prima hasta el empaque y distribución del producto final. Se procedió a realizar la toma de muestras de leche, quesos, crema, mantequilla o de algún alimento que estuviera elaborado con leche no pasteurizada o que sean de origen dudoso.

Para determinar el número de cultivos a realizarse, se tomaron en cuenta el número de casos reportados por la Jurisdicción No. 2 de la Secretaria de Salud en Gómez Palacio, Durango y de la Jurisdicción No. 6 de la Secretaria de Salud de Torreón Coahuila y en cada caso se realizaron 5 cultivos (leche, queso, crema, agua, y de alimentos elaborados con productos lácteos).

Para el cultivo de las diferentes muestras se procedió de la siguiente manera, para el cultivo de leche se colocó la muestra de leche en el refrigerador a 4°C durante la noche y al día siguiente se utiliza la crema de la superficie como inóculo. Se centrifugo a alta velocidad, en tubos estériles individuales se mide un volumen igual de muestra de cada glándula (por lo menos 20 ml).

Las muestras se centrifugaron 15 minutos a 6, 000 ò 7,000 rpm y se utilizaron tanto la crema como el sedimento. Se inoculó la crema con un asa, depositando aproximadamente 0.1-0.2 ml de crema en la superficie de dos placas, una de medio de Farrell y otra de agar tripticaseína con suero. La crema se sembró directamente en placas con medio de Farrell con ayuda de un hisopo. El queso y otros lácteos sólidos se molieron o licuaron en agua peptonada, justo antes de su siembra en medio de Farrell. Para las muestras de queso y otros lácteos, se pesan 100 g y se colocan en 500 ml de agua peptonada estéril y se homogenizaron con una licuadora estéril o empleando un frasco estéril con tapa hermética y el frasco se colocaron a 4°C durante una hora.

Con un hisopo estéril se tomó una muestra de la grasa que se encontraba flotando en la superficie y se siembra por duplicado en medio de Farrell. El sobrenadante fue adicionado de suero anti-*Brucella* e incubado 2 horas. A 37°C, se volvió a centrifugar a velocidad moderada por 5

minutos, decantando el sobrenadante. El sedimento se resuspendió y centrifugó de nuevo, sembrando el sedimento en cajas Petri conteniendo medio de Farrell. Una vez inoculadas las placas, se colocaron en una atmósfera de CO₂ a una concentración del 5 al 10% y se incubó a 37°C de 4 a 7 días. Todas las colonias sospechosas se resembraron en TSA con extracto de levadura o agar *Brucella* con el fin de observar la morfología colonial característica en ausencia de antibióticos. Se efectuaron pruebas bioquímicas así como la aglutinación con suero polivalente anti-*Brucella*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 300 muestras de productos lácteos, encontrando 36 muestras, que correspondieron al 12% contaminada con *Brucella*. Este dato concuerda fehacientemente con la información expuesta por en México se ha reportado el 18.3% de casos de brucelosis en humanos, originados por ingerir productos lácteos elaborados de leche de bovinos y de caprinos afectados por *B. abortus* y *B. melitensis*, respectivamente (García-Juárez *et al.* 2012) ubicándose a nivel mundial como una de las regiones más prevalentes de brucelosis bovina y por tanto de alta seropositividad en humanos, dando un promedio de 3.42% por lo que se considera a esta enfermedad como un grave problema de salud pública, no solo a nivel regional sino también a nivel nacional e internacional.

Probablemente, la seroprevalencia de brucelosis humana y animal podría ser mayores si se analizaran un número mayor de muestras los hatos caprinos y bovinos en cuanto a la prevalencia en humanos podrían elevarse. Se aisló el género *Brucella* en el 12% de las muestras analizadas de productos lácteos destinados al consumo humano, por lo que, esto representa un factor de riesgo para contraer esta bacteria y producir la enfermedad de la brucelosis.

Después de lo anterior expuesto, es importante señalar que Viadas y Rodríguez (2010) concluyeron en su investigación que los consumidores activos de quesos frescos artesanales elaborados con leche sin pasteurizar son a menudo los más afectados por las bacterias del género *Brucella* provocando la enfermedad brucelosis.

Del total de las muestras analizadas, en 102 (34%) no se pudo determinar la presencia de *Brucella* debido a la alta concentración de flora contaminante, en el 54% (162 muestras) los principales agentes etiológicos aislados fueron: el género *Klebsiella*, *Proteus* y *Escherichia*, los cuales son microorganismos causantes de gastroenteritis aguda principalmente, *Escherichia coli*. Dato que coincide con el trabajo realizado con Maha y Ashmawy (2013) que concluyeron que los microorganismos aislados de la familia Enterobacteriaceae son causa de infecciones gastrointestinales.

Sin embargo, cabe resaltar que se realizó un trabajo en el cual Parente y Cogan (2004) reconocieron que los microorganismos de la familia Enterobacteriaceae se consideran parte natural de la microbiota de muchos quesos, como en quesos artesanales, en particular, elaborados con leche cruda y fermentos lácticos naturales obtenidos a partir de leche o de suero de leche.

Estas coincidencias se deben a que no hay un rastreo sanitario durante el proceso de elaboración de productos lácteos a pequeños productores, se carece de control de calidad durante todos los puntos críticos de la elaboración de los mismos. Al respecto, en un estudio realizado en el año

2003 por Marino y colaboradores, discurrieron que la presencia de enterobacterias en quesos indicativo de un producto lácteo de mala calidad microbiológica.

Se utilizaron como controles 5 muestras de marca comercial, que contaban con etiqueta que certificaban su calidad en términos sanitarios, sus resultados para aislamiento del género *Brucella* fue negativo. La concentración bacteriana fue menor a la de muestras artesanales; se determinaron las principales fuentes de contaminación y se estableció que los productos lácteos de importación que llega a la Comarca Lagunera de Durango y Coahuila de mayor riesgo son del Estado de Durango de los municipios de Santa Clara y Cuencamé y del Estado de Zacatecas. Estos productos tienen en común, que son productos artesanales y carecen de registro sanitario.

Adamu y colaboradores (2016) publicaron un estudio epidemiológico de brucelosis bovina en un Estado de Nigeria para identificar estrategias de control y erradicación de la brucelosis, en donde sus resultados indicaron que la brucelosis es endémica entre el ganado en las áreas analizadas las cuales pueden presentar signos de brucelosis clínica tales como aborto, enteritis, orquitis y artritis, por lo que se sugiere que el tamizaje de estos signos se debe de realizar incluso antes del sacrificio, de esta manera, las medidas de control tales como la vacunación, cuarentena, pruebas y políticas de sacrificio la eliminación adecuada de los fetos abortados debe ser mantenida para evitar la propagación de la brucelosis a seres humanos y animales (Adamu *et al.*, 2016).

Recientemente, la SAGARPA otorgó el reconocimiento de Fase de Erradicación al estado de Nayarit, en el marco de la Campaña Nacional contra la Brucelosis; con esta distinción, la entidad eleva la competitividad de los productores de ganado bovino, caprino y ovino (SAGARPA 2015). Asimismo, con la presente notificación es posible que se logre no solo controlar sino erradicar la brucelosis del Estado de Durango y Coahuila.

Con el reconocimiento otorgado al estado de Nayarit por SAGARPA al encontrarse en Fase de Erradicación de la brucelosis en el marco de la Campaña Nacional contra la Brucelosis se ven beneficiados 6677 hatos bovinos con más de 493 975 cabezas; 171 rebaños caprinos, con más 5986 cabras, y 507 rebaños ovinos, con un total de 17, 741 ovejas, cuyos productos y subproductos podrán comercializarse de manera más segura y competitiva (SAGARPA 2015). De la misma manera, es posible que en el Estado de Durango y Coahuila se pueda lograr dicha distinción si los productores ganaderos se ocuparan de mantener su trabajo en favor de la sanidad realizando las acciones necesarias para mantener y elevar su estatus sanitario, aplicando una estrategia de saneamiento básico en la prevención de brucelosis humana controlando y erradicando la brucelosis animal.

De las encuestas realizadas para conocer los productos que son elaborados por los pequeños productores, se obtuvo que el tipo de producto lácteo que se consume con más frecuencia fue el queso fresco, de la procedencia del producto lácteo se originan de Zacatecas y Durango (Santa Clara y Cuencamé) que llegan a la Comarca Lagunera, Tlahualilo, Durango, específicamente del Municipio de Banco Nacional, en general la comunidad consume los mismos productos que se comercializan en la región, el proceso realizado es el convencional en la fabricación de quesos y para la obtención de la crema la leche se deja serenar toda la noche, al día siguiente se colecta la capa de grasa, la envoltura que se utiliza es manta de cielo. En general manifestaron los pequeños productores que tienen todas las medidas higiénicas requeridas para el proceso del producto lácteo.

CONCLUSIONES

Dado que además de aislar *Brucella* en las muestras de productos lácteos también se aislaron enterobacterias de tal manera que se hace imprescindible tomar medidas en el manejo higiénico de los alimentos. La implementación de las Estrategias de Saneamiento Básico, permitirá aplicar las acciones que permitan prevenir y controlar los riesgos presentes en la producción de los productos lácteos que se comercializan en la Comarca Lagunera.

LITERATURA CITADA

Adamu, S.G., NN. Atsanda, (2016). “Epidemiological study of bovine brucellosis in three senatorial zones of Bauchi State, Nigeria.” *Veterinary World* 9(1): 48-52.

Bonomi, H., et al. (2010). “An Atypical Riboflavin Pathway is Essential for *Brucella abortus* Virulence” *PloS ONE* 5(2): e9435.

García-Juárez, G., Ramírez-Bribiesca, E., Hernández-Vázquez, M., Orozco-Bolaños, H., Hernández-Calva, L. M., Jiménez-López, J. (2012). Brucelosis: condición socioeconómica familiar y calidad de vida en dos zonas contrastantes del estado de Tlaxcala, México. *Estudios sociales*. 240-260.

Guerra, MA., Tiller, R., GA. Kharod. (2015). “Brucellosis.” *Centers for Disease Control and Prevention CDC* 24/7.

Ju L, Hyeok Kim L, et al. (2012). “Protective effects of recombinant *Brucella abortus* Omp28 against infection with a virulent strain of *Brucella abortus* 544 in mice”. *Journal of veterinary science* 13(3).

Lopez MA, Roberto Migranas OPA, C.M, Salvatierra IB, Tapia R, V. Sepúlveda LJ, Seroepidemiología de la brucelosis en México. *Salud Pública Méx* (1992) Vol. 34(2):230-240.

Maha, AM. y AL. Ashmawy (2013). "Notes from the field: emergence of *Shigella flexneri* 2a resistant to ceftriaxone and ciprofloxacin -South Carolina, October 2010." *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 59(49): 1619.

Marino, M., M. Maifreni, and G. Rondinini. 2003 Microbiological characterization of artisanal Montasio cheese, analysis of its indigenous lactic acid bacteria. *FEMS Microbial. Lett.* 229: 133-140

Parente, RD., LM. Cogan, et al. (2004). “Evaluation of a chromogenic medium for total coliforms and *Escherichia coli* determination in ready-to-eat foods”. *Food Microbiol* 20, 601–604.

Martínez RA, Cervantes FM, et al. (2012). Identificación de *Brucella* en productos lácteos en la Comarca Lagunera, Durango, México, como estrategia en la prevención de brucelosis humana. *Noticonaquic*. 58:16-19.

Moreno E. 2002. Brucellosis in Central America. Tropical Disease Research Program, Veterinary School, National University. *Vet. Microbiol.* 90: 31 -38.

OMS (2010). "Primer informe sobre la reducción del impacto mundial de las enfermedades tropicales desatendidas (ETDs)". OMS. Disponible en: <http://www.unav.es/nuestrotiempo/temas/investigacion-servicio-las-enfermedades-desatendidas>

SAGARPA (2014). Reporta SAGARPA zonas infestadas de brucelosis y tuberculosis en ganado de Jalisco. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2014/08/07/reporta-sagarpa-zonas-infestadas-de-brucelosis-y-tuberculosis-en-ganado-de-jalisco-7155.html>

SAGARPA (2015). "Eleva SAGARPA estatus zoosanitario de Brucelosis en Nayarit". Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2015B392.aspx>

SSA (2012). "Manual de Procedimientos Estandarizados para la Vigilancia Epidemiológica de la Brucelosis" Disponible en: http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/infoepid/vig_epid_manuales/03_2012_Manual_Brucelosis_vFinal_13nov12.pdf

Viadas, C. y M. Rodríguez (2010). "Transcriptome analysis of the *Brucella abortus* BvrR/BvrS two-component regulatory system." PLoS One 5(4).

Estado del conocimiento de la flora de la zona semiárida del estado de Zacatecas.

Rodríguez-Pérez, Emmeth^{1*}; Enríquez-Enríquez, E. David².

¹Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, 98068 Zacatecas, Zac., México.

*Autor de correspondencia rdzmth26@live.com ²Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, 98068 Zacatecas, Zac., México.

RESUMEN

El Desierto Chihuahuense destaca por su diversidad florística y por ser la región árida y semiárida más extensa de Norteamérica, a pesar de esto es una región poco estudiada en el estado de Zacatecas y es alarmante debido a la pérdida de ecosistemas que favorecen las actividades agropecuarias y mineras en esa región. Sin embargo en la literatura se reporta un número considerable de flora vascular para esa zona, sin embargo nuestro acervo vegetal es todavía escaso. Los límites del Desierto Chihuahuense varían de acuerdo con las diferentes propuestas de delimitación, puede incluir hasta 32 de los 58 municipios que presenta el Estado. Es por esto que se consultó la base de datos del Herbario de la Universidad Autónoma de Zacatecas para conocer las especies recolectadas en dicha región durante el periodo 1988-2003. Se generó una lista de 647 spp distribuidas en 75 familias, el municipio mejor representado es Mazapil con 245 spp y en el municipio de Trancoso no se realizaron exploraciones botánicas. Por lo que concluimos que es urgente realizar exploraciones botánicas sistematizadas que permitan conocer mejor la flora de la región para implementar medidas eficaces de conservación.

Palabras clave: Zacatecas, Desierto Chihuahuense, conservación, flora

ABSTRACT

The Chihuahuan Desert stands out for its floristic diversity and for being the most extensive arid and semiarid region of North America, although this is a region poorly studied in the State and is alarming due to the loss of ecosystems that causing agricultural activities and mining in that region. However in the literature a considerable number of vascular flora for this area is reported, however our plant acquis is still low. Chihuahuan Desert limits vary according to the different proposals for delimitation, may include up to 32 of the 58 towns that presents the State. That is why the database of the Herbarium of the Autonomous University of Zacatecas was consulted to know the species collected in the region during 1988-2003. A list of 647 species was generated, and distributed in 75 families, Mazapil is the best represented town with 245 species and the Trancoso town has no collections. So we conclude that it's urgent to carry out systematic botanical explorations to better know the flora of the region to implement effective conservation measures.

Key words: Zacatecas, Chihuahuan Desert Region, conservation, flora

INTRODUCCIÓN

El Desierto Chihuahuense (DCH) es la zona árida y semiárida más extensa de Norteamérica y destaca por su mayor diversidad florística respecto de otras regiones secas del País, presenta diferentes comunidades vegetales que van desde los matorrales desérticos hasta los Bosques (Hernández, 2006; Balleza y Villaseñor, 2011). De acuerdo con las diferentes propuestas de delimitación puede variar su superficie en el estado de Zacatecas, la delimitación de INEGI-CONABIO-INE (2008) incluye 19 municipios y corresponde al 41% de la superficie del Estado, mientras que la delimitación de Hernández y Gómez-Hinostrosa (2005) incluye a 32 municipios lo equivalente al 59% de la superficie de Zacatecas.

Zacatecas se caracteriza por desarrollar actividades agropecuarias y mineras (INEGI,2010) y por su bajo índice de estudios florísticos (Dávila y Sosa, 1994), lo que hace más difícil conocer la riqueza de la región y la pérdida de biodiversidad y de ecosistemas que ocasionan dichas actividades, a pesar de lo anterior existe literatura que reporta entre 700 y 1672 especies de plantas vasculares para el DCH (Henrickson y Johnston, Inédito; Balleza y Villaseñor, 2011), sin embargo el acervo vegetal con el que se cuenta en el Herbario de la Universidad Autónoma de Zacatecas es escaso. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue conocer el estado de conocimiento de la flora vascular de la zona semiárida de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se consultó la base de datos del Herbario de la Universidad Autónoma de Zacatecas para obtener las especies y localidades que se encontraron dentro de los límites del DCH siguiendo las propuestas de INEGI-CONABIO-INE (L1) y de Hernández y Gómez-Hinostrosa (L2); Se generó una base de datos en el programa Microsoft Excel 2010 con 367 localidades y 3590 ejemplares que se colectaron en el periodo de 1988 y 2003. Las localidades se introdujeron en los programas Mapa Digital de Escritorio INEGI y QGIS Brighton 2.16.2, donde se discriminaron aquellos que quedaron fuera de ambos límites y que estaban mal georreferenciados.

Para el tratamiento taxonómico se revisaron las sinonimias en Tropicos (2016), se homogenizó la escritura de los nombres científicos y se actualizaron las familias de acuerdo al APG IV (2016). Se revisó literatura especializada para conocer la condición de la planta y la forma de vida. Posteriormente cada registro se ordenó por municipio para poder conocer la riqueza de especies en ambos límites empleados.

RESULTADOS

Se revisaron 367 localidades, se discriminaron 15 sitios mal georreferenciados y 67 quedaron fuera de los límites del DCH. Obteniendo así 174 localidades para L1 y 285 para L2 (Figura 1).

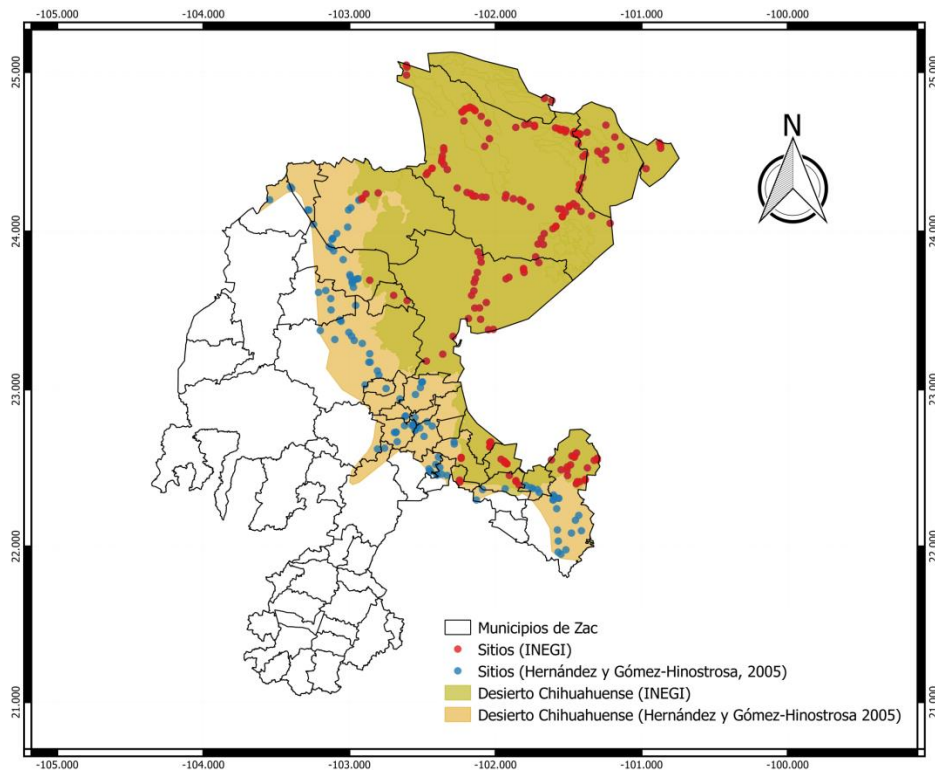


Figura 1. Mapa de localidades analizadas. Círculos Rojos: Localidades dentro de L1; Círculos Azules: Localidades dentro de L2 (incluye círculos rojos).

Para L1, se revisaron un total de 1788 registros, que corresponden a 400 especies distribuidas en 244 géneros y 58 familias. Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Cactaceae, Solanaceae y Amaranthaceae son las familias mejor representadas, mientras que 15 familias presentan una sola especie. Para L2, se revisaron un total de 3590 registros, correspondientes a 647 especies distribuidas en 337 géneros y 75 familias; las familias mejor representadas son las mismas que en L1 y 26 familias están representadas por una especie (Tabla 1).

Tabla 1. Listados de las familias mejor representadas para ambos criterios de delimitación. L1: Límite de acuerdo con INEGI 2008; L2: Límite de acuerdo con Hernández y Gómez-Hinostrosa 2005.

Familia	Número de especies en L1	Número de especies en L2	Familia	Número de especies en L1	Número de especies en L2
Asteraceae	124	182	Oxalidaceae	1	2
Poaceae	86	133	Papaveraceae	2	2
Fabaceae	32	53	Pinaceae	2	2
Cactaceae	18	22	Plumbaginaceae	0	2
Solanaceae	10	20	Polygonaceae	0	2
Amaranthaceae	10	16	Portulacaceae	2	2
Lamiaceae	6	16	Ranunculaceae	2	2
Convolvulaceae	6	15	Rosaceae	2	2
Brassicaceae	9	12	Talinaceae	2	2
Asparagaceae	5	9	Adoxaceae	0	1
Euphorbiaceae	9	9	Amaryllidaceae	1	1
Plantaginaceae	3	8	Anacamptserotaceae	1	1
Boraginaceae	6	7	Asphodelaceae	1	1
Nyctaginaceae	2	7	Bromeliaceae	0	1
Verbenaceae	4	7	Burseraceae	0	1
Caryophyllaceae	1	6	Cistaceae	0	1
Cucurbitaceae	2	6	Cleomaceae	0	1
Malvaceae	5	6	Cupressaceae	1	1
Commelinaceae	3	5	Ephedraceae	1	1
Cyperaceae	0	5	Fouquieriaceae	1	1
Onagraceae	4	5	Frankeniaceae	1	1
Pteridaceae	0	5	Garryaceae	1	1
Apocynaceae	2	4	Geraniaceae	1	1
Oleaceae	1	4	Iridaceae	1	1
Polemoniaceae	2	4	Koeberliniaceae	1	1
Polygalaceae	1	4	Krameriaceae	0	1
Rubiaceae	2	4	Malpighiaceae	0	1
Scrophulariaceae	2	4	Martyniaceae	1	1
Loasaceae	2	3	Myrtaceae	0	1
Rhamnaceae	2	3	Passifloraceae	0	1
Zygophyllaceae	3	3	Phytolaccaceae	1	1
Acanthaceae	1	2	Resedaceae	1	1
Anacardiaceae	2	2	Salicaceae	0	1
Apiaceae	0	2	Sapindaceae	0	1
Berberidaceae	2	2	Selaginellaceae	1	1
Bignoniaceae	2	2	Total	400	647
Crassulaceae	1	2			
Lythraceae	0	2			
Orobanchaceae	2	2			

En cuanto a los géneros, para L1 se encontró que el género mejor representado es *Opuntia* (Cactaceae) con 14 especies, seguido de *Muhlenbergia* (Poaceae) con 13, *Bouteloua* (Poaceae) con 10, *Viguiera* (Asteraceae) con 7 y *Verbesina* (Asteraceae) con 6; para L2, *Muhlenbergia* es el género mejor representado con 17 especies, seguido de *Bouteloua* y *Opuntia* ambas con 15, *Salvia* (Lamiaceae) con 11, *Aristida* (Poaceae) y *Dalea* (Fabaceae) con 9, y *Brickellia* (Asteraceae) con 8 especies. Alrededor de 205 géneros entre ambas delimitaciones presentaron una especie.

Forma de Vida

Para esta categoría se encontró que para ambas delimitaciones, el estrato herbáceo es el dominante, seguido del estrato arbustivo y el estrato arbóreo; las plantas trepadoras, parásitas y epífitas están pobremente representadas (Tabla 2)

Tabla 2. Hábito de crecimiento.

Forma de Vida	L1	%	L2	%
Hierba	317	79.3%	529	81.8%
Arbusto	61	15.3%	89	13.8%
Árbol	14	3.5%	17	2.6%
Trepadora	5	1.3%	8	1.2%
Parásita	3	0.8%	3	0.5%
Epífita	0	0.0%	1	0.2%
Total	400	100.0%	647	100.0%

Condición de la planta

Gracias a la revisión bibliográfica se observó que en L1 y L2 dominan las plantas con un estatus nativo, seguidas de las endémicas de México, las plantas introducidas (algunas naturalizadas) y finalmente las plantas con amplia distribución en el planeta (Figura 2).

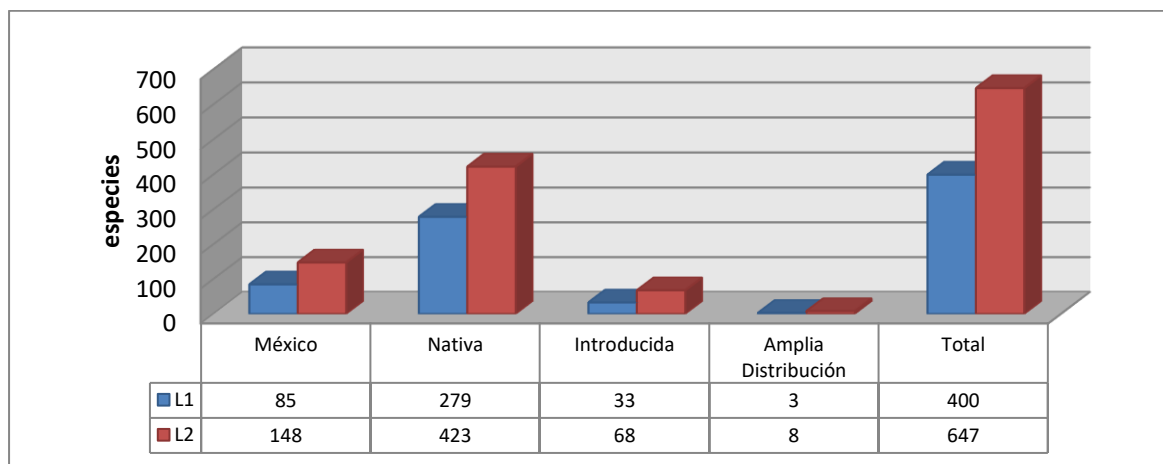


Figura 2. Gráfico con los valores correspondiente para cada estatus.

Las especies que se reportan como ruderales y/o arvenses representan un porcentaje considerable en las áreas analizadas; para L1 el 52% del total de las especies se comportan como malezas, mientras que para L2 representan el 50%, en ambas áreas las especies introducidas únicamente representan el 16 y 19% respectivamente del total de las especies consideradas como malezas, sin embargo algunas especies como *Melinis repens* y *Cenchrus ciliaris* son dominantes del paisaje (Figura 3).

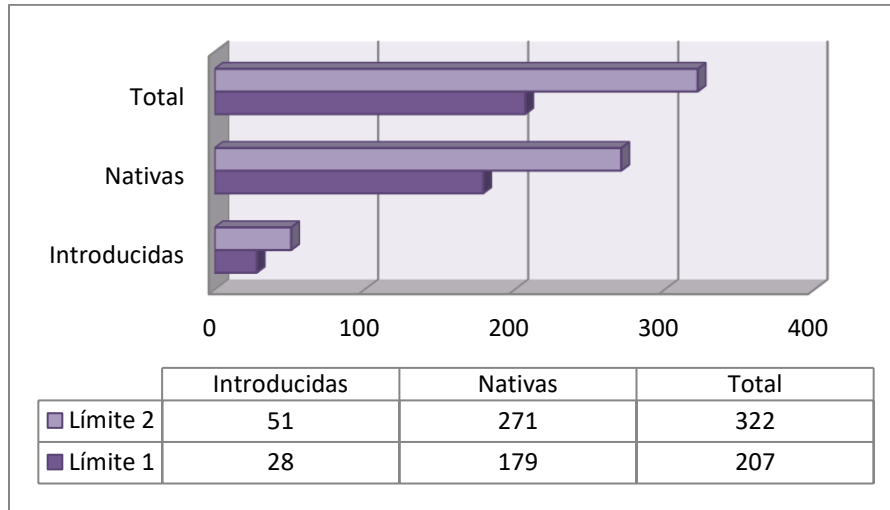


Figura 3. Gráfico con las especies introducidas y nativas que se comportan como malezas.

Distribución por municipios

Los municipios mejor representados para L1 son Mazapil, Concepción del Oro y Pinos respectivamente, Río Grande y Ojocaliente son los municipios con menor número de especies, cinco municipios no presentan registros (Fresnillo, Guadalupe, Pánuco, Trancoso y Villa Hidalgo). Para L2, Mazapil, Zacatecas y Pinos son los municipios mejor representados, mientras que los municipios menos diversos son Loreto y Calera, y únicamente el municipio de Trancoso carece de registros (Tabla 3).

Tabla 3. Abundancia de las especies y familias por municipio.

Municipios	L1		L2	
	Familias	Especies	Familias	Especies
Mazapil	40	245	40	245
Zacatecas	-	-	45	234
Pinos	33	131	36	186
Genaro Codina	-	-	35	159
Concepción del Oro	33	158	33	158
General Francisco R.	2	25	31	151
Murguía				
Río Grande	2	14	24	128
Villa de Cos	23	123	23	123
Guadalupe	-	-	31	119
Ojocaliente	7	14	28	106
Fresnillo	-	-	17	105
Cañitas de Felipe Pescador	28	105	28	105

Cuauhtémoc	-	-	28	95
Pánuco	-	-	17	84
Morelos	-	-	24	82
Melchor Ocampo	28	80	28	80
Luis Moya	14	64	14	64
General Enrique Estrada	-	-	15	60
Saín Alto	-	-	23	55
Vetagrande	-	-	18	51
Villa González Ortega	6	45	6	45
Villanueva	-	-	12	37
El Salvador	3	35	3	35
Noria de Ángeles	4	29	4	33
Juan Aldama	-	-	5	32
Miguel Auza	-	-	5	26
General Pánfilo Natera	2	20	2	20
Jerez	-	-	9	17
Villa Hidalgo	-	-	7	14
Loreto	-	-	2	13
Calera	-	-	1	5
Trancoso	-	-	-	-

DISCUSIÓN

Los trabajos de Enríquez *et al.* (2003); Adame (2009); Ramírez-Prieto *et al.*, (2016) y Villaseñor (1999; 2016) reportan a las familias Asteraceae, Poaceae y Fabaceae al igual que el hábito herbáceo, arbustivo y arbóreo como las más diversas y los más dominantes, lo que coincide con los datos obtenidos en este trabajo. Las cactáceas son un grupo poco colectado, solo se registraron 22 especies para toda la región del DCH, lo que es extremadamente bajo tomando en cuenta que Villaseñor (2016) reporta 172 especies para el Estado y tan solo en Mazapil, Brailovsky (2008) reporta 45 especies, esta deficiencia puede deberse a que son plantas suculentas y requieren más tiempo para su preparación y deshidratación.

Sin embargo con los datos obtenidos aún seguimos estando lejos de conocer la diversidad florística de la región, ya que Balleza y Villaseñor (2011) mencionan que ocurren 1672 especies (obtenidas a partir de la revisión de herbarios nacionales e internacionales y de la literatura especializada), 1025 especies más de las que se han recolectado en un periodo de 15 años. No obstante Henrickson y Johnston (inédito) reportan más de 700 especies para el DCH en Zacatecas, con un bajo índice de especies ruderales (aproximadamente el 5%), y se debe a que algunas de sus localidades fueron la Sierra el Astillero, Sierra de Zuloaga y el Pico de Teyra, áreas que se caracterizan por ser poco accesibles, mientras que las colectas realizadas por el herbario de la universidad son principalmente orillas de carreteras y sitios cercanos a estas y por esto la elevada colecta de especies ruderales (Malezas).

Si bien al comparar las dos propuestas de delimitación se observó que a mayor superficie mayor número de especies, esto puede ser relativo ya que va a depender directamente del sitio que se esté estudiando. Por ejemplo el caso de Fresnillo, Guadalupe, Pánuco, Villa Hidalgo y Trancoso donde no se registran especies utilizando L1, pero si utilizamos L2, el número de especies incrementa notablemente con excepción de Trancoso (que carece de exploraciones botánicas) y Villa Hidalgo, este último solo presenta 14 especies (8 se consideran malezas), por lo que queda claro que se está dejando de explorar sitios que indudablemente aumentarían el estado de conocimiento de la flora del DCH.

Éste es un claro ejemplo de nuestro limitado conocimiento de la flora vascular, bajo índice de trabajos florísticos y de colectas sistematizadas (Dávila y Sosa, 1994; Villaseñor, 1999; Enríquez *et al.*, 2003). Por lo que con éste trabajo se busca tener un panorama general para replantear nuestra estrategia a la hora de realizar exploraciones botánicas, buscando coleccionar la mayor cantidad de especies de los diferentes grupos de plantas, ya que para licofitas, helechos y gimnospermas únicamente se registraron 9 especies de las 37 que Henrickson y Johnston (inédito) citan para el DCH.

CONCLUSIONES

Las familias Asteraceae, Poaceae y Fabaceae son las mejor representadas en el Desierto Chihuahuense.

La forma de vida dominante en el DCH es el hábito herbáceo seguido del arbustivo.

Es urgente realizar exploraciones botánicas sistematizadas que permitan conocer mejor la flora de la región para implementar medidas eficaces de conservación y a su vez que nos permitan establecer los límites del DCH en el Estado.

LITERATURA CITADA

Adame G. M. 2009. Valor de uso de las malezas del municipio de Zacatecas, México. Tesis Maestría en Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Zacatecas. 71 p.

Angiosperm Phylogeny Group. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 181: 1-20.

Balleza J. J. y J. L. Villaseñor. 2011. Contribución del Estado de Zacatecas (México) a la conservación de la riqueza florística del Desierto Chihuahuense. *Acta botánica Mexicana* 94:61-89.

Brailovsky S. D. 2008. Diversidad, distribución geográfica y conservación de Cactaceae en el Desierto Chihuahuense. Región de Mazapil, Zacatecas, y áreas adyacentes. Tesis Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. 117 p.

Dávila P. y V. Sosa. 1994 El conocimiento florístico de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 55:21-27.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2014. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida de competencia de la Federación con la categoría de Reserva de la Biosfera “Desierto Semiárido de Zacatecas”, ubicada en el estado de Zacatecas. 303 p.

Enríquez E. D. E., Koch S. D. y González-Elizondo M. S. 2003. Flora y vegetación de la Sierra de Órganos, municipio de Sombrerete, Zacatecas, México. *Acta Botánica Mexicana* 64: 45-89.

Henrickson, J. y M. C. Johnston. Inédito. A flora of the Chihuahuan Desert Region. Borrador para publicación.

Hernández H. M. 2006. La vida en los desiertos mexicanos. Colec. La Ciencia para Todos; 213. FCE, SEP, CONACYT, CAB. México. 188 p.

Hernández H. M. y C. Gómez-Hinostrosa. 2005. Cactus diversity and endemism in the Chihuahuan Desert Region, en Carton J. L., G. Ceballos y R. S. Felger (coords.). *Biodiversity, ecosystems and conservation in Northern Mexico*. Oxford University Press. Nueva York. Pp. 264-275.

INEGI. 2010. Marco Geoestadístico Municipal 2010, versión 4.3. Recuperado Septiembre, 2016, <http://www.inegi.org.mx>

INEGI-CONABIO-INE. 2008. Ecorregiones terrestres de México, 2008, escala 1:1000000. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto Nacional de Ecología. México.

Ramírez-Prieto J., S. Koch-Olt, J. J. Balleza-Cadengo, M. Adame-González y J. Romero-Nápoles. 2016. Flora de la cima de la Mesa Alta, Jerez, Zacatecas, México. *Botanical Sciences* 94 (2): 357-375.

Tropicos. 2016. Missouri Botanical Garden. Recuperado Septiembre 2016, <http://www.tropicos.org>

Villaseñor J. L. 1999 (Inédito). La flora genérica del estado de Zacatecas, México. Informe de Actividades desarrolladas durante el año sabático.

Villaseñor J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* XXX: 1-344

Diversidad invernal de chicharritas (Hemiptera: Cicadellidae) en el norte centro de México.

Velásquez-Valle, Rodolfo.

Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 24.5 Carretera Zacatecas – Fresnillo, Calera de V. R., Zacatecas, México. Apartado Postal # 18, CP 98500.

RESUMEN

Las chicharritas son importantes vectores de enfermedades vegetales en la región norte centro de México, sin embargo, poco es conocido acerca de las características de sus poblaciones durante el invierno. El propósito del trabajo consistió en estimar la diversidad de géneros de chicharritas durante la temporada invernal en localidades de los estados de Aguascalientes, Coahuila y Zacatecas. Se colectaron chicharritas en 65 localidades de esos estados empleando una red entomológica. Para calcular la diversidad y equidad de las chicharritas se utilizaron los índices de Shannon-Wiener y Pielou respectivamente. Se identificaron especímenes de 12 géneros: *Aceratagallia* spp.; *Agallia* spp.; *Circulifer* spp.; *Cuerna* spp.; *Dalbulus* spp.; *Draeculacephala* spp.; *Empoasca* spp.; *Graminella* spp.; *Hordnia* spp.; *Olleranius* spp.; *Scaphytopius* spp. y *Texananus* spp. Los valores inferiores del índice de Shannon-Wiener fueron obtenidos para localidades con una menor diversidad de géneros de chicharritas. El rango de índice de equidad de Pielou alcanzó valores similares cuando el número de géneros de cicadélidos presentes por localidad fluctúa entre dos y cinco y solamente se redujo cuando el número de géneros capturados fue de seis por localidad.

Palabras clave: Aguascalientes, Coahuila, Zacatecas, Shannon-Wiener, Pielou

ABSTRACT

Leafhoppers are important vectors of plant diseases in the north center region of Mexico, however, little is known about the characteristics of their populations during the winter. The aim of this study was to estimate the leafhopper genera diversity during the winter season in localities of the states of Aguascalientes, Coahuila, and Zacatecas, Mexico. Leafhoppers were collected in 65 localities of these states by using an entomological net. To calculate the leafhopper genera diversity and abundance the Shannon-Wiener and Pielou Indexes respectively were utilized. Specimens of 12 genera were identified: *Aceratagallia* spp.; *Agallia* spp.; *Circulifer* spp.; *Cuerna* spp.; *Dalbulus* spp.; *Draeculacephala* spp.; *Empoasca* spp.; *Graminella* spp.; *Hordnia* spp.; *Olleranius* spp.; *Scaphytopius* spp., and *Texananus* spp. Lowest values of Shannon-Wiener Index were obtained in localities with reduced leafhopper genera diversity. Pielou's evenness Index reached similar values when the number of Cicadellidae genera in each site ranges between two and five; it was reduced when the number of caught genera was six in each site.

Key words: Aguascalientes, Coahuila, Zacatecas, Shannon-Wiener, Pielou

INTRODUCCIÓN

Algunos de los principales cultivos de verano en Aguascalientes y Zacatecas como el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y el chile (*Capsicum annuum* L.) son afectados por enfermedades transmitidos por insectos vectores como las chicharritas (Velásquez-Valle *et al.*, 2008; Velásquez-Valle *et al.*, 2012a). Se ha documentado la presencia de algunos géneros de cicadelidos como *Empoasca* spp., *Graminella* spp. y *Aceratagallia* spp. principalmente en los cultivos del estado de Zacatecas durante el ciclo de cultivo primavera - verano aunque la chicharrita del betabel *Circulifer tenellus* Baker, un importante vector de virus y fitoplasmas, también ha sido encontrada en ésta misma área en maleza durante la temporada invernal (Velásquez-Valle *et al.*, 2012b). Es importante conocer la diversidad de las poblaciones de chicharritas que sobreviven bajo las condiciones del invierno en ésta parte del país por lo que el objetivo del trabajo consistió en estimar la diversidad de géneros de chicharritas durante la temporada invernal en localidades de Aguascalientes, Coahuila y Zacatecas, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron chicharritas en 65 localidades en los estados de Aguascalientes, Coahuila y Zacatecas, México a partir de diciembre de 2015 hasta marzo de 2016. La colecta de los especímenes se realizó mediante una red entomológica de golpeo (150 – 200 golpes por localidad). Las chicharritas colectadas se conservaron en alcohol etílico (70%) hasta su identificación. El proceso de identificación se llevó a cabo empleando las claves taxonómicas propuestas por Nielsen (1968). Para estimar la diversidad y equidad se emplearon los índices de diversidad de Shannon Wiener y de equidad de Pielou. El índice de diversidad de Shannon Wiener representa la diversidad en una población y se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum p_i \times \ln p_i$$

Donde: p_i es la proporción de cada especie dentro de la población global. El valor de H' es una medida de incertidumbre que se incrementa al aumentar el número de especies y cuando la distribución de especímenes entre las especies es similar (Saguez *et al.*, 2014).

Por su parte el índice de equidad de Pielou se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$J' = H' / \ln S$$

Donde: S representa el número de especies colectadas en la muestra. Los valores de J' oscilan entre 0 y 1: los valores superiores apuntarían hacia una escasa variación entre especies de chicharritas dentro de una población (Saguez *et al.*, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectó al menos un espécimen de chicharrita en cada una de las 65 localidades de muestreo. Se identificaron especímenes pertenecientes a 12 géneros de la familia Cicadellidae: *Aceratagallia* spp.; *Agallia* spp.; *Circulifer* spp.; *Cuerna* spp.; *Dalbulus* spp.; *Draeculacephala* spp.; *Empoasca* spp.; *Graminella* spp.; *Hordnia* spp.; *Olleranius* spp.; *Scaphytopius* spp. y *Texanus* spp. En 19 localidades (29.2%) se colectaron uno o varios individuos pertenecientes a un solo género por lo que no se tomaron en cuenta para el cálculo de diversidad y equidad; con

excepción de *Cuerna* spp., *Dalbulus* spp., *Graminella* spp. y *Scaphytopius* spp., todos los demás géneros se encontraron individualmente en esas 19 localidades. Es importante notar que se encontró un individuo de *Circulifer* spp. en siete (36.8%) de las mencionadas 19 localidades. La presencia de individuos pertenecientes a dos géneros se detectó en 26 localidades (40%); las asociaciones más comunes resultaron *Circulifer* spp. y *Graminella* spp. y *Aceratagallia* spp. y *Draeculacephala* spp. (15.4% en ambos casos). Los géneros con mayor presencia fueron *Circulifer* spp., *Empoasca* spp. y *Graminella* spp. en 23.1, 23.1 y 19.2% de las 26 localidades. En ocho localidades se identificó la ocurrencia de tres géneros por localidad entre los cuales se encontraban *Aceratagallia* spp., *Circulifer* spp., *Draeculacephala* spp., *Empoasca* spp., *Graminella* spp. y *Scaphytopius* spp. aunque los más frecuentes resultaron *Draeculacephala* spp. (75%), *Empoasca* spp. y *Circulifer* spp. (62.5% en ambos casos). En cuatro de seis localidades donde se atraparon cuatro diferentes géneros de cicadelidos, se identificaron especímenes de *Draeculacephala* spp. y *Empoasca* spp.; otros géneros capturados en estas localidades incluyeron *Graminella* spp., *Dalbulus* spp., *Scaphytopius* spp., *Hordnia* spp., *Circulifer* spp., *Aceratagallia* spp. y *Texanus* spp. En solamente dos localidades se capturaron cinco diferentes géneros de chicharritas: *Aceratagallia* spp., *Circulifer* spp., *Draeculacephala* spp., *Empoasca* spp., *Graminella* spp., *Hordnia* spp. y *Scaphytopius* spp. Seis diferentes géneros de cicadelidos (*Aceratagallia* spp., *Circulifer* spp., *Dalbulus* spp., *Draeculacephala* spp., *Empoasca* spp., *Graminella* spp., *Hordnia* spp., *Olleranius* spp. y *Scaphytopius* spp.) fueron capturados en dos localidades. En general, se capturaron 234 especímenes pertenecientes a 12 géneros: los géneros más frecuentemente capturados fueron *Graminella* spp. (22.6%), *Draeculacephala* spp. (19.6%), *Empoasca* spp. (17.5%) y *Circulifer* spp. (15.4%); por el contrario, los géneros menos frecuentes resultaron *Agallia* spp., *Olleranius* spp. y *Cuerna* spp. (0.43%)

En las localidades donde únicamente se encontraron dos géneros de chicharritas H' varió entre -0.41 y -0.069 mientras que el rango de los valores de J' fue de 0.58 hasta 0.99. En los sitios donde se capturaron tres géneros de cicadelidos los valores de H' y J' oscilaron entre -0.76 y -1.09 y 0.63 y 0.99 respectivamente. Cuando se capturaron cuatro géneros de chicharritas el rango de valores de H' varió entre -0.92 y -1.32 mientras que para J' fue de 0.67 hasta 0.99. En los dos sitios con presencia de cinco géneros de estos insectos el rango de H' fue de -1.09 a -1.54 mientras que el de J' varió entre 0.68 y 0.96; en las localidades con ocurrencia de seis géneros esos mismos valores fluctuaron entre -1.05 y -1.47 y 0.58 y 0.82 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rango de variación de los índices de diversidad de Shannon – Wiener y de equidad de Pielou de acuerdo con el número de géneros de chicharritas capturados.

Número de géneros	Número de localidades	Índice de Shannon – Wiener	Índice de Pielou
2	26	- 0.41 a - 0.69	0.58 – 0.99
3	8	- 0.76 a – 1.09	0.63 – 0.99
4	6	-0.92 a -1.32	0.67 – 0.95
5	2	-1.09 a -1.54	0.68 – 0.96
6	2	-1.05 a -1.47	0.58 – 0.82

Los resultados anteriores revelarían que los valores inferiores de H' fueron obtenidos para localidades con una menor diversidad de géneros y viceversa, lo cual coincide con lo expresado

por Thomazoni *et al.* (2013), en el sentido de que a valores pequeños del índice de Shannon – Wiener corresponderán bajos valores de diversidad. Por otro lado, el rango de índice de equidad de Pielou (J') alcanzó valores similares cuando el número de géneros de cicadelidos presentes por localidad fluctúa entre dos y cinco y solamente se redujo cuando el número de géneros capturados fue de seis por localidad aunque ésta condición solamente ocurrió en dos de 44 localidades (Cuadro 1). Las condiciones invernales (baja temperatura y escasa precipitación pluvial) en ésta región no favorecen la presencia de potenciales hospederos de chicharritas y podrían haber influido negativamente en los valores de diversidad y equidad alcanzados en el presente trabajo.

Destaca la presencia de especímenes del género *C. tenellus* que representan más del 15% de la población capturada ya que éste género es un vector de virus y fitoplasmas (Velásquez-Valle *et al.*, 2012b; Mauricio-Castillo *et al.*, 2015) en la región norte centro y su presencia durante el invierno aseguraría la transmisión de esos patógenos al inicio del ciclo agrícola.

LITERATURA CITADA

Mauricio-Castillo, J.A., Salas-Muñoz, S., Velásquez-Valle, R., Ambriz-Granados, S. y Reveles-Torres, L.R. 2015. “*Candidatus* Phtoplasma trifolii” (16SrVI) en chile mirasol (*Capsicum annuum* L.) cultivado en Zacatecas, México. Revista Fitotecnia Mexicana 38:389-396.

Nielsen, M.W. 1968. The leafhopper vectors of phytopathogenic viruses (Homoptera:Cicadellidae) taxonomy, biology, and virus transmission. Technical Bulletin No. 1382. Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture.

Saguez, J.; Olivier, C., Hamilton, A.; Lowery, T.; Stobbs, L.; Lasnier, J.; Galka, B.; Chen, X.; Mauffette, Y. and Vincent, C. 2014. Diversity and abundance of leafhoppers in Canadian vineyards. Journal of Insect Science 14:73 DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/14.1.73>

Thomazoni, D.; Soira, M.F.; Degrande, P.E., Faccenda, O.; Silvie, J.P. 2013. Arthropods biodiversity index in bollgard[®] cotton (Cry1Ac) in Brazil. *Interciencia* 38:849-856.

Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M.M., and Creamer, R. 2008. First report of *Beet mild curly top virus* infection of chile pepper in north central Mexico. *Plant Disease* 96:650.

Velásquez-Valle, R.; Mena-Covarrubias, J.; Reveles-Torres, L.R., Arguello-Astorga, G.R., Salas-Luévano, M.A., and Mauricio-Castillo, J.A. 2012a. First report of *Beet mild curly top virus* in dry bean in Zacatecas, Mexico. *Plant Disease* 96:771.

Velásquez-Valle, R.; Reveles-Torres, L.R.; Amador-Ramírez, M.D.; Medina-Aguilar, M.M. y Medina-García, G. 2012b. Presencia de *Circulifer tenellus* Baker y *Beet mild curly top virus* en maleza durante el invierno en el norte centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:813-819.

Prevalencia de *Oestrus ovis* en cabras de La Comarca Lagunera.

Ortega-Sánchez José Luis^{1*}, Estala Duran Alma¹, Martínez Romero Aurora²

¹Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. ²División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Ciencias Químicas Unidad Gómez Palacio, UJED

*Autor de correspondencia: joeortega11@hotmail.com

RESUMEN

El *Oestrus ovis* (Linneo, 1758) es un insecto díptero de parasitosis obligada, larvíparo cosmopolita, perteneciente a la familia Oestridae, el cual ocasiona una severa miasis cavitaria en caprinos y ovinos en pastoreo y estabulados que se crían en diferentes partes del mundo. Está considerado como un parásito muy bien adaptado, el cual es difícil de erradicar que afecta el bienestar y el rendimiento del huésped disminuyendo la rentabilidad de las explotaciones caprinas y ovinas. Esta parasitosis también afecta a otros animales domésticos y silvestres así como al ser humano. La investigación se realizó en un matadero de cabras ubicado en la ciudad de Gómez Palacio del Estado de Durango, México. Los animales procedían de diferentes municipios y ejidos. Una vez sacrificados los animales se procedió al retiro de la cabeza y mediante un corte longitudinal se expusieron las fosas nasales y los senos frontales, para observar la presencia de larvas en su interior, las cuales fueron contadas y depositadas en un tubo con alcohol etílico al 70% para su posterior clasificación y observación en el laboratorio. El número de cabezas de caprino examinadas fue de 66 de las cuales 55 estuvieron infestadas con diferentes estadios larvarios (L1, L2 y L3) obteniendo una prevalencia alta de 83%. Este es el primer caso registrado de infestación por *Oestrus ovis* en ganado caprino de la Comarca Lagunera.

Palabras clave: *Oestrus ovis*, prevalencia, cabras, miasis, gusano del cuerno.

ABSTRACT

Oestrus ovis (Linnaeus, 1758) is a Diptera insect must parasitosis, cosmopolitan larvíparo, belonging to the Oestridae, which causes a severe cavitary myiasis in goats and sheep grazing and stabled breeding in different parts of the world. It is considered a parasite adapted very well, which is difficult to eradicate that affects the welfare and performance of the host decreasing profitability of goat and sheep farms. It is considered a parasite adapted very well, which is difficult to eradicate that affects the welfare and performance of the host decreasing profitability of goat and sheep farms. This parasitic disease also affects other domestic and wild animals as well as humans. The current status of goat oestrosis in the Laguna Region is unknown prevalence absence of determinations therefore the objective of this study was to estimate the prevalence of *Oestrus ovis* in goats of the Laguna Region was raised. The research was conducted in a goat slaughterhouse located in the city of Gomez Palacio Durango State, Mexico. The animals came from different towns and suburbs. Once slaughtered animals proceeded to the removal of the head and lengthwise nostrils and sinuses exposed, for the presence of larvae inside, which were counted and deposited in a tube containing ethyl alcohol 70% for subsequent classification and laboratory observation. The number of heads examined goats was 66 of which 55 were infested with different larval stages (L1, L2 and L3) to obtain a high prevalence of 83%. This is the first recorded instance of *Oestrus ovis* infestation in goats of The Comarca Lagunera.

Key words: *Oestrus ovis*, prevalence, goats, miasis, hornworm

INTRODUCCIÓN

El gusano del cuerno es una larva de mosca perteneciente a la familia Oestridae (*Oestrus ovis*: L.) que tiene una distribución mundial y afecta el bienestar así como el rendimiento de sus hospederos e invade la cavidad nasal y senos de caprinos y ovinos causando subsecuentemente miasis, las larvas pueden migrar al cerebro (Mozaffary *et al.*, 2013; El-Yahawy, 2010).

En México, la oestrosis caprina ha sido reportada en los Estados de Zacatecas y San Luis Potosí (Bautista-Garfias *et al.*, 1982); Altamirano Guerrero (Mireles *et al.*, 1992); en la ciudad de Netzahualcóyotl, México (Quintero *et al.*, 1987); Coahuila y Guanajuato (Bautista-Garfias *et al.*, 1982) así como en Baja California Sur (Cepeda *et al.*, 1993). El *Oestrus ovis* (Linneo, 1758) es un insecto díptero de parasitosis obligada, larvíparo cosmopolita, perteneciente a la familia Oestridae, el cual ocasiona una severa miasis cavitaria en caprinos y ovinos en pastoreo y estabulados que se crían en diferentes partes del mundo (Dorchies *et al.*, 1998; Tauboret *et al.*, 2003; Gunalan *et al.*, 2011; Jume *et al.*, 2012). Está considerado como un parásito muy bien adaptado, el cual es difícil de erradicar que afecta el bienestar y el rendimiento del huésped disminuyendo la rentabilidad de las explotaciones caprinas y ovinas. Esta parasitosis también afecta a otros animales domésticos y silvestres así como al ser humano (Gunalan, 2011; Izquierdo *et al.*, 2009).

La enfermedad tiene una prevalencia alta sobre todo en regiones tropicales. Las moscas adultas depositan larvas en los ollares y el primer estadio (L1) migra a los pasajes nasales donde se alimenta de las secreciones presentes en este sitio, migrando a los senos frontales donde realizan dos mudas (L2 y L3) para posteriormente regresar a los pasajes nasales y finalmente ser expulsadas al exterior cuando el animal estornuda (Taylor, 2007). El ciclo biológico de este parásito es muy variable y puede durar dos semanas a varios meses dependiendo de la estación del año y de las condiciones climáticas (Silva *et al.*, 2013). Los signos clínicos dependen de la localización y número de larvas presentes, se caracterizan por descargas nasales serosas, mucosas o purulentas así como estornudos frecuentes y disnea, en borregos la mortalidad puede ser alta cuando las larvas migran al cerebro (Mozaffari, 2013). La patogénesis se relaciona con el efecto traumático ocasionado por las espinas cuticulares y ganchos orales durante la migración de las larvas así como por las moléculas larvianas secretadas y excretadas que provocan una reacción inmune de hipersensibilidad nasal (Dorchies, 2006).

El estatus actual de la oestrosis caprina en la Comarca Lagunera es desconocido por ausencia de determinaciones de prevalencia en consecuencia, se planteó el objetivo de este estudio que fue calcular la prevalencia de *Oestrus ovis* en el ganado caprino de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en un matadero de cabras ubicado en la ciudad de Gómez Palacio del Estado de Durango, México. Los animales procedían de diferentes municipios y ejidos. Una vez sacrificados los animales se procedió al retiro de la cabeza y mediante un corte longitudinal se expusieron las fosas nasales y los senos frontales, de igual manera se realizó un corte de la base

del cuerno para observar la presencia de larvas en su interior, las cuales fueron contadas y depositadas en un tubo con alcohol etílico al 70% para su posterior clasificación y observación en el laboratorio. Los diferentes estadios (L1, L2 y L3) fueron observados y clasificados empleando un microscopio estereoscópico y las claves entomológicas de Zumpt (1965). La prevalencia fue calculada como % de prevalencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de cabezas de caprino examinadas fue de 66 de las cuales 55 estuvieron infestadas con diferentes estadios larvarios (L1, L2 y L3) obteniendo una prevalencia de 83%. En el cuadro 1. Se observa que los meses de enero, febrero, marzo y octubre se registró el mayor número de larvas (124 larvas), El porcentaje más alto de L1 se observó en los meses de enero, febrero y julio (40,41 y 40 larvas respectivamente), mientras que marzo, julio y septiembre fueron los meses con mayor número de larvas L2; la L3 predominó en los meses de octubre a diciembre (22 larvas) En una investigación realizada por Jump *et al.* (2012) en la India con un total de 247 caprinos examinados se encontró una prevalencia del 78.54 % muy cercana a la prevalencia encontrada en la presente investigación; Goddard *et al.* (1999) determinó una prevalencia de 80% mientras que Alcalde *et al.* (2005) calculó una prevalencia de 90% en hatos caprinos de Grecia; así mismo en diversas provincias de España se reportó una prevalencia de 34.9 % Alcalde *et al.* (2005); por otro lado en el sur de Francia la prevalencia fue de 28.4 % Dorchies *et al.* (2000); en México en 100 necropsias realizadas en caprinos procedentes de Zacatecas, San Luis Potosí, Nayarit, Coahuila y Guanajuato la prevalencia de 53% Bautista-Garfias *et al.* (1982) de igual manera Quintero *et al.* (1987) reportó una prevalencia de 52% en el Estado de México, mientras que Cepeda *et al.* (1993) reportó una prevalencia de 88% en caprinos de Baja California Sur.

Cuadro 1. Número de larvas encontradas durante el estudio

Mes/larvas	L1	L2	L3	Número Total de Larvas y (%)
Marzo	26	14	3	43 (10.2)
Abril	23	11	1	35 (8.3)
Mayo	21	11	3	35 (8.3)
Junio	23	10	4	37 (8.8)
Julio	28	12	0	40 (9.5)
Agosto	24	8	1	33 (7.8)
Septiembre	17	12	6	35 (8.3)
Octubre	25	11	7	43 (10.2)
Noviembre	4	9	8	21 (5.0)
Diciembre	6	3	7	16 (3.8)
Enero	27	8	5	40 (9.5)
Febrero	20	8	5	41 (9.7)
Total	252	117	50	419

CONCLUSIONES

La prevalencia de Miasis por *Oestrus Ovis* en caprinos fue de 83% considerándose alta, de tal manera que es necesario establecer calendarios sistemáticos de desparasitación a fin de controlar

este parasito. Este es el primer caso registrado de infestación por *Oestrus ovis* en ganado caprino en la Comarca Lagunera.

LITERATURA CITADA

Alcalde M., Reina, D., Fronter, E., Navarrete, I. 2005. Seroprevalence of *Oestrus ovis* (Diptera, Oestridae) Infestation and Associated Risk Factors in Ovine Livestock from Southwestern Spain J. Med. Entomol. 19,151 -157.

Alcaide, M., Alpizar Dominguez, J.L. Reina, D., Frontera, E., Reina D. Sánchez L.J. Navarrete, I. 2005. Estudio sobre la cronobiología de *Oestrus ovis* en el ganado caprino del centro y suroeste español. SEOC 244-246.

Bautista-Garfias CR, Ruiz-Navarrete A, Morales MF, Morilla GA. 1982. Anticuerpos circulantes contra larvas de *O. ovis* (Diptera: Oestridae) en cabras Infestadas naturalmente. *Folia Entomol Mex.* 75-86.

Cepeda, R., E. Greene, J.G. Loya y J.L. Espinoza. 1993. Incidencia de *Oestrus ovis* en rebaños de ovinos y caprinos en Baja California Sur. Rev. Inv. Cient. Cs. Agrop.4: 29-36.

Dorchies P, Duranton C, Jacquiet P. 1998. Pathophysiology of *Oestrus ovis* infection in sheep and goats: a review. *Veterinary Record*, 142:487–489.

Dorchies Ph, Tabouret G, Hoste H, Jacquiet Ph. 2006. Oestrinae Host-parasite interacciones In Colwell, D.D., Hall, M.J.R., Scholl, P. J. (Eds.) The Oestridae flies biology, Host-parasite relationships, impact and management CABI UK .191-200.

El-Tahawy AS. 2010. The prevalence of selected diseases and syndromes affecting Barki sheep with special emphasis on their economic impact. *Small Ruminant Research*, 90, 83–87.

Goddard, P. Bates, P., Webster, K. A. 1999. Evaluation of a direct ELISA for the serodiagnosis of *Oestrus ovis* infections in sheep. *Vet. Red* 44, 497-501.

Gun A, Pitt SJ. 2012. Parasitology: An Integrated Approach, John Wiley & Sons, 1st edition.

Gunalan S. Kamaliah G, Wan S, Rozita AR, Rugayah M, Osman MA, Nabijah D, Shah A. 2011. Sheep oestrosis (*Oestrus ovis*, Diptera: Oestridae) in Damara crossbred sheep. *Malaysian journal. Veterinary research.* 2(2).

Izquierdo C, Saucedo SE, Mendoza S, Martínez F, Mesa H. E. 2009. Presentación de un caso de oftalmomiasis en Cuba. *Revista misión milagro.* 3(1).

Jume P, Dixit M. 2012. Survey of *Oestrus ovis* infestation in goats: an abatoir study, *Indian J. Field Vet.* 7(4).

Mozaffari AA, Shojaeepour S, Cheshmeh GGS. 2013. High mortality rate due to false gid in a sheep herd. *Veterinary Science*, 2013: 1-3 M. A. Taylor, *Veterinary Parasitology*, Oxford Blackwell Publishing, 3rd edition, 2007.

Quintero MT, Acevedo A, Enríquez JJ. 1987. Frecuencia de *Oestrus ovis* y sus lesiones en cabras. *Vet Mex.* 18: 349-352.

Silva BF, Machado GP, Izidoro TB, Amarante AF. 2013. Prevalence of *Oestrus ovis* (Diptera: *Oestridae*) in sheep from the Sao Paulo Central Región, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitología Veterinaria.* 22(1):18–21.

Taboure TG, Bret-Bennis L, Dorchies P, Jacquiet P. 2003. Serine protease activity in excretory-secretory products of *Oestrus ovis* (Diptera: *Oestridae*) larvae. *Veterinary Parasitology.* 114, 305–314.

Zumpt F. 1965. *Myiasis in Man and Animals in the old world.* Ed. Butterworths, Co. Ltd. 267, London.

Detección de áreas potenciales a contaminar acuíferos utilizando sistemas de información geográfica y modelos numéricos.

Martínez Rodríguez Juan G.¹, Anaya Salgado Antonio¹, Castro Aguilera José M.²

¹ Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental “La Laguna” Matamoros, Coah. ² Estudiante de Posgrado Universidad Autonoma Agraria Aantonio Narro - Unidad Laguna.

*Autor de correspondencia: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La contaminación difusa de los cuerpos de agua subterráneos por agroquímicos es un aspecto de gran importancia a nivel nacional e internacional. Esto se debe a que en la mayoría de los casos la fuente principal de agua potable para consumo humano, proviene de las aguas subterráneas. La población en la Región Lagunera se estima en alrededor de 1,250,000 habitantes, de los cuales, el 100% depende del agua proveniente del acuífero regional para satisfacer sus necesidades primarias. Esta región ha estado por muchos años dedicada a las actividades agropecuarias, sin embargo, en los últimos 20 años la producción lechera estabulada ha despejado enormemente. La producción de los sistemas forrajeros regionales son altamente tecnificados. Los rendimientos por unidad de superficie son altos, al igual que la calidad del forraje. Para lograr lo anterior es necesario la aplicación de altos volúmenes de agua, fertilizante, y herbicidas. El fertilizante que impacta mayormente en el rendimiento y calidad de los forrajes, es el nitrógeno. Este uso desmedido de agroquímicos ha impactado negativamente la calidad del agua del acuífero regional. En 1981 Castellanos *et al.*, realizó un estudio con el fin de determinar la calidad del agua en el acuífero regional. Sus resultados presentaron regiones con valores por encima de los límites máximos permisible con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual establece 10 ppm de N-NO₃ para consumo humano y 100 ppm para consumo animal como límites máximos permisibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se está realizando en la región que corresponde al acuífero de Villa Juárez. Este acuífero se localiza en el municipio de Lerdo, Durango. Está constituido por material granular, es un acuífero libre; cuenta con una área de 214 Km² y es explotado por 254 pozos que anualmente extraen 57.12 Mm³; su recarga anual es de 100.34 Mm³ y es un acuífero que forma parte del polígono de reserva de agua potable además de ubicarse dentro de la zona de veda para el alumbramiento de las aguas del subsuelo de fecha 6 de Diciembre de 1958. El río Nazas en su paso por el Valle de Villa Juárez es la principal fuente de recarga del sistema acuífero y, la respuesta de los niveles en los pozos, depende en gran medida del régimen de escurrimiento de la presa Fco. Zarco el cual permite la operación del distrito de riego de la Comarca Lagunera. El modelo DRASTIC es un índice de calidad del agua subterránea que sirve para evaluar el potencial de contaminación en grandes áreas usando las características hidrogeológicas de una región (Aller *et al.* 1985). Este modelo fue desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) en los años 80's. Este modelo emplea un sistema de clasificación numérico que asigna ponderaciones relativas a varios parámetros que ayudan en la evaluación de la vulnerabilidad relativa del agua subterránea a la contaminación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que la integración del un modelo numérico como lo es el Drastic, a un sistema de información geográfica, nos permiten realizar análisis de los diferentes factores como: suelos, vegetación, geología, pendiente del terreno, niveles freáticos del acuífero, etc., espacialmente. La información de los pozos profundos muestreados, indicó que el nivel freático en esta área se encuentra en un rango de 3 a 43 metros de profundidad aproximadamente; las pendientes del terreno son en el rango de 13 a 65 por ciento; mientras, que las unidades de suelo varían de fluvisoles (suelos muy permeables) a litosoles (poca o nula permeabilidad).

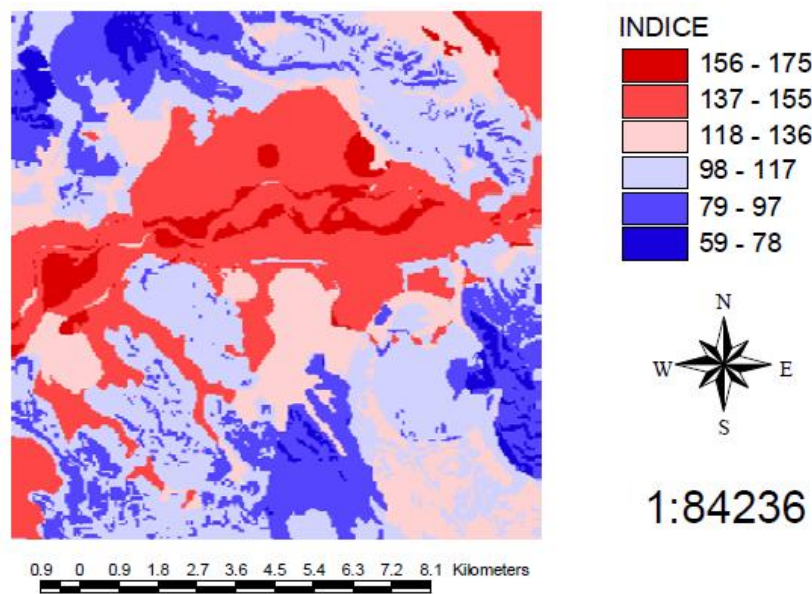


Figura 1.- Distribución espacial del Índice DRASTIC en al acuífero local.

La Figura 1 muestra los índices de percolación obtenidos en el área de estudio, este índice fue obtenido de acuerdo a la metodología propuesta por Williams y Kissel (1991). Como puede observarse, las áreas con mayor índice de percolación se presentan en las áreas aledañas a las riveras del Río Nazas. Cabe mencionar que es en estas áreas en donde la proliferación de ranchos ganaderos y siembras de cultivos forrajeros es notable.

CONCLUSIONES

Los sistemas de información geográfica son una herramienta poderosa para el análisis de problemas a nivel regional. Se generó un Sistema de Información Geográfica para el acuífero de Villa Juárez, Dgo., el cual incluye mapas temáticos de suelos, geología, uso de suelo y vegetación, poblaciones, pozos profundos de uso agrícola, textura de suelo y parámetros hidrológicos relacionados con la distribución del tamaño de partícula del suelo. El análisis regional de la vulnerabilidad del acuífero de Villa Juárez, presenta que aproximadamente 4,500 hectáreas se clasifican o están en condiciones extremas y severas de contaminar el acuífero con contaminantes no puntuales; 7,426.6 en condiciones de moderadas a bajas; y 3,158 hectáreas se clasifican dentro de ligeras y muy ligeras.

LITERATURA CITADA

Aller, L., T. Bennet, J.H. Lehr, and R.J. Petty, 1985." DRASTIC: A standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings". U.S. EPA, Robert S. Kerr Environment Research Lab., Ada, OK. EPA/600/2-85/0108, 163 pp.

Castellanos, J.Z., 1981. La contaminación del agua por nitratos provenientes de la agricultura. SARH. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Seminarios Técnicos ,6(9):139-158.

Engel, B.A., 1992. Water quality modeling using Geographic Information System (GIS) data. , 1992 NASA/ASEE summer faculty fellowship program, John F. Kennedy Space Center, University of Central Florida, August 10th, 1992.

Incidencia y estimación de daño de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en Chile para secado en Jalpa, Zacatecas.

Velásquez-Valle, Rodolfo

Campo Experimental Zacatecas – INIFAP, Km. 24.5 Carretera Zacatecas – Fresnillo, Calera de V.R., Zacatecas, México. CP 98500. E-mail: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

RESUMEN

La presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CLso) en la región norte centro de México ha sido detectada afectando plantas de Chile para secado provocando síntomas como amarillamiento y deformación de hojas, enanismo, ampollamiento foliar y deformación de frutos. Existe una falta de información acerca del efecto de la infección por CLso sobre el desarrollo de

las plantas de chile, por lo tanto el propósito de éste trabajo fue comparar el efecto de la infección por CLso sobre el desarrollo de plantas de chile para secado bajo condiciones naturales. Un número variable de plantas de chile de dos variedades (Mirasol dos venas y Mirasol tres venas) fueron seleccionadas al azar y agrupadas en tres diferentes categorías de daño para estimar el peso fresco y seco de hojas, tallo y ramas y estructuras reproductivas. El peso fresco de tallo y ramas y estructuras reproductivas en plantas con daño leve o medio fue superior al de plantas con daño severo en ambas variedades. Resultados mixtos fueron obtenidos con el peso seco; no se identificó una tendencia clara.

PALABRAS CLAVE: severidad de la enfermedad, variedades de chile, pérdidas por órganos

ABSTRACT

The presence of *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CLso) in the north center region of Mexico has been detected affecting dry chile pepper plants provoking symptoms such as leaf yellowing and deformation, stunting, leaf blistering and fruit deformation. There is a lack of information about the effect of CLso infection on the pepper plants development consequently the aim of this work was to compare the effect of CLso infection on the dried pepper plants development under natural conditions. A variable number of pepper plants from two varieties (Mirasol dos venas and Mirasol tres venas) were randomly chosen and grouped into three different damage categories to estimate the fresh and dry weight of leaves, stem and branches, and reproductive structures. The fresh weight of stem and branches and reproductive structures in plants with light and medium damage was higher than weight from plants with severe damage in both varieties. Mixed results were obtained with dry weight; no clear trends were identified.

KEY WORDS: disease severity, pepper varieties, organ losses

INTRODUCCIÓN

En México la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CLso) ha sido reportada afectando cultivos de papa, jitomate y chile en Coahuila, Durango, Michoacán, Nuevo León, Sinaloa, entre otros (Munyaneza *et al.*, 2009; Camacho-Tapia *et al.*, 2011; Velásquez-Valle *et al.*, 2015a). Según Camacho-Tapia *et al.* (2016) esta bacteria se encuentra restringida a los elementos cribosos del floema del hospedante y a las glándulas salivales del vector; en el floema de las plantas infectadas se encuentran componentes fenólicos, peroxidases, polifenoles, quitinasas, aminoácidos y azúcares que aparecen entre la tercera y quinta semana después de la infección. En Durango los síntomas provocados por CLso en plantas de chile para secado (*Capsicum annuum* L.) durante la aparente fase inicial de la enfermedad consistían en un amarillamiento que podía afectar más del 50% de la lámina foliar mientras que en la parte más joven de esas plantas se observaba una clorosis y un enrollamiento moderado; conforme avanzaba la enfermedad se manifestaban otros síntomas como enanismo, ampollamiento de las hojas, enanismo y deformación de frutos (Velásquez-Valle *et al.*, 2015b). En plantas de papa CLso provoca una reducción de 61% en el rendimiento y los tubérculos presentan menor materia seca que los sanos (Liefting *et al.*, 2008). La presencia de CLso infectando plantas de chile para secado en el norte centro de México es reciente; se desconocen amplios aspectos de la interacción entre esta bacteria y las plantas de chile por lo que es necesario determinar la forma en que CLso afecta el desarrollo de su hospedero, por lo tanto el objetivo del presente trabajo consistió en comparar el efecto de la infección por CLso en el desarrollo de plantas de chile para secado bajo condiciones naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Plantas de chile de dos líneas de chile para secado tipo Mirasol (con frutos de dos y tres venas) y con síntomas de infección por CLso fueron colectadas en una parcela experimental localizada en Jalpa, Zacatecas. Se establecieron tres categorías de daño; leve (algunas hojas con bandas amarillas cubriendo parcialmente la lámina foliar; con presencia de estructuras reproductivas); medio (hojas jóvenes con mosaico y con estructuras reproductivas de escaso tamaño y deformes); y severo (plantas achaparradas con hojas deformes y sin estructuras reproductivas maduras). De cada genotipo se colectó un número variable de plantas para medir las siguientes variables: peso fresco y seco de hojas, tallo y ramas, estructuras reproductivas (incluyendo su número) así como el peso total de las plantas muestreadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso fresco

Mirasol dos venas

De acuerdo con los valores de la DS no se encontró diferencia en el peso del follaje independientemente de la severidad del daño causado por la infección de CLso; sin embargo las plantas con daño severo presentaron un peso menor de tallo y ramas, de estructuras reproductivas y peso total que las que mostraban daño leve y medio; no se detectó diferencia en el número de estructuras reproductivas en las tres categorías de daño, según los valores de la DS (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la infección natural por CLso en el peso fresco de diferentes órganos de plantas de chile para secado tipo Mirasol dos venas.

Daño	Hojas (g)	Tallo y ramas (g)	Estructuras reproductivas		Peso total (g)
			Peso (g)	Número	
Leve	20.5 ± 4.1	13.9 ± 2.8	25.1 ± 20.1	29 ± 25.1	59.5 ± 15.5
Medio	18.9 ± 2.9	14.2 ± 3.7	10.1 ± 3.9	52.4 ± 11	43.3 ± 4.8
Severo	15.8 ± 2.4	7.9 ± 1.6	1.79 ± 1.1	42.8 ± 10.6	25.6 ± 3.1

Mirasol tres venas

El peso de hojas de plantas con daño medio fue superior al de plantas con daño severo aunque no hubo diferencia entre el peso de hojas provenientes de plantas con daño leve y medio. El peso de tallos y ramas entre plantas con daño leve y medio fue similar pero mayor que el de plantas con síntomas severos. El peso de las estructuras reproductivas de las plantas con síntomas medios fue similar al de plantas con síntomas leves pero superior al de plantas con daño severo. El peso total de las plantas con daños leves y medios fue similar entre sí pero diferente del expresado por plantas con daño severo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la infección natural por CLso en el peso fresco de diferentes órganos de plantas de chile para secado tipo Mirasol tres venas.

Daño	Hojas (g)	Tallo y ramas (g)	Estructuras reproductivas		Peso total (g)
			Peso (g)	Número	
Leve	15.7 ± 7.7	8.9 ± 4.5	0.61 ± 0.4	14.3 ± 7.4	25.3 ± 12.5
Medio	20.9 ± 3.9	8.9 ± 4.2	0.93 ± 0.3	18.0 ± 6.3	30.8 ± 8.1
Severo	7.1 ± 1.7	2.8 ± 1.0	0.28 ± 0.2	9.8 ± 5.1	10.2 ± 2.4

Peso seco

Mirasol dos venas

El peso seco de las hojas en las categorías de daño leve y medio fue similar pero en ambos casos diferente al de las hojas en las plantas con categoría de daño severo, de acuerdo con los valores de DS. Al comparar el peso seco de tallos y ramas se encontró una tendencia similar; el peso de esos órganos en plantas con daño leve y medio fue similar, incluso entre las categorías medio y severo no se registró diferencia pero se registró diferencia entre el peso seco de tallo y ramas entre las categorías de daño leve y severo. El peso seco de las estructuras reproductivas resultó similar entre las plantas con daño leve y medio pero mayor al de las estructuras reproductivas de plantas con daño severo. El peso seco total de plantas con las categorías de daño leve y medio no resultó diferente fue superior en ambos casos al de plantas con categoría de daño severo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la infección natural por CLso en el peso seco de diferentes órganos de plantas de Chile para secado tipo Mirasol dos venas.

Daño	Hojas (g)	Tallo y ramas (g)	Estructuras reproductivas (g)	Peso total (g)
Leve	4.9 ± 0.717	3.5 ± 1.088	3.0 ± 1.835	11.4 ± 1.265
Medio	5.2 ± 1.087	3.2 ± 1.345	1.4 ± 0.372	9.8 ± 2.272
Severo	3.5 ± 0.491	1.6 ± 0.483	0.3 ± 0.211	5.4 ± 0.841

Mirasol tres venas

El impacto de la infección por Clso en el peso seco de las hojas así como del tallo y ramas no mostró diferencia entre las plantas con daño leve y medio; incluso fue similar entre plantas con daño leve y severo pero diferente entre las plantas con daño medio y severo, según los valores de DE. El peso seco de las estructuras reproductivas no mostró diferencias entre ninguna de las categorías de daño. El peso total de las plantas con síntomas leves resultó similar al de las plantas con síntomas medios y severos pero el peso de las plantas con síntomas severos fue inferior al de plantas con síntomas medios (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la infección natural por CLso en el peso seco de diferentes órganos de plantas de Chile para secado tipo Mirasol tres venas.

Daño	Hojas (g)	Tallo y ramas (g)	Estructuras reproductivas (g)	Peso total (g)
Leve	2.6 ± 1.187	1.2 ± 0.594	0.07 ± 0.041	3.8 ± 1.812
Medio	3.4 ± 0.74	1.7 ± 0.674	0.1 ± 0.060	5.2 ± 1.16
Severo	1.4 ± 0.385	0.5 ± 0.226	0.03 ± 0.026	1.9 ± 0.559

La acumulación de materia seca por órgano de las plantas siguió el mismo comportamiento, independientemente de la variedad o categoría de daño; la mayor cantidad de peso seco se acumuló en el follaje seguido por los tallos y ramas y finalmente, por las estructuras reproductivas (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Distribución de la materia seca en plantas de Chile Mirasol dos venas infectadas por CLso.

Daño	Hojas	%			Peso total
		Tallos y ramas	Estructuras reproductivas		
Leve	42.8	30.5	26.7	100	
Medio	52.8	32.6	14.6	100	
Severo	64.3	29.1	6.6	100	

Es importante señalar que en las plantas de Mirasol tres venas el peso de las estructuras reproductivas no exhibió cambios drásticos en las tres categorías de daño en oposición a lo expresado por las plantas de Mirasol dos venas donde el peso de las estructuras reproductivas se redujo al aumentar la categoría de daño (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 6. Distribución de la materia seca en plantas de Chile Mirasol tres venas infectadas por CLso.

Daño	Hojas	%			Peso total
		Tallos y ramas	Estructuras reproductivas		
Leve	66.7	31.4	1.9	100	
Medio	64.4	32.7	2.9	100	
Severo	72.8	25.4	1.8	100	

La mayor parte del peso de las plantas de ambas variedades sin importar su condición sanitaria se concentra en el follaje aunque esto es más evidente en las plantas de Mirasol tres venas pero también se observa, especialmente en las plantas de Mirasol dos venas, que el porcentaje de peso acumulado en las hojas es mayor a medida que se incrementa la severidad de la enfermedad, lo que podría explicar el aspecto arbustivo de algunas plantas con síntomas severos (Cuadros 5 y 6). Al comparar el peso seco del follaje así como de tallo y ramas de ambas variedades se encontró que fue similar en la categoría de daño medio pero diferente en las categorías leve y severa. En todas las categorías de daño el peso de las estructuras reproductivas y peso total en plantas de Mirasol dos venas fue superior al de Mirasol tres venas (Cuadros 3 y 4).

La infección natural por CLso afectó el peso de algunos órganos de las plantas de Chile aunque su magnitud resultó variable.

La respuesta de plantas pertenecientes a las variedades de Chile para secado Mirasol dos venas y Mirasol tres venas fue diferente en variables como peso en seco de estructuras reproductivas y peso total.

LITERATURA CITADA

Camacho-Tapia, Rojas-Martínez, R.I., Zavaleta-Mejía, E., Hernández-Dehesa, M.G., Carrillo-Salazar, J.A., Rebollar-Alviter, A., and Ochoa-Martínez, D.L. 2011. Etiology of chili pepper variegation from Yurecuaro, México. *Journal of Plant Pathology* 93:331-335.

Camacho-Tapia, M., Rojas-Martínez, R.I., Rebollar-Alviter, A., Aranda-Ocampo, S. y Suarez-Espinoza, J. 2016. Biological, ecological, epidemiological and management aspects of *Candidatus Liberibacter*. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 22:5-16.

Liefting, L.W., Perez-Egusquiza, Z.C., Clover, G.R.G., and Anderson, J.A.D. 2008. A new “*Candidatus Liberibacter*” species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. *Plant Disease* 92:1474.

Munyaneza, J.E., Sengoda, V.G., Crosslin, J.M., Garzón-Tiznado, J.A., and Cárdenas-Valenzuela, O.C. 2009. First report of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” in tomato plants in Mexico. *Plant Disease* 93:1076.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., Mena-Covarrubias, J., Salas-Muñoz, S., and Mauricio-Castillo, J.A. 2015a. Outbreak of *Candidatus Liberibacter solanacearum* in dried chile pepper in Durango, Mexico. *Agrofaz* 3:87-92.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Mena-Covarrubias, J. 2015b. Presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en chile para secado en Durango, México. Folleto Técnico Núm. 68. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V.R., Zacatecas, México. 32 p.

Productividad agrícola del agua en nogal pecanero del municipio de Nazas, Durango

Ríos Flores José Luis^{1*}, Leyva Ovalle Ángel², Ordaz Hernández Juan Carlos², Alvarado Villareal Gabriel², Torres Moreno Miriam³

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Carretera Gómez Palacio – Ciudad Juárez Km 38.5., Bermejillo, Durango. México. CP 35230 e-mail: Tel. + 52 (871)-7760160. ²Universidad Autónoma Chapingo –División de Ciencias Forestales Texcoco Edo de México, CP. 56230. ³SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

*Autor de correspondencia: j.rf2005@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de fue determinar la productividad agrícola del agua en el cultivo de nogal pecanero en el municipio de Nazas, Durango, México, producido bajo condiciones de riego por bombeo y gravedad. Los resultados indican que la productividad en términos físicos fue 0.088 kg m⁻³ en Nazas y 0.075 kg m⁻³ en el DR017. Asimismo el nogal del municipio de Nazas empleo 11.32 m³ kg⁻¹, mientras en el DR017 se utilizaron 13.25 m³ kg⁻¹. La productividad del suelo fue de 1.55 ton ha⁻¹ en Nazas y 1.55 ton ha⁻¹ en el DR017, mientras la ganancia por hectárea fue MX\$38, 963 en Nazas y MX\$28,490 de ganancia en el DR017. Asimismo, un hm³ de agua generó 14.1 empleos en el municipio de Nazas y 14.7 empleos en el DR017. Un millón de pesos produjo 8.7 empleos en el municipio de Nazas y 10 empleos en el DR017. Una hora de trabajo produjo 2.72 kg de nuez en el municipio de Nazas y 2.23 kg de nuez a nivel DR017, así como MX\$68.18 h⁻¹ y MX\$49.62 h⁻¹ de ganancia respectivamente. Se concluye que la productividad del agua fue mayor en el municipio de Nazas en relación a la determinada a nivel DR017.

Palabras clave: agua virtual, productividad del agua, nogal, huella hídrica.

ABSTRACT

The objective was to determine the agricultural water productivity in the cultivation of pecan in the municipality of Nazas, Durango, Mexico, produced under irrigation by pumping and gravity. The results indicate that productivity in physical terms was 0.088 kg m^{-3} in Nazas and 0.075 kg m^{-3} in the DR017. Likewise the pecan from municipality of Nazas employment $11.32 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, while in the DR017 was used $13.25 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Soil productivity was 1.55 t ha^{-1} in Nazas and 1.55 t ha^{-1} in the DR017, while profit per hectare was MX\$38,963 in Nazas and MX\$28,490 in the DR017. Also, a hm^3 of water generated 14.1 jobs in the municipality of Nazas and 14.7 jobs in DR017. One million pesos produced 8.7 jobs in the municipality of Nazas and 10 jobs in DR017. An hour of work produced 2.72 kg of walnut in the municipality of Nazas and 2.23 kg in the DR017 and MX\$68.18 h^{-1} and MX\$49.62 h^{-1} from gain respectively. It is concluded that water productivity was higher in the municipality of Nazas in relation to the level determined DR017.

Key words: virtual water, water productivity, pecan, water footprint.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es el mayor usuario de agua, lo que representa casi el 70% de las extracciones a nivel mundial, y hasta un 95 por ciento en los países en desarrollo. El agua necesaria para cultivar cereales, se calcula que es de aproximadamente 1,000 - 3,000 metros cúbicos por tonelada (Hoekstra y Hung, 2005). De acuerdo con la FAO (2002), la productividad del agua se denomina eficiencia y esta no es más que la cantidad o relación de la cantidad de producto obtenido que se genera o “salidas” y la cantidad de agua que se utiliza o “entradas” para producir tal producto. Estas “salidas” podrían ser biológicas tales como cultivos (granos, frutas o verduras), o animales (carne, leche, huevo, pescado, piel, o lana) y se puede expresar en términos de rendimiento productivo, rendimiento nutricional, o valor económico. Hoekstra y Chapagain, (2004), en el caso de la producción de nuez de cáscara a nivel mundial utiliza el 2% del total del agua que es utilizada para riego en todo el mundo, al igual que la producción del café y del mijo, mientras que el maíz utiliza 9% del total del agua utilizada para riego. Wilchens, (2001), menciona que la producción de nuez con cáscara en el caso de México utiliza $2,811 \text{ m}^3$ de agua por tonelada de nuez con cáscara producida en el país, mientras que el pistacho, que también es característico de la región utiliza $25,496 \text{ m}^3$ de agua por tonelada, la naranja 772 m^3 de agua por tonelada, las mandarinas, nectarinas y chabacanos $3,165 \text{ m}^3$ de agua por tonelada, mientras que la vid consume 601 m^3 de agua por tonelada, la sandía utiliza 236 m^3 de agua por tonelada y el melón 169 m^3 de agua por tonelada de producto (Hoekstra y Chapagain, 2004).

De acuerdo con Hoekstra y Hung (2005), existen diferencias entre países en cuanto a la eficiencia productiva del agua en el nogal, por ejemplo mientras que en México como ya se mencionó antes se utilizan $2,811 \text{ m}^3$ de agua por tonelada de nuez, al comparar contra los principales países productores de nuez de cáscara se observa que Australia utiliza $2,623 \text{ m}^3$ de agua por tonelada de nuez, Argentina $1,702 \text{ m}^3$ de agua por tonelada de nuez, Sudáfrica $2,759 \text{ m}^3$ / tonelada, Perú $2,077 \text{ m}^3$ / tonelada, Israel 949 m^3 / tonelada, Brasil $2,087 \text{ m}^3$ / tonelada, Egipto $2,122 \text{ m}^3$ / tonelada y Estados Unidos $1,150 \text{ m}^3$ / tonelada. La producción de alimentos y el uso del agua son dos procesos estrechamente vinculados. A medida que la competencia por el agua se intensifica en todo el mundo, el agua en la producción de alimentos debe ser utilizada de manera más eficiente

(Pasquale, Hsiao y Federes, 2007). El concepto de la productividad del agua fue establecido por Kijne *et al.* (2003) como una medida sólida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento. Sin embargo la determinación de tal concepto en la práctica se utilizara como una herramienta de diagnóstico para determinar la eficiencia del uso del agua ya sea alta o baja en los sistemas agrícolas o subsistemas; y en segundo lugar, proporciona una visión sólida para la determinación en las oportunidades de redistribución de agua en las cuencas hacia un objetivo de aumento de la productividad del agua a escala de cuenca y global. Lo que finalmente permitirá a los tomadores de decisiones hacer juicios acerca de qué alternativas puede haber para resolver los problemas técnicos, de la productividad del agua, acerca de si una región es o no eficiente en la producción agrícola. Por ello el objetivo de este trabajo fue la determinación de la productividad física, monetaria y social del nogal pecanero del municipio de Nazas, perteneciente al Distrito de Riego 017, Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

De acuerdo con el INEGI (2015), el municipio de Nazas, Durango se ubica geográficamente entre los paralelos 24° 57' y 25° 36' de latitud norte; los meridianos 103° 46' y 104° 24' de longitud oeste; altitud entre 1 100 y 2 500 m. Colinda al norte con los municipios de San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo, Mapimí y Lerdo; al este con los municipios de Lerdo y Cuencamé; al sur con los municipios de Cuencamé, Peñón Blanco y San Juan del Río; al oeste con los municipios de San Juan del Río, Rodeo y San Luis del Cordero. Ocupa el 2.0% de la superficie del estado.

La temperatura promedio oscila entre los 14–24°C, la precipitación varía de los 200-500 mm. El clima se clasifica como Muy seco semicálido con lluvias en verano (52.9%), seco semicálido con lluvias en verano (23.7%), seco templado con lluvias en verano (19.4%), muy seco muy cálido y cálido con lluvias en verano (2.2%), semiseco templado con lluvias en verano (1.8%). Por otro lado, el uso del suelo se clasifica de la siguiente forma: Agricultura (6.3%), zona urbana (0.1%) y no aplicable (0.1%) Matorral (91.3%), pastizal (1.5%) y área sin vegetación (0.3%) (INEGI, 2015). Se seleccionó al municipio de Nazas, Durango por ser uno de los dos municipios más importantes en la producción de nuez en el DR-017. Nazas, Dgo., tiene una extensión total de 2,412.80 km², cuenta con 19,112 habitantes distribuidos en 48 localidades, SAGARPA (2014).

Fuentes de información

Se utilizó la base de datos del SIAP (Sistema Información Agroalimentario y Pesquero) ciclo agrícola 2013, empleándose de esa fuente datos de superficie cosechada (ha), producción física anual (ton), Valor Bruto de la Producción (VBP, en \$ miles de pesos), con ellos se generaron los datos de rendimiento físico “RF” anual (ton ha⁻¹), precios medios rurales (\$ nominales ton⁻¹), y rendimiento monetario “RM” por hectárea (\$ nominales ha⁻¹).

Los costos de producción por hectárea “C” se tomaron de los anuarios estadísticos de la producción agropecuaria de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Así, al RM se le restó “C” y se obtuvo la ganancia por ha. Así, se determinó la rentabilidad del cultivo usando la fórmula de la Relación Beneficio-Costo “RB/C”, esto es: $RB/C = RM/C$.

El volumen “V” de agua usado en una hectárea por el cultivo se obtuvo multiplicando la *precipitación anual promedio* por 10,000 (los m² de una ha), y para obtener todo el volumen de agua usado en toda la superficie cosechada, se multiplicó “V” por la superficie cosechada.

Se definió *un empleo* como el equivalente a la cantidad de jornadas que un ser humano promedio realiza en un año en condiciones promedio. De esa manera, se supuso que se trabajaba una jornada por día (entendiendo que una jornada son ocho horas de trabajo) durante seis días a la semana por 48 semanas al año, es decir: 6 jornadas por 48 semanas = 288 jornadas = 1 empleo. Así, para obtener el número de empleos se multiplicó el total de jornales por ha que se invierten normalmente en el cultivo por la superficie cosechada, eso arrojó el total de jornadas que en un año se generaron, luego se le dividió entre 288 para obtener así el número de empleos generados.

Ecuaciones matemáticas empleadas y variables

1) De productividad del suelo, de dominio general:

a) Rendimiento físico “RF”, medido en ton ha⁻¹, o en kg ha, según se lo demande en la ecuación pertinente, el RF está determinado por la ecuación:

$$RF = \frac{\text{Producción}}{\text{superficie cosechada}} = \frac{\text{ton de producto}}{\text{una ha}} = \frac{\text{kg de producto por ha}}{\text{una ha}}$$

2) De la productividad del capital invertido:

a) Ingreso por ha, llamado también rendimiento monetario “RM”, medido en MX\$, determinado por la ecuación:

$$RM = RF * p$$

Donde;

p = precio ton⁻¹, en US\$.

b) Ganancia Bruta por ha “gb”, medida en MX\$, determinado por la ecuación:

$$gb = RM - CO$$

Donde;

“CO” es el costo de operación por ha en MX\$.

c) Ganancia Neta por ha “gn”, medida en MX\$, determinado por la ecuación:

$$gn = RM - CN$$

Donde:

“CN” es el costo total por ha en MX\$, donde C incluye depreciación de capital fijo y renta del suelo.

e) Relación Beneficio –Costo “RB/CN”, donde “RB” es lo señalado arriba como “RM”, esto es el ingreso por hectárea, mientras que “CN” es el costo neto. También se puede considerar al costo bruto “CB” en vez de CN, ello implicaría que la RB/C estaría saliendo artificialmente alta, es decir, estimar la RB/C con CN es más exacta en tanto el costo por hectárea es más real, más elevado que CB. Se le estimó con el modelo:

$$RB/C = \frac{RM}{CN}$$

f) Productividad *social* del capital “Empleos MMX\$⁻¹”, medido como la cantidad de empleos generados por cada millón de pesos invertidos en la producción, determinado por la ecuación:

$$E \text{ MMX\$} = \frac{31250}{9} \left(\frac{J}{CN} \right)$$

Donde;

“CN” es el costo neto por hectárea, es decir aquel costo que ya tomó en cuenta a la depreciación de maquinaria y equipo y la renta del suelo, puede también tomarse el costo bruto

“CB” o costo de operación (esto es, el costo por hectárea que aún no considera la depreciación de maquinaria y equipo ni la renta del suelo), pero en tanto CB es mayor que CN, necesariamente “E MMX\$” será menor.

Otra forma de productividad *social* del capital, es aquella que mide a la cantidad de capital invertido necesario para crear un empleo permanente, llamémosle “MX\$ E⁻¹”, el cual está dado por la ecuación:

$$\text{MX\$ E}^{-1} = 288 * \left(\frac{CN}{J} \right)$$

3) De la Huella Hídrica:

e) Huella hídrica en términos *físicos*, como *índice de productividad física del agua*, en Kg m⁻³, determinado por la ecuación

$$\text{kg m}^{-3} = \frac{RF}{V} = \frac{RF}{10,000LR} = 0.0001RF(LR)^{-1}$$

Donde “V” es el volumen de agua usado por ha (en m³), equivalente al producto de la lámina de riego “LR” por 10 mil m².

f) Huella hídrica en términos *físicos*, como *índice de eficiencia física del uso del agua*, en m³ kg⁻¹, determinado por la ecuación:

$$\text{m}^3 \text{ kg}^{-1} = \frac{V}{RF} = \frac{10,000LR}{RF} = 10,000LR (RF)^{-1}$$

Donde;

RF está en kg ha⁻¹.

Huella hídrica en términos *económicos*, como *índice de productividad económica del agua* usada en el riego, en centavos de MX\$ de *ganancia bruta* m⁻³, determinado por la ecuación:

$$\text{MX\$ de ganancia Bruta m}^{-3} = \frac{gb}{V} * 100$$

Donde;

La ganancia bruta “gb” está en MX\$ por ha, “V” en m³ por ha.

Huella hídrica en términos *económicos*, como *índice de productividad económica del agua* usada en el riego, en centavos de MX\$ de *ganancia neta* m⁻³, determinado por la ecuación:

$$\text{MX\$ de ganancia Neta m}^{-3} = \frac{gn}{V} * 100$$

Donde:

La ganancia neta “gn” está en US\$ por ha, “V” en m³ por ha.

f) Precio del agua, determinado por el precio estimado por del m³ de agua usada por el productor en el riego, “Precio m⁻³”, determinado por la ecuación:

$$P \text{ m}^{-3} = \frac{\text{Costo del rubro de riego / ha}}{V}$$

g) Huella hídrica en términos *sociales*, como índice de productividad social, medida en Empleo hm⁻³, determinada por la ecuación:

$$\text{Empleos hm}^{-3} = 1,000,000 * \left(\frac{J / 288}{V} \right) = \frac{31250}{9} JV^{-1}$$

Donde “J” es el número de jornales por ha y 288 es el número de jornadas de trabajo que en un año tiene un trabajador a razón de 6 jornadas por semana durante 48 semanas al año.

3) De la productividad de la fuerza laboral:

a) La primera forma en cómo se midió la productividad del trabajo fue en su forma de **kg de manzana producidos por cada trabajador**, “Kg trabajador⁻¹”, determinado por la ecuación:

$$\text{kg trabajador}^{-1} = 288 * \left(\frac{RF}{j} \right)$$

Donde:

RF debe estar en kg por hectárea, si se lo expresa en ton por hectárea la ecuación deberá multiplicarse por 1000.

b) La segunda forma en cómo se midió la productividad del trabajo fue en su forma de **kg de manzana producidos por hora de trabajo**, “Kg h⁻¹”, determinado por la ecuación:

$$\text{kg trabajador}^{-1} = 125 * \left(\frac{RF}{J} \right)$$

Donde:

RF debe estar en ton por hectárea, si se lo expresa en kg por hectárea la ecuación deberá dividirse entre 1000.

c) La tercera forma en cómo se midió la productividad del trabajo fue en su forma de **hora invertidas de trabajo por ton de manzana producida**, “h ton⁻¹”, determinado por la ecuación:

$$h \text{ ton}^{-1} = 8 \frac{J}{RF}$$

Donde:

RF debe estar en ton por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción, rentabilidad, demanda hídrica y empleo generado en la producción de nogal pecanero en el municipio de Nazas, Durango.

El mercado agrícola de la producción de nogal a nivel Distrito de Riego 017, se caracterizó en el año agrícola 2014 por contar con 7, 131 ha cosechadas, en las cuales se produjo un volumen de 9,131 ton, mismas que tuvieron un valor en el mercado igual a \$381.66 millones de pesos. Desagregando esas cifras, se observa que en el municipio de Nazas se cosecharon un total de 1, 207 hectáreas, de las cuales 202 hectáreas son de bombeo (16.73%) y 1,005 hectáreas de gravedad (83.26%). Respecto de la producción municipal se obtuvieron un total de 1, 875.8 toneladas de nuez, de las cuales el 83.70% corresponden a la producción de gravedad y el

restante 16.29% corresponden a la producción de bombeo. A nivel municipal el valor de la producción agrícola fue de \$81.26 millones de pesos, de los cuales la producción de gravedad aportó el 83.70% de ese valor y el restante 16.29% del valor lo aportó la producción de bombeo. A nivel municipal el municipio de Nazas contribuyó con el 16.9% de la superficie cosechada, el 20.5% de la producción física anual y el 21.3% del VBP regional.

Esa misma fuente indica que el rendimiento promedio en el municipio de Nazas fue de 1.55 ton ha⁻¹, observándose mayor rendimiento en el caso del nogal producido bajo riego por gravedad con 1.56 ton ha⁻¹ versus 1.51 ton ha⁻¹ en el nogal pecanero producido bajo riego por bombeo. Asimismo en el Cuadro 1, el rendimiento a nivel distrital para el ciclo agrícola 2014 fue de 1.28 ton ha⁻¹, lo que indica que el rendimiento del nogal producido en el municipio de Nazas fue 21.4% superior al determinado en el Distrito de Riego 017.

Cuadro 1: Superficie, producción, valor de la producción, ingresos, costos, rentabilidad, agua usada y empleo en el cultivo de Nogal pecanero (*Carya illinoensis*) irrigado por gravedad y bombeo en el municipio de Nazas, Durango en el DR-017 Comarca Lagunera, ciclo agrícola 2014.

Variable macroeconómica	Nazas, Dgo				E) Promedio en Comarca Lagunera (bombeo + gravedad)	Nogal en La Comarca Lagunera (bombeo + gravedad)	F = D / E en %
	A) Nogal de bombeo	B) Nogal de gravedad	C) Suma de ambos tipos de riego (A+B)	D) Promedio de ambos tipos de riego			
Superficie cosechada (ha)	202	1005		1207		7,131	16.9%
Producción física anual (ton)	306	1570.16		1875.8		9,131	20.5%
VBP (Millones de pesos)	\$ 13.24	\$ 68.02		\$ 81.26		\$ 381.66	21.3%
Ton/ha	1.51	1.56		1.55		1.28	121.4%
Precio (MX\$) ton ⁻¹	\$ 43,322	\$ 43,322		\$ 43,322		\$ 41,800	103.6%
Ingreso (MX\$) ha ⁻¹	\$ 65,549	\$ 67,684		\$ 67,326		\$ 53,521	125.8%
Costo (MX\$)ha ⁻¹	\$ 32,490	\$ 27,534		\$ 28,363		\$ 25,031	113.3%
Ganancia (MX\$) ha ⁻¹	\$ 33,059	\$ 40,150		\$ 38,963		\$ 28,490	136.8%
Relación Beneficio/Costo	2.02	2.46		2.37		2.14	111.0%
# de jornales/ha	72.27	71.27		71.44		71.78	99.5%
Kg de nuez por jornada	20.9	21.9		21.8		17.84	121.9%
Ganancia monetaria/jornada	\$ 457	\$ 563		\$ 545		\$ 397	137.4%
Lámina de riego (m)	1.2	1.2		1.20		1.20	100.0%
Eficiencia de conducción	0.82	0.66		0.68		0.71	
Volumen de agua usado por hectárea (m ³)	14,634	18,182		17,588		16,969	103.6%
Volumen de agua usado en toda la superficie cosechada (en hm ³ =1 millón de m ³ = 1000 millones de L)	2.96	18.27		21.23		121.01	17.5%
Ganancia monetaria total (Millones de MX\$)	\$ 6.68	\$ 40.35		\$ 47.03		\$ 203.16	23.1%
Total de jornales al año	14,599	71,626		86,225		511,833	16.8%

Número de empleos permanentes/año	51	249	299	1,777	16.8%
Inversión de capital (Millones de MX\$)	\$ 6.56	\$ 27.67	\$ 34.23	\$ 178.50	19.2%

Fuente: Elaboración propia, con base en cifras de superficie cosechada, producción, y VBP reportados en el Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria DR-017 Comarca Lagunera, Lerdo, Durango y cuadro Anexo 1.

El precio por tonelada en el municipio de Nazas, fue de \$43,322 ton⁻¹, asimismo se determinó que independientemente de la forma de riego el precio por tonelada pagado en el municipio es el mismo, mientras que el pagado a nivel Distrito de Riego, donde el precio por tonelada de producto fue de \$41, 800 ton⁻¹, lo que indica que el precio promedio municipal fue 3.6% superior al del Distrito de Riego 017. Asimismo en cuanto al ingreso por hectárea, se observa que a nivel distrital fue de \$53,521 ha⁻¹, mientras que en el municipio de Nazas el ingreso por hectárea fue de \$67,326 ha⁻¹ en promedio, oscilando de \$65, 549 ha⁻¹ en el nogal de bombeo a \$67, 684 ha⁻¹ en el nogal producido en gravedad, lo que indica que el ingreso por hectárea obtenido en el municipio de Nazas fue 25.8% superior al obtenido a nivel distrital.

Respecto del costo por hectárea se encontró que en promedio a nivel distrital el costo fue \$25, 031 ha⁻¹, mientras que en el caso del nogal producido a nivel municipal el costo fue de \$28, 363 ha⁻¹, lo que indica que el costo por hectárea en el municipio de Nazas fue 13.3% superior al del nogal promedio distrital. Desglosando las cifras, se observa que el nogal producido en bombeo tiene un costo de producción de \$32,490 ha⁻¹, mientras el producido en gravedad tiene un costo de producción de \$27, 534 ha⁻¹, por lo que la ganancia por hectárea a nivel distrital fue de \$28,490 ha⁻¹, mientras la ganancia a nivel municipal fue de \$38,963 ha⁻¹, lo que indica que la ganancia por hectárea a nivel municipal fue 36.8% superior a la determinada a nivel Distrito de Riego.

De acuerdo con el Cuadro 1, la Relación Beneficio/Costo a nivel Distrito de Riego fue de 2.14, mientras que la del nivel municipal fue de 2.37, lo que implica que la rentabilidad a nivel municipal fue 11% superior en el municipio de Nazas, en relación a la rentabilidad determinada a nivel distrital. Asimismo la Relación Beneficio/Costo del nogal pecanero producido en bombeo fue de 2.02 y de 2.46 en la producción de nuez bajo riego por gravedad.

Respecto de la lámina de riego se calcula que en promedio tanto a nivel distrital como municipal es de 1.20m, sin embargo a pesar de tenerse la misma lámina de riego se tiene una diferente eficiencia de conducción, mientras a nivel distrital en promedio se tiene una eficiencia de conducción del 71% a nivel municipal se tiene una de 68%, desglosado en 82% en nogal de bombeo y 66% en nogal de gravedad. Con esos datos se calculó el volumen de agua empleado por hectárea, observándose que a nivel distrital se emplearon un total de 16, 969 m³ por hectárea, por lo que de acuerdo con los cálculos de la superficie se emplearon un total de 121.01 hm³, mientras que en el municipio de Nazas se emplearon un total de 17, 588 m³ por hectárea, por lo que de acuerdo con los cálculos de la superficie se emplearon un total de 21.23 hm³ (2.96 hm³ en el nogal de bombeo y 21.23 hm³ en el nogal de gravedad).

A nivel regional se observa que la ganancia a nivel distrital fue de \$203.16 millones de pesos, de los cuales el municipio de Nazas aportó \$47.03 millones de pesos (\$6.68 millones en el nogal de

bombeo y \$40.35 millones en el nogal de gravedad), lo que indica que la ganancia monetaria a nivel municipal representó el 23% de la ganancia a nivel regional. Asimismo el Cuadro, 2, indica que el número de jornales a nivel distrital para la producción de nogal pecanero fue de 511, 833 jornales, de los cuales el municipio de Nazas aportó 86, 225 jornales (14, 599 jornales en nogal de bombeo, y 71, 626 jornales en nogal de gravedad), lo que representa el 16.8% de los jornales a nivel regional.

De acuerdo con el número de jornales empleados, se calcula que el número de empleos permanentes 1, 777 empleos permanentes, de los cuales el municipio de Nazas generó 299 empleos permanentes (51 en nogal bajo riego por bombeo y 249 en nogal bajo riego por gravedad), lo que indica que el municipio de Nazas, generó el 16.8% del empleo que se generó a nivel regional por la producción de nogal pecanero.

Asimismo el Cuadro, 2 indica que la inversión que se tuvo que realizar para lograr obtener una ganancia regional de \$203.16 millones de pesos fue \$178.50 millones de pesos, mientras que en el municipio de Nazas se tuvieron que invertir \$34.23 millones de pesos (\$6.56 millones de pesos en el nogal de bombeo y \$27.67 millones de pesos en el nogal de gravedad), lo que indica que el municipio de Nazas invirtió el 19% de la inversión regional.

Indicadores de las huellas hídricas física, económica y social e indicadores de productividad del capital y del trabajo en la producción de nogal pecanero en el municipio de Nazas, Durango.

Productividad del suelo

El Cuadro 2 contiene los indicadores de la productividad del suelo, el agua, el capital y de la fuerza laboral. La productividad del suelo fue medida como ton ha^{-1} , ingreso bruto (MX\$) ha^{-1} y ganancia neta (MX\$ ha^{-1}). Los indicadores de eficiencia y productividad del agua fueron quienes evaluaron la huella hídrica, en sus tres formas: física ($\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ y kg m^{-3}), económica (bajo diversas formas, destacándose \$MX de ganancia neta m^{-3}) y social (Empleo generado hm^{-3}). La productividad del capital fue evaluada solo en su forma social, en tanto ya se le discutió en su forma de rentabilidad, así, se le midió como Empleos generados por cada millón de dólares invertidos. La productividad laboral fue medida bajo la forma de kg de nuez producida por trabajador, kg de nuez producida por hora de trabajo y horas de trabajo invertidas por tonelada de nuez producida.

Si bien la productividad del suelo fue discutida en el apartado 5.2, lo fue solamente en base rendimiento físico por ha, así como a cifras relativas, bajo la forma de RB/C, por lo que ahora toca analizarles en forma de ingreso y ganancia generado por hectárea. Así, se determinó que la misma superficie de nogal pecanero, una hectárea, de acuerdo al Cuadro 2, produjo un ingreso bruto muy variable (dada la diferente productividad física del suelo y los precios), que fue desde los MX\$65,549 ha^{-1} en el nogal de bombeo, hasta los MX\$67,684 ha^{-1} en nogal de gravedad, correspondiéndole al Distrito de riego un ingreso bruto igual a MX\$53, 521 ha^{-1} , de allí que se determine que el ingreso bruto del municipio de Nazas fue 26% superior a la ganancia obtenida a nivel distrital.

En relación a la ganancia neta, esto es, al ingreso bruto menos el costo que ya incluye depreciación de maquinaria y equipo así como renta del suelo, se determinó que está oscilo de los

MX\$33, 059 ha⁻¹ en el nogal de bombeo, hasta los MX\$40, 150 ha⁻¹ en el nogal bajo riego por gravedad. Asimismo, la ganancia neta obtenida a nivel distrital fue de MX\$28, 490 ha⁻¹, lo que indica que la ganancia neta del municipio de Nazas, Durango fue 37% superior a la determinada a nivel distrital (ver Cuadro 2).

Indicadores de la huella hídrica física, económica y social.

Los indicadores de productividad y eficiencia mediante los cuales se evaluó a la huella hídrica, muestran en el Cuadro 2. En esa fuente se observa que la productividad física del municipio de Nazas en promedio fue de 0.088 kg m⁻³ (oscilando de 0.103 kg m⁻³ en nogal de bombeo a 0.086 kg m⁻³ en nogal de gravedad), mientras que a nivel distrital el indicador fue 0.075 kg m⁻³, lo que indica que la productividad física determinada en el municipio de Nazas fue 17% superior en comparación a la determinada a nivel distrital.

Cuadro 2: Indicadores de la productividad del suelo, del agua, del capital y de la fuerza laboral en la producción del cultivo de Nogal pecanero (*Carya illinoensis*) en el municipio de Nazas, Durango. Cifras monetarias en pesos mexicanos nominales.

Variable macroeconómicas		Nazas, Dgo.			D) Nogal promedio en La Comarca Lagunera (bombeo + gravedad)	E = C / D (en base 1)
		A) Nogal de bombeo	B) Nogal de gravedad	C) Promedio de ambos tipos de riego		
Productividad del Suelo:						
Rendimiento físico "RF"	ton ha ⁻¹	1.51	1.56	1.55	1.28	1.21
Rendimiento monetario (USD\$)	Ingreso ha ⁻¹	\$ 65,549	\$ 67,684	\$ 67,326	\$ 53,521	1.26
Rendimiento monetario (USD\$)	Ganancia ha ⁻¹	\$ 33,059	\$ 40,150	\$ 38,963	\$ 28,490	1.37
Productividad del agua:						
Productividad física	kg m ³	0.103	0.086	0.088	0.075	1.17
Eficiencia física	m ³ kg ⁻¹	9.67	11.64	11.32	13.25	0.85
Productividad económica	MX\$ de ganancia hm ³	\$ 2,259,038	\$ 2,208,229	\$ 2,215,304	\$ 1,678,912	1.32
Productividad social del agua	Empleo hm ⁻³	17.1	13.6	14.1	14.7	0.96
Precio del agua	MX\$ m ³	\$ 0.24	\$ 0.08	\$ 0.10	\$ 0.19	0.54
Productividad del capital:						
RB/C		2.018	2.458	2.374	2.138	1.11
Productividad social del capital	Empleo/1 millón de pesos invertidos	7.7	9.0	8.7	10.0	0.88
Punto de equilibrio	ton ha ⁻¹	0.75	0.64	0.65	0.60	1.09
Vulnerabilidad crediticia=RF/Peq.	>1 no vulnerable; < 1 vulnerable a no obtener crédito	2.02	2.46	2.37	2.14	1.11
Productividad laboral:						

Trabajo por ha	Jornadas/ha	72.27	71.27	71.44	71.78	0.995
Trabajo por ha	Horas/ha	578.2	570.2	571.5	574.2	0.995
Horas de trabajo por ton	h ton ⁻¹	382	365	368	448	0.82
Kilogramos por hora	kg h ⁻¹	2.62	2.74	2.72	2.23	1.22
Ganancia por jornada	MX\$ jornada ⁻¹	\$ 457.4	\$ 563.3	\$ 545.4	\$ 396.9	1.37
Ganancia por hora	MX\$ hora ⁻¹	\$ 57.18	\$ 70.42	\$ 68.18	\$ 49.62	1.37

Fuente: Elaboración propia, con base en cifras de los Cuadros 1 y 2

Visto desde otro ángulo, en el municipio de Nazas se requirieron un total de 11.32 m³ kg⁻¹ de nuez (9.67 m³ kg⁻¹ en riego por bombeo y 11.64 m³ kg⁻¹ en riego por gravedad), mientras que a nivel Distrito de Riego, el indicador fue 13.25 m³ kg⁻¹ de nuez, lo que indica que la productividad física medida en su forma m³ kg⁻¹ del municipio de Nazas fue mayor en relación al distrital, toda vez que empleo el 85% del agua que se requirió a nivel distrital para generar ese mismo kilogramo de nuez.

Estos datos nos indican la gran cantidad de agua que requiere el nogal para transformarla en nuez, lo que nos muestra la importancia que tiene la determinación de este tipo de indicadores. El uso eficiente del agua es uno de los índices más ampliamente empleados en una gran variedad de cultivos en España (García *et al.*, 2013), sin embargo en México existe muy poca información y en algunos cultivos nula información al respecto.

La segunda forma de evaluar a la huella hídrica fue como un indicador de eficiencia en su aspecto económico, como litros de agua irrigada por MX\$ de ganancia bruta producida, de esa forma, el Cuadro 2 muestra que a nivel de agregación general, para el municipio de Nazas, se observó en principio que la relación entre volumen de agua irrigado y la ganancia bruta generada fue positivo, de MX\$2, 215, 304 por hectómetro empleado en el riego (MX\$2, 259, 038 hm⁻³ en nogal de riego bombeo y MX\$2, 208, 229 hm⁻³ en nogal de riego por gravedad), mientras a nivel Distrito de Riego se obtuvieron MX\$1, 678, 912 hm⁻³, lo que indica que la ganancia bruta generada por hectómetro cúbico empleado en el riego de nogal fue mayor en el municipio Nazas, al generar 32% más ganancia que la generada a nivel distrital.

Finalmente como otra forma de productividad se determinó la huella hídrica en su forma social, medida bajo la forma de empleos generados por cada hm³ de agua usada en el riego, a este respecto el Cuadro 2 señala que al emplearse distintas cantidades de jornales por hectárea 72.27 jornales ha⁻¹ en bombeo, 71.27 en gravedad y 71.44 a nivel distrital, así como por tener diferente superficie en producción la cantidad de empleo por hectómetro cúbico de agua empleada en el riego del nogal fue muy diferente. A nivel del municipio de Nazas, Durango en promedio se generaron 14.1 empleos hm⁻³ (17.1 empleos hm⁻³ en nogal irrigado por bombeo y 13.6 empleos hm⁻³ en nogal irrigado por gravedad), mientras que a nivel Distrito de Riego se generaron 14.7 empleos hm⁻³, lo que indica que en términos sociales el municipio de Nazas fue menos productivo socialmente al generar 4% menos empleo que el generado a nivel distrital.

Sin embargo es importante mencionar que este indicador es alto en relación a otros cultivos como los forrajes que emplean menos mano de obra durante sus procesos productivos, mientras que las hortalizas y los frutales obtienen un indicador de este tipo elevado. En este sentido, García, López, Usai y Visani (2013) determinaron un índice que oscilo entre 24 - 62 empleos hm⁻³ en la

producción de hortalizas y frutales, mientras que la producción de cultivos en invernadero generan hasta 190 empleos hm^{-3} , asimismo Ríos *et al.*, (2015) determinaron un promedio para cultivos forrajeros en la Comarca Lagunera de 0.048 empleos hm^{-3} , con el que se muestra la importancia social que tiene la producción de nogal pecanero para el Distrito de Riego 017 y para el municipio de Nazas en particular.

En el Cuadro 1, se observa que los conceptos asociados al riego en tanto en el municipio de Nazas como en el DR017 fueron bajos en términos relativos al representar 17% y 7% del costo de producción, de allí que en el análisis del costo por metro cúbico de agua para riego del cultivo indica que este valor fue bajo MN\$0.10 m^3 en promedio para el municipio de Nazas (MN\$0.24 m^3 en riego por bombeo, MN\$0.08 m^3 en nogal de gravedad), mientras que a nivel distrital el precio determinado del agua de riego fue MN\$0.19 m^3 . Inicialmente estos precios nos indican que el precio del agua en el municipio de Nazas fue representa el 54% del precio pagado a nivel distrital. Estos precios del agua, tanto a nivel distrital como municipal, nos indican que son precios muy bajos comparados con el precio del agua en otras regiones agrícolas del mundo. Según cifras de Gleick (2000), agricultores de Estados Unidos pagan US\$0.05 m^3 empleado en el riego, mientras que el sector publico paga US\$0.30 m^3 -US\$0.80 m^3 de agua tratada para uso personal.

De acuerdo con Takele y Kallenbach (2001), los precios del agua son importantes para la mejora de la demanda y de la conservación de este recurso sin embargo a nivel mundial también existen ejemplos de que el recurso no se valora como recurso finito. Murphy (2003), determinó que los agricultores del Distrito de Riego en el Valle Imperial de California pagan solamente US\$15.50 por 1,200 m^3 (es decir; US\$ 0.012 m^3), mientras que Ríos *et al.*, (2015), determinaron un precio promedio de US\$0.02 m^3 para cultivos forrajeros producidos en el Distrito de Riego 017, mientras que en el Valle de Mexicali, se determinó un precio promedio del agua de riego igual a \$0.19 m^3 (Ríos *et al.*, 2016).

Productividad del capital

La productividad del capital puede ser visualizada desde diferentes ángulos, en este trabajo se la evaluó solamente como rentabilidad y productividad social. La rentabilidad, de acuerdo con el Cuadro 1 se midió como la RB/C, ya analizada en el apartado 5.2, queda ahora por analizarle desde el punto de vista de la productividad social del capital, vista primeramente como un índice de productividad social del capital, específicamente bajo la forma de la cantidad de empleos generados por cada millón de MX\$ invertidos en la producción así como y enseguida como un índice de eficiencia social del capital, bajo la forma de la cantidad de MX\$ invertidos por empleo.

El Cuadro 2 muestra que el invertir un millón de MX\$ en la producción de nogal pecanero, generó diferente cantidad de empleos en cada uno de los dos tipos de riego, mientras a nivel municipal se generaron 8.7 empleos por cada millón de pesos invertido en la producción de nogal, desglosando esas cifras se observa que en el riego por bombeo se generaron 7.7 empleos, y en el riego por gravedad se generaron 9.0 empleos por cada millón de pesos invertido en la producción de nogal, mientras que a nivel Distrito de Riego 017 se generaron 10 empleos por cada millón de pesos que se invirtieron en esa rama productiva. En términos relativos el municipio de Nazas generó el 88% del empleo que se generó a nivel distrital empleando la misma cantidad de inversión.

Por otro lado, bajo las mismas condiciones de cultivo, así como de mercado la cantidad mínima que se requiere producir de nuez en promedio para tener una operación viable (punto de equilibrio) fue de 0.65 ton ha^{-1} en promedio para el municipio de Nazas, (0.75 ton ha^{-1} en nogal irrigado por bombeo y 0.64 ton ha^{-1} en nogal irrigado por gravedad) mientras en huertos en promedio del Distrito de Riego 017 se obtuvo un punto de equilibrio de 0.60 ton ha^{-1} , por lo que tomando en cuenta los rendimientos obtenidos, se observa que tanto a nivel municipal como regional, cubren el punto de equilibrio, lo que indica que los huertos son rentables tanto a nivel municipal como a nivel regional. Finalmente se analizó la vulnerabilidad crediticia que tiene cada uno de los huertos analizados de acuerdo con sus niveles tecnológicos, entendida como la capacidad que tendría un productor para solventar en determinado momento el pago de un crédito para la producción primaria. Se encontró que los huertos bajo riego por bombeo tuvieron un indicador igual a 2.02, lo cual garantiza la devolución de todo crédito, mientras que los huertos bajo riego por gravedad tuvieron un indicador de 2.46, el indicador a nivel municipal fue 2.37, mientras que los huertos a nivel distrital tuvieron un índice igual a 2.14, ahora bien, aunque los dos niveles tecnológicos (riego por bombeo y riego por gravedad) garantizarían la devolución de determinado crédito, el rendimiento generado por la implementación de ese crédito serían diferentes, de allí que la R B/C en cada uno de los casos estuviera marcada por estas diferencias (Cuadro, 2).

Productividad del trabajo

De acuerdo con Dorward (2013), existen otras dos formas de expresar la productividad laboral, para indicadores estructurales, pudiendo ser medida por el valor bruto de la producción generado en relación con el número de personas empleadas y/o por el número de horas trabajadas. La parte inferior del Cuadro 2 contiene los números índice que evalúan la productividad de la fuerza laboral. Los resultados indican que a nivel municipal se invirtieron un total de 368 horas por tonelada de nuez (382 h ton^{-1} en el nogal irrigado por bombeo y 365 h ton^{-1} en el nogal irrigado por gravedad), mientras que a nivel distrital se emplearon un total de 574 h ton^{-1} de nuez, lo que indica que la producción de nuez del municipio de Nazas es más productiva, toda vez que empleo menos cantidad de horas de trabajo para producir una tonelada de producto. Visto de otra forma a nivel municipal, en el municipio de Nazas se generaron 2.72 kg h^{-1} (2.62 kg h^{-1} en el nogal irrigado por bombeo y 2.74 kg h^{-1} en el nogal irrigado por gravedad), mientras que a nivel Distrito de Riego se generaron 2.23 kg h^{-1} , lo que reafirma lo asentado en el párrafo anterior, en sentido de que los huertos de nogal del municipio de Nazas, Durango fueron más productivos al generar 22% (el indicador fue 1.22) más producto en relación generado a nivel distrital.

Se determinó que en promedio los trabajadores adscritos a la producción de nogal en el municipio de Nazas, Durango generaron una ganancia de MX\$545.4 por jornada de trabajada, desglosada en MX\$457.4 jornada⁻¹ en nogal irrigado por bombeo y MX\$563.3 jornada⁻¹ en nogal irrigado por gravedad, mientras que a nivel distrital la ganancia obtenida fue de MX\$396.9 jornada⁻¹, lo que indica que la producción de nogal en el municipio de Nazas, Durango en términos de productividad laboral fue mayor a la obtenida a nivel regional, ya que la jornada de trabajo invertida en el municipio de Nazas generó 37% más ganancia en comparación a la generada a nivel distrital. Visto de otra forma, mientras a nivel municipal se generaron MX\$68.18 por hora de trabajo (MX\$57.18 h⁻¹ en nogal irrigado por bombeo y MX\$70.42 h⁻¹ en nogal irrigado por gravedad), mientras a nivel del Distrito de Riego 017 se produjo una ganancia de MX\$49.62 h⁻¹, lo que indica que el municipio de Nazas fue más productivo en relación al Distrito de Riego 017, en esa forma de productividad laboral.

LITERATURA CITADA

Dorward, A. 2013. Agricultural labour productivity, food prices and sustainable development impacts and indicators. *Food Policy* 39 (1): 40-50.

FAO. 2002. Value of virtual water in food: Principles and virtues. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/nr/water/docs/VirtualWater.pdf> (Consulta 04 febrero del 2016).

García, J. G., López, F. C., Usai, D., and Visani, C. 2013. Economic Assesment and Socio-Economic Evaluation of Water Use Efficiency in Artichoke Cultivation. *Open Journal of Accounting* 2 (2):45-52.

Gleick. (2000). *The World's Water, 2000-2001: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington, DC. Islan Press, 2000. 335p.

Hoekstra A.Y., y Chapagain A.K. 2004. Water Footprints of Nations. UNESCO-IHE. Institute for Water Education. Value of Water. Research Report Series. Serie 16. Volume 1. Appendices. Netherlands.

Hoekstra A.Y., y Chapagain A.K. 2004. Water Footprints of Nations. UNESCO-IHE. Institute for Water Education. Value of Water. Research Report Series. Serie 16. Volume 1. Appendices. Netherlands.

Hoekstra, A. Y; P. Q. Hung. 2005. Globalization of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. *Global Environmental Change* 15: 45–56.

Hoekstra, A. Y; P. Q. Hung. 2005. Globalization of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. *Global Environmental Change* 15: 45–56.

INEGI. 2015. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Clave geoestadística 10015. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/10/10015.pdf> (Consulta 04 marzo del 2016).

Kijne, J. W. Barker, R. and Molden, D. (eds.) (2003). *Water productivity in agriculture: Limits and Opportunities for Improvement*. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, CABI Publication, Wallingford UK. 332p.

Murphy D.E. (2003). In a first, U.S. puts limits on California's thirst. *New York Times*, 5 January. 1- 16 p.

Pasquale S; T. C. Hsiao; y E. Fereres. 2007. On the conservative behavior of biomass water productivity. *Water productivity: Science and Practice*. *Irrig Sci* 25:189–207.

Takele, E. and Kallenbach, R. (2001). Analysis of the Impact of Alfalfa Forage Production under Summer Water-Limiting Circumstances on Productivity, Agricultural and Growers Returns and Plant Stand. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 187 (1): 41-46.

Wichelns, D. 2001. The role of ‘virtual water’ in efforts to achieve food security and other national goals, with an example from Egypt. *Agricultural Water Management*. 49:131–151.

Ríos, F. J. L., Torres, M. M., Castro, F. R., Torres, M. M. A., y Ruiz, T. J. (2015). Determinación de la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros del DR-017, Comarca Lagunera, México. *Rev. FCA UNCUYO* 47 (1): 93-107.

Ríos, F. J. L., Torres, M. M., Ruiz, T. J. y Torres, M. M. A. (2016). Eficiencia y productividad del agua de riego en trigo (*Triticum vulgare*) de Ensenada y Valle de Mexicali, Baja California, México. *Acta Universitaria* 26(1): 20-29.

Identificación diferencial de tipos de vegetación en zonas áridas utilizando tecnologías de información.

Martínez Rodríguez Juan G.¹, Anaya Salgado Antonio¹, Castro Aguilera José M.²

¹ Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental “La Laguna” Matamoros, Coah. ² Estudiante de Posgrado Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Unidad Laguna.

*Autor de correspondencia: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La evaluación permanente de recursos vegetales en zonas áridas y semiáridas es de vital importancia en la programación de programas de manejo, para hacer un uso sustentable de los mismos. En estas zonas del país es importante contar con inventarios de recursos naturales actualizados, por lo cual se hace necesario generar información dinámica de la ubicación de estos recursos que permita una explotación racional y que coadyuven al desarrollo regional dentro de una perspectiva ecológica sin riesgo para el entorno natural. En los últimos años, la tecnología para el monitoreo de los ecosistemas ha avanzado enormemente. Ejemplo de lo anterior lo constituye la tecnología satelital, que a través de imágenes que cuentan con alta resolución espacial, radiométrica y temporal, permiten discernir entre diferentes objetos sobre la superficie de la tierra. Aunado a lo anterior se cuenta con los sistemas de posicionamiento global (GPS), los cuales permiten localizar con gran exactitud, y con un mínimo de tiempo, comunidades homogéneas de plantas. El objetivo de este trabajo es presentar la metodología para delimitar diferentes comunidades vegetales dentro de la Reserva de la Biosfera Mapimí utilizando imágenes de satélite Landsat –ETM y tecnología GPS. Para lo anterior se delimitaron a través de GPS 48 sitios diferenciales en cuanto a comunidad de plantas dominantes, además de suelos desnudos, los cuales sirvieron como base para realizar una clasificación supervisada. Además, se utilizaron propiedades químicas y físicas del suelo y paisaje para asegurar una alta probabilidad de éxito en la diferenciación de especies vegetales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó una imagen Landsat 7 ETM+ (Path 30/ Row 42) de mayo del 2000. Las escenas fueron corregidas radiométricamente y, georreferidas al sistema coordenado UTM, datum ITRF92, elipsoide WGS84. Se utilizaron dos plataformas para el tratamiento de las imágenes y el análisis de la información, ERDAS 8.4 y ArcView 3.2. Para la georreferenciación, se utilizaron cartas topográficas 1:250 000, de las cuales se identificaron y estimaron las coordenadas de 14 puntos de control. La zona de estudio comprendió un área dentro de la Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM) de aproximadamente 70,000 ha, las cuales son representativas de los tipos de cubiertas vegetales más comúnmente encontradas en la RBM. La Figura 1 muestra el area de interes (AOI) considerada en el estudio.

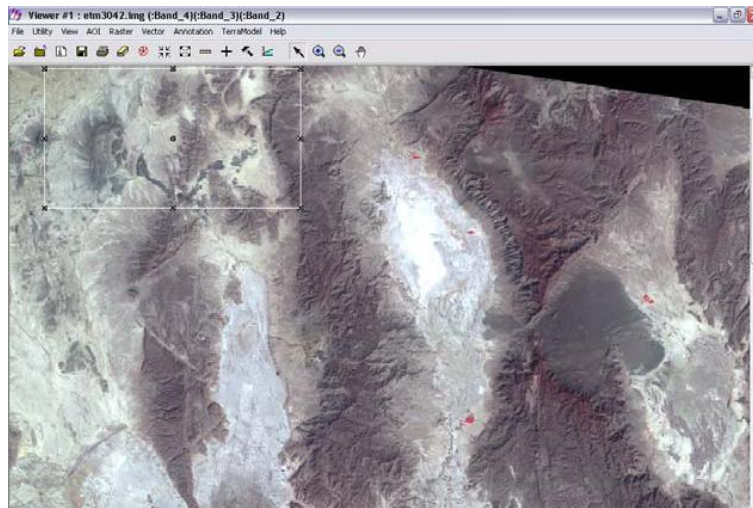


Figura 1. Imagen Landsat Path 30/Row 42 mostrando AOI.

Con ERDAS 8.4 se ejecutó y validó la clasificación supervisada y se obtuvieron los patrones de reflectancia (espacial y de superficie) de siete diferentes campos de prueba. Para la diferenciación y agregación de los tipos de vegetación se utilizó ArcView 3.2 con la extensión Raster Análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A través del uso de aparatos con tecnología GPS de delimitaron los diferentes tipos de cubierta vegetal. Siendo estas: matorral rosetófilo, matorral micrófilo, pastizal, suelo desnudo, suelo desnudo pedregoso (Figura 2). Se geo posicionaron aproximadamente cuarenta y ocho áreas cuyo rango fue desde 0.25 hasta 1.2 Ha. Los puntos geo posicionados permitieron la identificación de los diferentes tipos de cubierta vegetal. Así, dentro del área de estudio, se clasificaron como vegetación micrófila 13,476 ha que corresponde al 15.3% de área; 11,282 has como vegetación de tipo rosetófilo (12.82%); 11,387 ha fueron clasificadas como pastizal (12.94%); y como suelo desnudo y pedregoso se clasificaron cerca del 36% del área, lo cual corresponde a 13,414 y 18,187 ha, respectivamente. La Figura 1, muestra las imágenes tipo raster antes y después de aplicar el proceso de reclasificación y muestreo utilizando convolución cúbica.



Figura 2. Vista de diferentes tipos de vegetación en la RBM.

CONCLUSIONES

El uso de imágenes de satélite, ligado a sistemas de información geográfica y sistemas de posicionamiento global, permite diferenciar tipos de cubierta vegetal a gran escala. Este trabajo es preliminar y requiere un mayor procesamiento de la información y corroboración posterior en campo de la exactitud de la clasificación realizada. Para una mayor diferenciación de cubiertas vegetales, se requiere en lo posible geo referenciar comunidades “homogéneas”.

LITERATURA CITADA

Breimer, R.F. 1984. Soil and landscape survey of the Mapimi Biosphere Reserve, Durango, Mexico. UNESCO-MAB, Instituto de Ecología, A.C., México, 128 p.

Campbell, J.B. 1996. Introduction to remote sensing. Guilford press. New York. 622 p.

Chuvieco, E., Salas, F.J., Aguado, L., Cocero, D. y Riaño, D. 2001. Estimación del estado hídrico de la vegetación a partir de sensores de alta y baja resolución. *GeoFocus* (1): 1-16

Incidencia de enfermedades de chile causadas por curtovirus y bacterias limitadas al floema en Aguascalientes, Durango y Zacatecas, México.

Velásquez-Valle, Rodolfo¹, Reveles-Torres, Luis Roberto¹, Mena-Covarrubias, Jaime¹ y Fernández-Martínez, Maihualy².

¹Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas – Fresnillo, Calera de V.R., Zacatecas, México. CP 98500. E-mail: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx, ² Campo Experimental Valle de Guadiana – INIFAP. Km. 4.5 Carretera Durango – El Mezquital, Durango, Durango. CP 34170.

RESUMEN

Desde 2008 algunos patógenos virales y bacterianos han emergido afectando el cultivo de chile en el norte centro de México. La incidencia, severidad y la sintomatología de las enfermedades es altamente variable de un año a otro y entre parcelas comerciales, sin embargo su estimación es siempre útil para tomar eficientes medidas de manejo y optimizar los esfuerzos de investigación. El propósito de éste trabajo consistió en determinar la incidencia de plantas de chile expresando la sintomatología provocada por curtovirus y bacterias restringidas al floema. 52 parcelas comerciales de chile fueron visitadas; la mayoría estaban trasplantadas con los tipos de chile para secado: Mirasol, Ancho y Pasilla. Más del 75% de las parcelas comerciales en esos estados tenían plantas con síntomas del Beet mild curly top virus. Plantas con síntomas de infección por fitoplasmas no fueron detectados en parcelas de chile en Aguascalientes y Durango; en cambio, 30% de las parcelas muestreadas en Zacatecas exhibían plantas con ese tipo de síntomas. La incidencia media de *Candidatus Liberibacter solanacearum* fue de 0.3, 46.2 y 1.4% en Aguascalientes, Durango y Zacatecas.

Palabras clave: BMCTV, fitoplasmas, *Candidatus Liberibacter solanacearum*, tipos de chile

ABSTRACT

Since 2008 several viral and bacterial pathogens have emerged affecting the pepper crop in the north center of Mexico. Disease incidence, severity, and symptomatology are highly variable from one year to another and among commercial fields, however, measuring them is always useful to take efficient management measures and to optimize research efforts. The goal of this work was to determine the incidence of pepper plants expressing the symptomatology provoked by the curtovirus and limited-to –phloem bacteria in commercial fields of the north center of Mexico. 52 commercial pepper fields were surveyed in Aguascalientes, Durango, and Zacatecas states; most of them were trasplanted with dried pepper types: Mirasol, Ancho, and Pasilla. More than 75% of commercial fields in those states had plants with Beet mild curly top virus symptoms. Plants with phytoplasma infection symptoms were not detected in the pepper fields in Aguascalientes and Durango; instead, 30% of the pepper fields sampled in Zacatecas exhibited plants with this kind of symptoms. The mean incidence of *Candidatus Liberibacter solanacearum* was 0.3, 46.2, and 1.4% in Aguascalientes, Durango, and Zacatecas, respectively.

KEY WORDS: BMCTV, phtoplasma, *Candidatus Liberibacter solanacearum*, pepper types

INTRODUCCIÓN

La principal región productora de chile para secado (*Capsicum annuum* L.) en México incluye los estados de Aguascalientes, Durango y Zacatecas; en éste último se cultivan anualmente más de 30, 000 hectáreas (Velásquez-Valle *et al.*, 2013). Una superficie no determinada pero cada vez más importante se utiliza para la producción de chile para consumo en fresco en esos estados. Los productores de ésta hortaliza enfrentan la incidencia de enfermedades cuya complejidad se incrementa al involucrarse otros organismos como los vectores que adquieren e inoculan patógenos en ambientes profundos como el floema de las plantas. Desde 2008 se reportó la presencia del *Beet mild curly top virus* (BMCTV) y su vector, la chicharrita del betabel *Circulifer tenellus* Baker infectando plantas de chile en ésta región (Velásquez-Valle *et al.*, 2008).

Los fitoplasmas son bacterias que viven solamente en el floema de las plantas infectadas así como en su vector *C. tenellus*; en 2015 Mauricio-Castillo y colaboradores (2015) señalaron por primera vez la incidencia de *Candidatus Phytoplasma trifolii* (16SrVI) en plantas de chile colectadas en Zacatecas donde provoca síntomas como la yema grande y otras deformaciones foliares. Otra bacteria que vive limitada al floema de las plantas de chile, aunque también afecta severamente a la papa, es la denominada *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CLso); éste patógeno fue detectado infectando las plantas de chile en parcelas del estado de Durango en el ciclo 2014 (Velásquez-Valle *et al.*, 2014); ésta bacteria también requiere de un vector, la paratrioza o psilido de la papa (*Bactericera cockerelli* Sulc.) cuya presencia en Zacatecas también ha sido documentada (Velásquez-Valle y Reveles-Torres, 2015).

La incidencia de estas tres sintomatologías es variable de parcela a parcela y de un ciclo de cultivo a otro, sin embargo, es siempre necesario contar con información reciente sobre la presencia de enfermedades que permita jerarquizar los esfuerzos de manejo e investigación. Por lo tanto el objetivo del trabajo consistió en determinar la incidencia de plantas de chile con la sintomatología provocada por curtovirus y bacterias limitadas al floema en parcelas comerciales del norte centro de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un recorrido por parcelas comerciales de chile seleccionadas al azar en los estados de Aguascalientes, Durango y Zacatecas entre julio y agosto de 2016. En cada parcela se tomaron al azar tres puntos en los cuales se contaron 100 plantas consecutivas (exceptuando aquellas que mostraban síntomas de marchitez, daño mecánico, etc); en cada punto se registró la presencia de plantas con síntomas de infección por curtovirus (achaparramiento, follaje clorótico a amarillo, sin estructuras reproductivas y follaje coriáceo), fitoplasmas (hojas alanceoladas con el borde clorótico y yema grande) y enchinamiento bacteriano causada por CLso (clorosis parcial de las hojas, enchinamiento del follaje, achaparramiento, con aborto de frutos); la severidad de ésta infección se registró de acuerdo con una escala arbitraria de daño donde 0: planta asintomática; 3: planta con bandas amarillas afectando parcialmente la lámina foliar, con frutos de calidad comercial y altura normal y 6: plantas achaparradas con mosaico en la mayoría de las hojas, deformación de la mayoría de las hojas; hojas pequeñas, frutos jóvenes deformes, sin valor comercial. Adicionalmente se colectaron otros datos como tipo de chile, uso de acolchado y riego por goteo, sistema de conducción y número de líneas de plantas por cama o surco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se visitaron 52 parcelas comerciales trasplantadas con los tipos para secado Mirasol (57.7%), Ancho (19.2%), Pasilla (13.5%) y Puya (1.9%) y con los tipos para consumo en fresco Jalapeño (3.8%), Morrón (1.9%) y Güero (1.9%). La mayoría de las parcelas visitadas (76.9%) se encontraban en Zacatecas; el resto en Aguascalientes (15.4%) y Durango (7.7%).

Incidencia de plantas con síntomas asociados a BMCTV

En el 75% de las parcelas de chile muestreadas en Aguascalientes se encontraron plantas con síntomas asociados a la infección por BMCTV; el promedio de infección en las parcelas visitadas fue de 9.1% mientras que el rango de incidencia varió entre 3.3 y 27.3%; éste último valor se registró en una parcela de chile Jalapeño localizada en el municipio de Rincón de Romos; por el contrario, los valores de incidencia (3.3%) inferiores se obtuvieron en parcelas con los tipos de chile Ancho y Pasilla. Tres de las cuatro parcelas muestreadas en Durango mostraron plantas con síntomas de infección por BMCTV; sin embargo el promedio de incidencia fue relativamente menor (0.7%) con un rango entre 0.3 y 1.0%. Plantas de chile con síntomas de infección por BMCTV se encontraron en 33 (82.5%) de las 40 parcelas muestreadas en Zacatecas; el rango de incidencia de esta sintomatología osciló entre 0.3 y 11.7%. El promedio de incidencia resultó de 1.6%. Los resultados de incidencia de BMCTV concuerdan con los reportados por Creamer *et al.* (2003) quienes indican que la incidencia de la enfermedad en parcelas de chile en Nuevo Mexico, EUA mostró un rango de 0.5 a 1.0% en el ciclo de cultivo 2002.

El número de plantas con síntomas provocados por BMCTV por tipo de chile fue de 1.6, 1.0, 3.0 y 0.7% para los tipos Mirasol, Ancho, Pasilla y Morrón respectivamente; la incidencia de la enfermedad en el ciclo de cultivo 2016 coincide solo parcialmente con la registrada en el ciclo de cultivo 2005 donde el promedio de incidencia fue de 9.8, 15.2 y 7.8% para los tipos Mirasol, Ancho y Pasilla respectivamente (Velásquez-Valle *et al.*, 2008). El BMCTV es transmitido por la chicharrita del betabel *Circulifer tenellus* Baker por lo que la baja incidencia de la enfermedad es probable que sea reflejo de una reducida población del vector; los cambios en la densidad del vector de un ciclo a otro han sido documentados por Creamer *et al.* (2003).

Incidencia de plantas con síntomas asociados a fitoplasmas

No se detectó la presencia de esta sintomatología en las parcelas de chile visitadas en Aguascalientes y Durango. En Zacatecas se encontraron plantas con yema grande (alargamiento de los sépalos) en 12 parcelas (30%) del total muestreado; el rango de incidencia varió desde 0.3 hasta 1.7% con un valor medio de 0.8%. La yema grande se detectó en los tipos de chile Mirasol, Ancho y Pasilla con una incidencia promedio de 0.7, 0.9 y 1.2% respectivamente.

Incidencia de plantas con síntomas de *Candidatus Liberibacter solanacearum*

En Aguascalientes solamente se detectaron plantas con la sintomatología de esta enfermedad en una parcela de chile Ancho; la incidencia fue de 0.3%. En Durango la incidencia de la enfermedad resultó superior a la registrada en Aguascalientes, independientemente del tipo de chile, con un rango entre 7 y 93% y un promedio de 46.2%; la severidad de la enfermedad en la mayoría de las parcelas se mantuvo en la categoría de daño 3, con daños parciales, pero es posible que al continuar el desarrollo de la epidemia, estos valores se inviertan y las plantas con daños severos sean más frecuentes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Incidencia y severidad de enchinamiento bacteriano provocado por *Candidatus Liberibacter solanacearum* en parcelas de chile para secado en Durango, México.

Parcela	Tipo de chile	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>		Incidencia (%)
		Severidad (%)		
		3	6	
1	Ancho	69.5 ^x	30.5	47.0
2	Mirasol	67.7	32.3	21.7
3	Mirasol	72.3	27.7	45.7
4	Mirasol	75.3	24.7	56.7
5	Mirasol	44.1	55.8	46.6
6	Jalapeño	94.7	5.3	18.3
7	Guajillo	72.5	27.5	40.5
8	Tornachile	100	0	7.0
9	Mirasol	62.7	37.3	93.0
10	Mirasol	48.4	51.6	86.0

^x Porcentaje del total de plantas sintomáticas en cada categoría de daño.

En Zacatecas la presencia de plantas con síntomas de enchinamiento bacteriano se registró en 15 de las 40 parcelas muestreadas con un rango de incidencia entre 0.3 y 5.7% y un promedio de 1.4% aunque los síntomas encontrados en todas las parcelas correspondían a la categoría de daño 3; las plantas afectadas pertenecían a los tipos Mirasol, Ancho y Pasilla.

En las plantas de chile para secado en el norte centro es frecuente detectar dos o más agentes virales infectando una planta (Velásquez-Valle *et al.*, 2012; Reveles-Torres *et al.*, 2012) por lo que es posible encontrar dentro de las parcelas plantas de chile que exhiban los síntomas de la infección de dos o más patógenos virales o bacterianos; en este trabajo se encontró que en el 42.4% de las parcelas de chile muestreadas en Zacatecas solamente se reconocieron síntomas de la infección por BMCTV; en el 24.2% de las parcelas se observaron síntomas relacionados con BMCTV y enchinamiento bacteriano; el 15.1% de las parcelas mostraban plantas con sintomatología propia de BMCTV y fitoplasmas. En el 18.2% se encontraron plantas que exhibían, separadamente, los síntomas de la infección por BMCTV, fitoplasmas y CLso.

Es importante mencionar que en todas las parcelas donde se encontraron plantas de chile sintomáticas en Zacatecas se detectaron plantas con síntomas provocados por BMCTV mientras que solamente en 11 se observaron plantas con síntomas de infección por fitoplasmas; lo anterior es relevante ya que los agentes causales de ambas enfermedades son transmitidos por la chicharrita *C. tenellus* (Creamer *et al.*, 2003; Murphy *et al.*, 2012) y la diferencia en el número de parcelas con unos y otros síntomas podría ser explicada por una mayor disponibilidad de inóculo primario de BMCTV.

LITERATURA CITADA

Creamer, R., Carpenter, J., and Rascon, J. 2003. Incidence of the beet leafhopper, *Circulifer tenellus* (Homoptera:Cicadellidae) in New Mexico chile. *Southwestern Entomologist* 28:177-182.

Mauricio-Castillo, J.A., Salas-Muñoz, S., Velásquez-Valle, R., Ambriz-Granados, S. y Reveles-Torres, L.R. 2015. “*Candidatus Phytoplasma trifolii*” (16SrVI) en chile mirasol (*Capsicum annuum* L.) cultivado en Zacatecas, México.

Murphy, A.F., Rondon, S.I., and Jensen, A.S. 2012. Population dynamics of the beet leafhopper (Hemiptera:Cicadellidae) in the Columbia basin as influenced by abiotic variables. *Environmental Entomology* 41:768-775.

Reveles-Torres, L.R., Velásquez-Valle, R., Mauricio-Castillo, J.A. y Salas-Muñoz, S. 2012. Detección de infecciones mixtas causadas por begomovirus y curtovirus en plantas de chile para secado en San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 30:155-160.

Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M.M., and Creamer, R. 2008. First report of *Beet mild curly top virus* infection of chili pepper in north-central Mexico. *Plant Disease* 96:650.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Mena-Covarrubias, J. 2012. Incidencia y sintomatología de cinco virus en parcelas comerciales de chile seco en Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:381-390.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Reveles-Hernández, M. 2013. Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México. Folleto Técnico Núm. 50. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V.R., Zacatecas, México. 57 p.

Velásquez-Valle, R. y Reveles-Torres, L.R. 2015. Infestación natural de *Bactericera cockerelli* Sulc. en colectas de chile para secado ancho y mirasol en Zacatecas, México. *Agrofaz* 15:57-61.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., Mena-Covarrubias, J., Salas-Muñoz, S., and Mauricio-Castillo, J.A. 2014. Outbreak of *Candidatus Liberibacter solanacearum* in dried chile pepper in Durango, Mexico. *Agrofaz* 14:93-98.

Caracterización fisiográfica y regionalización de la parte centro-sur del estado Coahuila.

Pérez-Evangelista Emilia Raquel¹, Montoya-Fabela Elmer Daniel¹, Molina-Pérez Iván Manuel¹, Pedroza-Sandoval Aurelio¹; Yáñez-Chávez Luis Gerardo¹.

¹Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA). Km. 40, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Durango. CP. 35230.

Email: mili_06.raquel@hotmail.com, elmerhandlen_67@hotmail.com, immolinap@hotmail.com

RESUMEN

Las zonas áridas del estado de Coahuila son muy características y se definen por el tipo de clima. Por lo que la regionalización del Centro-Sur de Coahuila es una herramienta fundamental para un mejor aprovechamiento de los recursos agrícolas y forestales, mediante la identificación y análisis de las microrregiones de dicha área de estudio es posible promover un mejor manejo del

ecosistema. Por lo anterior el objetivo fue identificar y caracterizar las microrregiones del centro-sur del estado de Coahuila a través de cuatro indicadores: índice de aridez, intensidad de sequía, vegetación dominante y edafología. Se identificaron 32 microrregiones, en ellas se obtuvieron los siguientes resultados. El índice de aridez fue A2, B2 y A3, B3 correspondientes a zonas áridas y semiáridas respectivamente. La sequía se clasificó desde muy baja con menos del 34% de intensidad hasta mayor de 65% clasificada como extrema. El tipo de suelo predominante fue el Litosol y la vegetación que ocupa más del 50 % de la superficie es el matorral desértico.

Palabras clave: Interpolación, índice de sequía, aridez, microrregión, regionalización.

ABSTRACT

The arid state of Coahuila are very characteristic and are defined by the type of weather. So the regionalization of South Central Coahuila is a fundamental tool for better utilization of agricultural and forest resources through the identification and analysis of the micro-regions of this area of study is possible to promote better management of the ecosystem. Therefore the objective was to identify and characterize the micro-regions of south-central state of Coahuila through four indicators: index of aridity, drought intensity, dominant vegetation and soil science. 32 microregions were identified, including the following results were obtained. The aridity index was A2, B2 and A3, B3 corresponding respectively to arid and semiarid areas. The drought was classified from very low with less than 34% intensity up over 65% classified as extreme. The predominant type of soil was the Litosol and vegetation occupying more than 50% of the area is desert scrub.

Key words: Interpolation, drought index, aridity, micro region, regionalization.

INTRODUCCIÓN

El estado de Coahuila se caracteriza por una escasa precipitación y altas temperaturas, debido a esto se clasifica como zona árida y semiárida (García, 1964; Martínez y Ruiz, 2005). La sequía se presenta en el tiempo cuando hay una ausencia de precipitación en el período de lluvias y en el espacio afectando amplias zonas. La sequía y aridez normalmente, no produce ciclos de años secos como tal, sino que se les reconoce por los efectos que causan (Martínez y Ruiz, 2005).

En los últimos años, la sequía ha adquirido una gran relevancia por los daños que puede ocasionar, estos daños con frecuencia superan en magnitud a los que producen otros fenómenos hidrometeorológicos, la frecuencia de sequías está en el aumento de determinadas zonas del planeta (Salati y Nobre, 1991). La identificación de presencia o ausencias de sequías, categorías de aridez y dominancia de vegetación y edafología, permitirá una planeación específica y metodológica para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales conforme a las características fisiográficas de una región determinada (Pedroza et al., 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio fue la región Centro-Sur del estado de Coahuila, para la cual se consideraron los municipios de Arteaga, Candela, Castaños, Cuatro Ciénegas, Francisco I. Madero, General

Cepeda, Matamoros, Monclova, Parras de la Fuente, Ramos Arizpe, San Pedro, Saltillo, Torreón y Viesca (figura 1)..

Recopilación de información

Los insumos requeridos para el cumplimiento de estos rasgos fueron recopilados de diferentes fuentes. Los rasgos topográficos se elaboraron en base a capas tipo “shp” obtenidas de INEGI para los aspectos: áreas urbanas, límites municipales, localidades, carreteras, autopistas, ríos y vías ferroviarias.

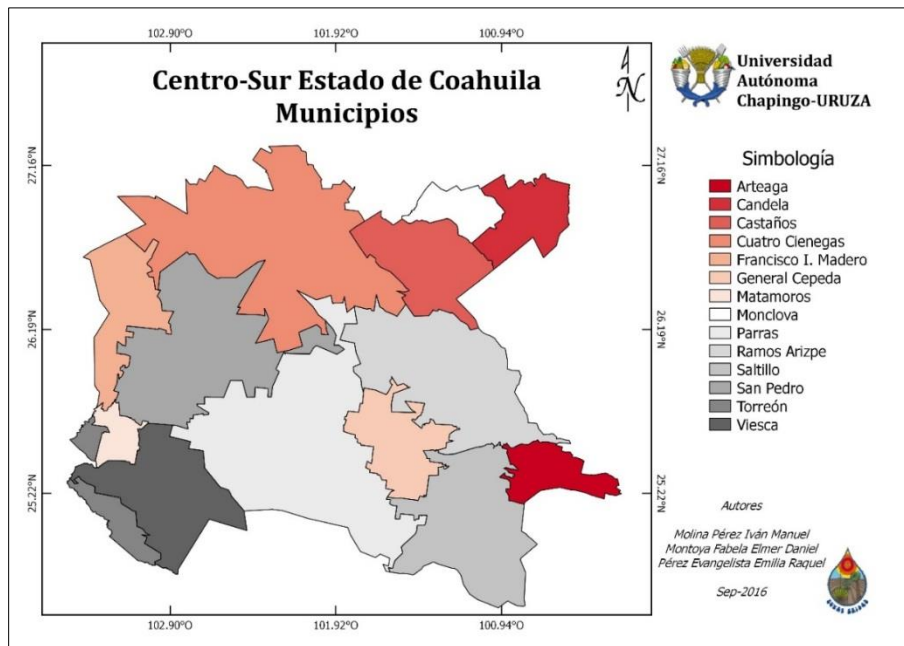


Figura 1. Municipios del área de estudio en el estado de Coahuila.

Se identificaron las estaciones meteorológicas disponibles dentro de la delimitación y se descartaron estaciones con datos incompletos, quedando únicamente 27 estaciones con datos climáticos de 30 años (figura 2).

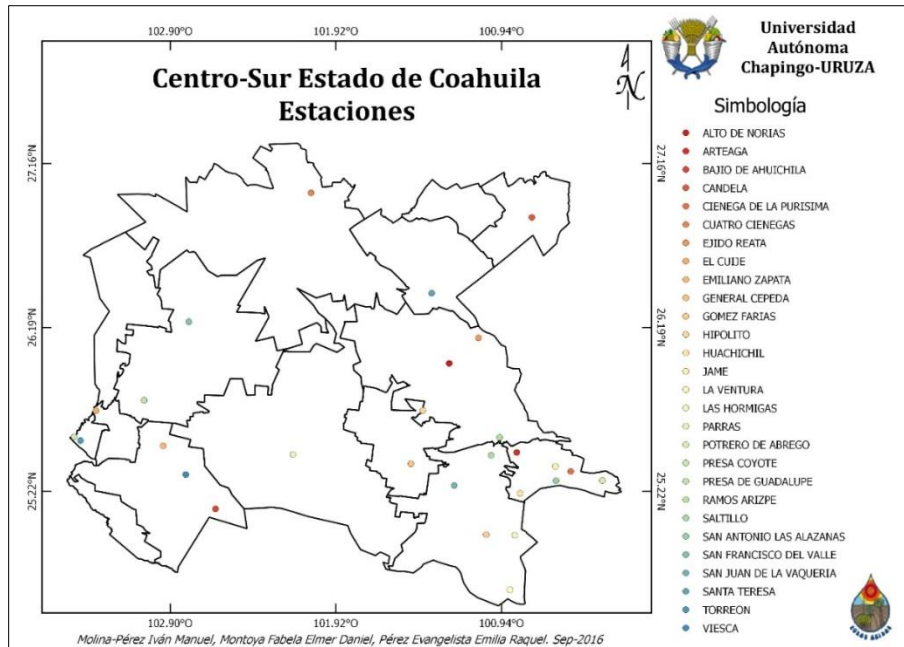


Figura 2. Estaciones Meteorológicas del área de estudio.

Índice de aridez

El índice de aridez se calculó con registros de temperatura media mensuales mínima, máxima; precipitación media anual del periodo 1981 – 2010 de la base de datos de CONAGUA (2016). El análisis se realizó mediante el modelo generado por Emberger (1932) y modificado por Stretta y Mosiño en 1963.

$$Q' = \frac{(m + 45)(M^2 - m^2)}{Pp}$$

Dónde:

Q' = Índice de aridez de Emberger modificado por Stretta y Mosiño.

m = Promedio de las temperaturas mínimas del mes más frío (°C).

M = Promedio de las temperaturas máximas del mes más caliente (°C).

Pp = Precipitación anual (mm).

Intensidad de sequía

Para obtener la intensidad de sequía se consultó la precipitación media anual del periodo de análisis, así como la precipitación media anual de cada estación con el ERIC 3.2 (IMTA, 2009). Se identificó como sequía a los años que registraron precipitaciones por debajo de la media y se obtuvieron los porcentajes de frecuencia para elaborar las categorías (Sequía extrema, sequía alta, sequía moderada, sequía baja y sequía muy baja).

Vegetación y edafología: se utilizó la carta de uso de suelo y vegetación serie V y edafología serie II, escala 1:250 000 (INEGI, 2016).

Para identificar las microrregiones se empleó el método de interpolación, utilizando el IDW (Inverse Distance Weighted) con el software ArcGIS 10.1 (ESRI, 2012). Por medio de éste método se realiza la interpolación en una extensión de raster a partir de puntos utilizando una

técnica de distancia inversa ponderada para generar los raster de índice de aridez e intensidad de sequía, después se traslaparon las cartas digitales de uso desuelo y edafologica.

RESULTADOS

La interpolación permitió identificar 32 microrregiones, siendo la numero 1 la que presenta la menor intensidad de sequía (Figura 3). Se puede observar que la sequía que se muestra enumerada por cada microrregión va de condición de baja sequía hacía la condición de sequía extrema.

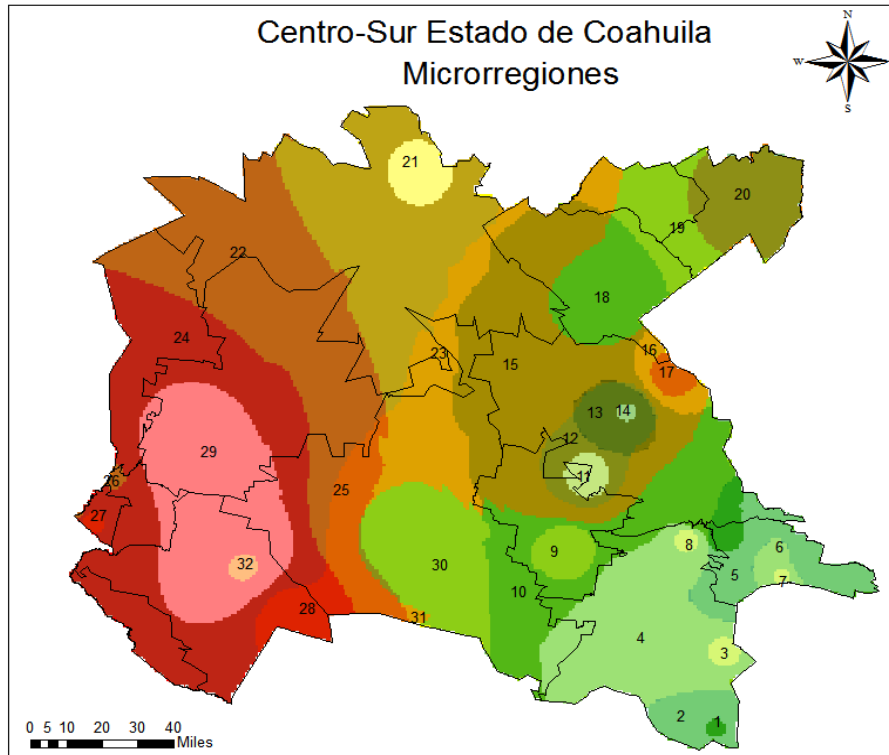


Figura 3. Enumeración de la microrregiones

Estas microrregiones se distribuyen en cuatro categorías de aridez, las categorías encontradas fueron: A2, B2, que corresponden a las categorías de zonas áridas y A3, B3, que corresponden a zonas semiáridas (cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación de aridez de acuerdo al Índice obtenido por la interpolación realizada en el SIG.

ID ESTACION	NOMBRE DE ESTACION	INDICE DE ARIDEZ	CLASIFICACION DE ARIDEZ
5146	HUACHICHIL	56.1524028	B3
5149	CIENEGA DE LA PURISIMA	64.3864217	B3
5176	JAME	79.9516143	A3
5049	SAN ANTONIO LAS ALAZANAS	92.3599628	A3
5148	POTRERO DE ABREGO	100.516731	A3
5141	GOMEZ FARIAS	111.188079	A3
5048	SALTILLO (DGE)	136.405453	B2

5145	SAN JUAN DE LA VAQUERIA	147.475604	B2
5136	LAS HORMIGAS	168.711676	B2
5175	LA VENTURA	176.016235	B2
5024	PARRAS	178.54161	B2
5016	GENERAL CEPEDA	180.824564	B2
5005	CANDELA (DGE)	188.629246	B2
5038	SANTA TERESA	213.54921	B2
5140	RAMOS ARIZPE (DGE)	216.399826	B2
5003	ARTEAGA (SMN)	216.847826	B2
5011	EJIDO REATA	244.459165	A2
5004	BAJIO DE AHUICHILA	259.698268	A2
5040	TORREON (OBS)	289.055919	A2
5026	PRESA COYOTE	348.754839	A2
5027	EL CUIJE	355.791333	A2
5044	CUATRO CIENEGAS (SMN)	381.892483	A2
5151	ALTO DE NORIAS	383.136899	A2
5139	EMILIANO ZAPATA	397.485883	A2
5028	PRESA DE GUADALUPE	421.70883	A2
5142	HIPOLITO	431.787701	A2
5041	VIESCA (DGE)	496.275901	A2

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos del análisis de 30 años de información en 27 estaciones meteorológicas.

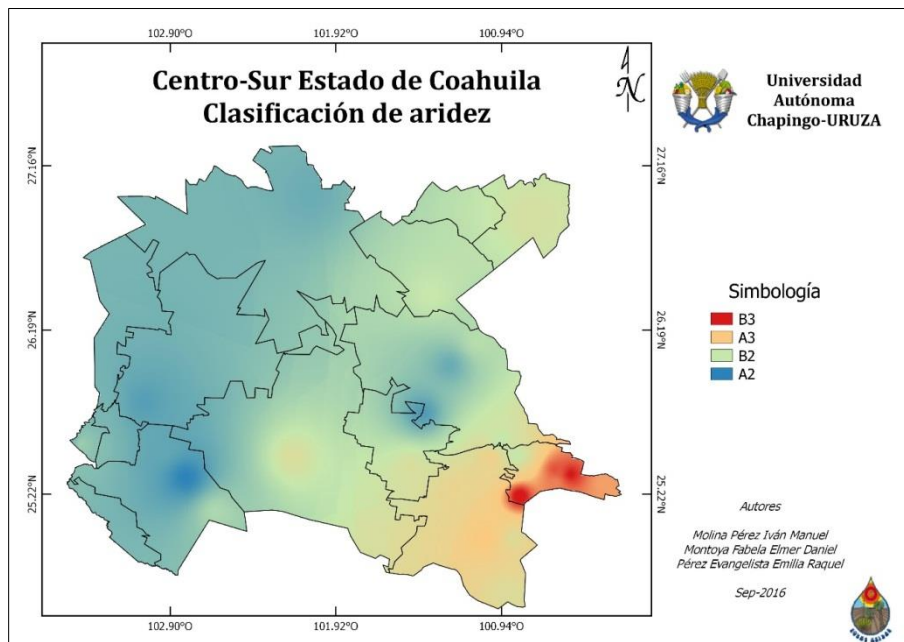


Figura 3. Clasificación de los índices de aridez en el SIG.

Dentro de las mismas 32 microrregiones se tienen cinco intervalos de sequía que van de extrema hasta muy baja, donde la extrema indica un índice de sequía con probabilidades de ocurrencia

mayores al 65%, mientras para la muy baja puede presentarse con probabilidades de ocurrencias menores al 34% (Cuadro2).

Cuadro 2. Clasificación de la sequía en intervalos de muy baja a extrema.

ID ESTACION	NOMBRE DE ESTACION	SEQUIA %	INTEN SEQUIA
5146	HUACHICHIL	17	MUY BAJA
5149	CIENEGA DE LA PURISIMA	31	MUY BAJA
5176	JAME	41	BAJA
5049	SAN ANTONIO LAS ALAZANAS	50	MODERADA
5148	POTRERO DE ABREGO	27	MUY BAJA
5141	GOMEZ FARIAS	44	BAJA
5048	SALTILLO (DGE)	50	MODERADA
5145	SAN JUAN DE LA VAQUERIA	41	BAJA
5136	LAS HORMIGAS	47	MODERADA
5175	LA VENTURA	10	MUY BAJA
5024	PARRAS	53	MODERADA
5016	GENERAL CEPEDA	53	MODERADA
5005	CANDELA (DGE)	57	ALTA
5038	SANTA TERESA	43	BAJA
5140	RAMOS ARIZPE (DGE)	43	BAJA
5003	ARTEAGA (SMN)	33	MUY BAJA
5011	EJIDO REATA	63	ALTA
5004	BAJIO DE AHUICHILA	67	EXTREMA
5040	TORREON (OBS)	67	EXTREMA
5026	PRESA COYOTE	60	ALTA
5027	EL CUIJE	57	ALTA
5044	CUATRO CIENEGAS (SMN)	50	MODERADA
5151	ALTO DE NORIAS	27	MUY BAJA
5139	EMILIANO ZAPATA	73	EXTREMA
5028	PRESA DE GUADALUPE	67	EXTREMA
5142	HIPOLITO	41	BAJA
5041	VIESCA (DGE)	60	ALTA

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del análisis de 30 años de información en 27 estaciones meteorológicas.

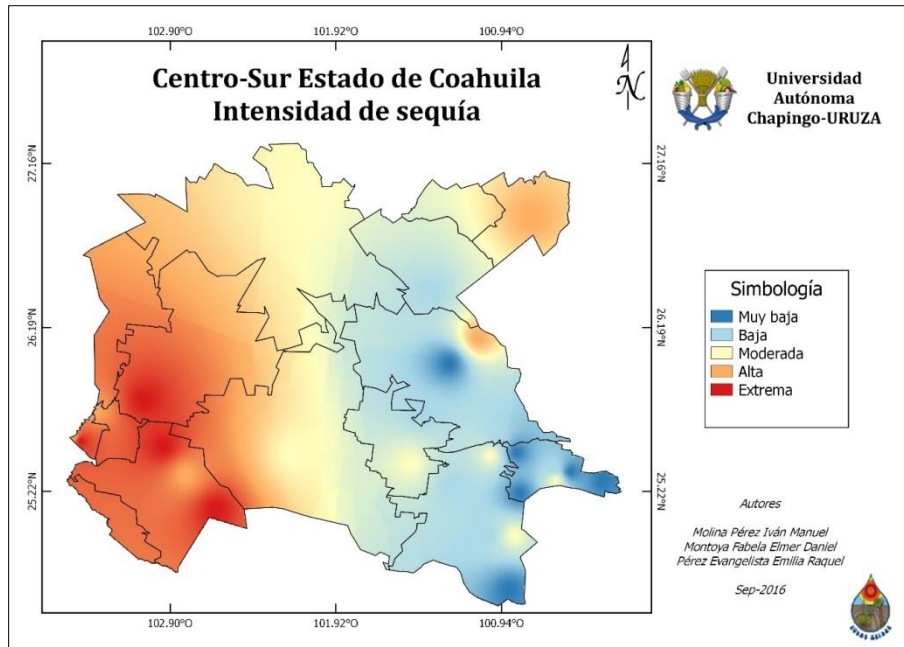


Figura 4. Clasificación de la intensidad de la sequía.

La vegetación predominante corresponde al matorral desértico (cubriendo más del 50 % de la región) y el matorral micrófilo, mismo que ha prevalecido por sus bajos requerimientos hídricos (Figura 3).

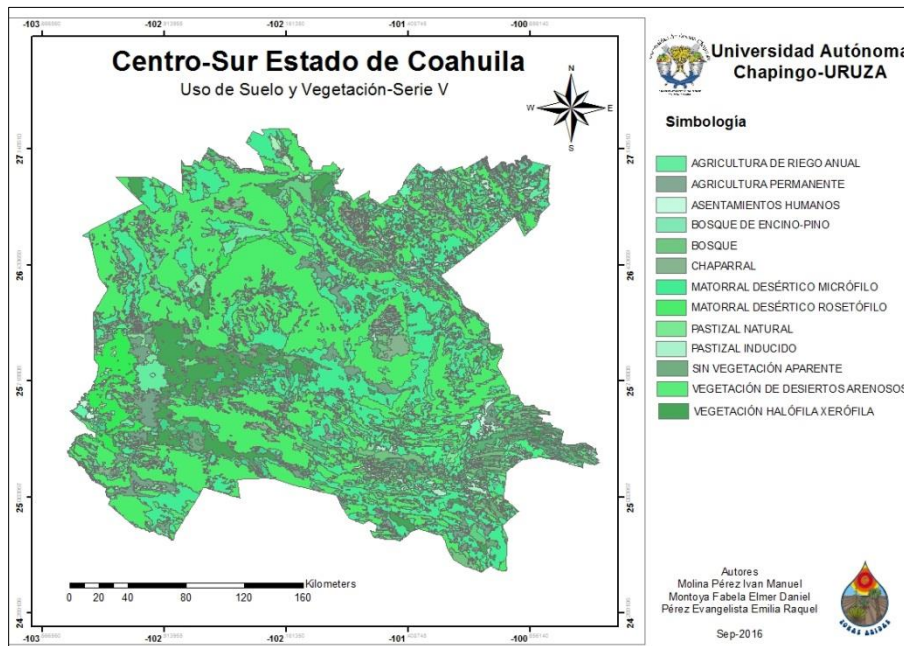


Figura 5. Clasificación de vegetación en el Centro-Sur del estado de Coahuila, mediante el uso de cartas de Uso del Suelo y Vegetación, Serie V.

El suelo predominantes es el Litosol (con una superficie de más del 46 % de la región) tiene una amplia relación con la vegetación presente en la zona, pues son suelos que permiten el desarrollo del matorral, figura 4.

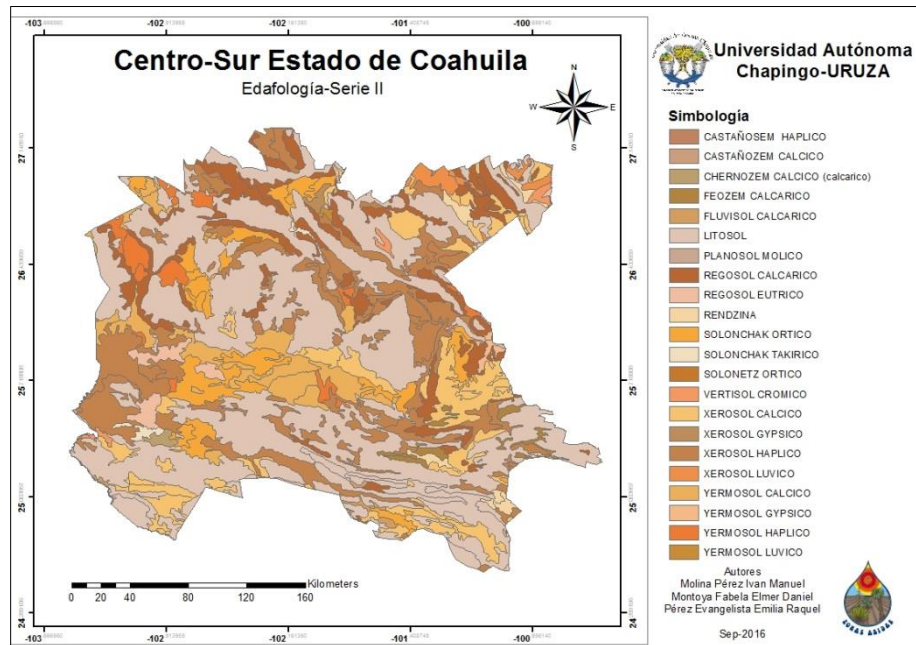


Figura 6. Clasificación de Edafología en el Centro-Sur del estado de Coahuila, mediante el uso de cartas Edafológicas, Serie II.

En el mapa anterior se pudieron identificar diferentes microrregiones las cuales se enumeraron del 1 al 32, siendo la numero 1 la que presenta la menor intensidad de sequía.

CONCLUSIONES

Los cuatro criterios analizados permitieron una descripción detallada y precisa conforme a la calidad de los datos consultados para un periodo de 30 años. El índice de aridez clasificado como zonas áridas y semiáridas e intensidad de sequía que va desde el extremo hasta muy bajo se asociaron a la vegetación desértica rosetófila dominante y suelos como Litosol.

Es importante destacar el uso de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta principal en la caracterización, debido a que facilitó la delimitación de las 32 microrregiones que integran el Centro –Sur del Estado de Coahuila. El análisis y ubicación de estas microrregiones son de utilidad para el desarrollo de futuros estudios que adquieran la distribución espacial semejante y en la planificación de procesos de producción agrícolas, pecuarios y forestales.

LITERATURA CITADA

ESRI. 2012. ArcGIS 10.1, Redlands, CA; also contains Esri Data and Maps for ArcGIS.

García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios. México, D.F. Pp 71.

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua), 2009. Extractor rápido de información climatológica (ERIC III). 2.0. Servicio Meteorológico Nacional. México, D.F.

INEGI 2016. Diccionario de Datos Edafológicos. Serie II. Escala 1:250,000(Alfanumérico). Aguas Calientes, México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI 2016. Diccionario de Datos Uso de Suelo y Vegetación. Serie II. Escala 1:250,000(Alfanumérico). Aguas Calientes, México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Martínez B. O. U y Ruiz C. M; 2005. Caracterización y análisis de la sequía en el Estado de Coahuila. INIFAP, Campo Experimental Saltillo. México. 4 Ed, ISSN 1405-1915. Pp 102.

Pedroza Sandoval, A., Sánchez Cohen, I., Becerra López, J. L., Ramos Cortez, E., Reyes Bernabé, C., Rosales Palacios, L. V., y Vargas Piedra, G. (2014) Regionalización de zonas con escaso régimen pluvial: Estudio de caso zona Centro-Norte del estado de Durango, México.

Salati, E. y A. C. Nobre. 1991. "Possible climatic impacts of tropical deforestation". Climatic Change, Vol. 19, pp. 177-196.

Reproducción de síntomas del Alfalfa Mosaic Virus en plantas de chile y frijol.

Velásquez-Valle, Rodolfo, Reveles-Hernández, Manuel y Reveles-Torres, L.R.

Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas - Fresnillo, Calera de V.R., Zacatecas, México. CP 98500. *Autor de correspondencia: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las enfermedades de chile provocadas por virus son importantes restricciones del cultivo en el norte centro de México. Durante el ciclo de cultivo 2016 un nuevo grupo de síntomas que recordaba la infección por el *Alfalfa mosaic virus* (AMV) apareció en las parcelas de chile en el estado de Zacatecas, México. Pruebas con DAS-ELISA confirmaron la presencia del AMV. Hay una falta de información sobre los síntomas asociados a la infección por AMV en los diferentes tipos de chile por lo que el propósito de éste trabajo fue desarrollar síntomas virales en plantas de chile y frijol inoculadas con tejido de plantas de chile enfermas. Inóculo obtenido de plantas de chile con mosaico verde pálido a clorótico fue inoculado por frotamiento de un hisopo de algodón a plantas de chile (tipos Mirasol y pasilla) y frijol (Flor de Junio Criollo y Pinto Coloso). La incidencia de síntomas fue de 38.5 y 50% para las plantas inoculadas de chile Mirasol y Pasilla respectivamente mientras que las plantas infectadas de Flor de Junio Criollo y Pinto Coloso mostraban una incidencia de síntomas de 100 Y 60% respectivamente. Los síntomas registrados tanto en plantas inoculadas de chile como de frijol fueron mosaico, clorosis, ampollamiento y enchinamiento de hojas.

Palabras clave: Inoculación, mosaico, clorosis, ampollamiento, incidencia

ABSTRACT

Pepper diseases provoked by virus are important crop constraints in the north center of Mexico. During the 2016 crop season a new group of symptoms resembling the *Alfalfa Mosaic Virus* (AMV) infection appeared in the pepper fields from the Mexican state of Zacatecas. DAS-ELISA tests confirmed the presence of AMV. There is a lack of information on the symptoms associated to AMV-infection in different types of pepper, therefore, the goal of this work was to develop viral symptoms in pepper and bean plants inoculated with infected pepper tissue. Inoculum obtained from pepper plants with pale green to chlorotic mosaic was inoculated by rubbing a cotton swab to pepper (Mirasol and Pasilla types) and bean (Flor de Junio Criollo and Pinto Coloso) plants. Symptoms incidence was 38.5 and 50% for Mirasol and Pasilla inoculated plants respectively while the Flor de Junio Criollo and Pinto Coloso infected plants shown 100 and 60% of symptom incidence respectively. Symptoms like foliar mosaic, chlorosis, blistering, and upward roll were registered in both pepper and bean inoculated plants.

Key words: Inoculation, mosaic, chlorosis, blistering, incidence

INTRODUCCIÓN

La presencia de enfermedades causadas por diferentes agentes virales en las parcelas de chile en Zacatecas ha sido ampliamente registrada; entre los virus asociados con esas enfermedades se encuentran diversos virus de ARN, otros pertenecientes a los géneros Curtovirus y Begomovirus (Velásquez-Valle *et al.*, 2008; Velásquez-Valle *et al.*, 2012) sin embargo, las plantas de chile afectadas expresan un amplio rango de síntomas que van desde distintos grados de amarillamientos o clorosis, deformaciones foliares y del fruto, enanismo y sobre todo, una reducción no cuantificada aún, en el rendimiento y su calidad. Durante el ciclo de cultivo primavera verano 2016 se observó la presencia de plantas de chile con síntomas foliares que recordaban los producidos por el virus del mosaico de la alfalfa (*Alfalfa Mosaic Virus*: AMV) en el municipio de Villa de Cos y que posteriormente se extendieron a otras localidades en Zacatecas. Esta nueva sintomatología comprendía áreas de color verde pálido a cloróticas que frecuentemente comprometían más de 50% de la lámina foliar, con distribución irregular en las plantas. La incidencia de la enfermedad en algunas parcelas era superior a 90%. El análisis serológico (DAS – ELISA) de muestras de follaje reveló una estrecha asociación de los síntomas con la presencia del AMV (datos no mostrados). Las pérdidas provocadas por éste patógeno pueden alcanzar hasta el 65% (Creamer, 2003). El AMV posee numerosas razas y variantes que han sido más frecuentemente descritas con base en síntomas diferenciales e intensidad de reacciones de hospederos individuales como alfalfa, chile y papa (Sutic *et al.*, 1999). Este virus puede ser transmitido por semilla que es considerada como la fuente primaria de inóculo en tanto que la dispersión por medio de áfidos es la fuente secundaria de inóculo (Cerkauskas, 2004). El AMV posee un amplio rango de hospederos; más de 400 especies vegetales pertenecientes a 50 familias; entre los hospederos naturales destacan chile (*Capsicum annuum* L.), frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), chicharo (*Pisum sativum* L.), entre otros (Sutic *et al.*, 1999). Existe poca información acerca de la producción de síntomas asociados con AMV en plantas de los tipos de chile cultivados en Zacatecas por lo que el objetivo del presente trabajo consistió en desarrollar síntomas virales en plantas de chile y frijol inoculadas con tejido de plantas de chile sintomáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta y preparación del inóculo

El inóculo se obtuvo del follaje de plantas de chile que mostraban los síntomas característicos de la enfermedad (mosaico verde pálido a clorótico) en una parcela experimental establecida en el Campo Experimental Zacatecas del INIFAP en Calera de V.R., Zacatecas. Se colectaron entre 75 y 100 g de tejido foliar que fueron macerados con una solución buffer (Kaiser y Hannan, 1983).

Producción de plántulas de chile y frijol

Se utilizaron plantas de chile de los tipos Mirasol y Pasilla así como plantas de frijol de las variedades Flor de Junio y Pinto Coloso; ambas especies se reprodujeron en vasos con sustrato esterilizado y en condiciones de aislamiento de posibles vectores. Las plántulas de chile se inocularon cuando mostraban de tres a cuatro hojas verdaderas mientras que las de frijol se inocularon una vez que las hojas cotiledonares estuvieron completamente expandidas.

Inoculación

El proceso de inoculación se completó por frotamiento de un hisopo con el inóculo impregnado con carborundum sobre la superficie de la hoja; inmediatamente después de aplicar el inóculo se enjuagó el área inoculada con agua corriente para eliminar el exceso del abrasivo. En las plantas de chile la inoculación se realizó en el par de hojas más jóvenes completamente desarrolladas: en las de frijol el inóculo se colocó en las hojas cotiledonares y en hojas trifoliadas jóvenes (solo en Pinto Coloso). Se dejaron plantas de chile y frijol sin inocular para que sirvieran como testigos. Después de la inoculación las plantas se llevaron en el invernadero bajo condiciones de iluminación naturales.

Registro de aparición de síntomas

Las plantas inoculadas se observaron y compararon con las plantas testigo diariamente a partir de la fecha de inoculación para registrar la posible aparición de síntomas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Plantas de chile

En el primer experimento se observaron síntomas de posible origen viral en cinco de 13 plantas de chile tipo Mirasol así como en seis de 12 plantas de chile tipo Pasilla por lo que el porcentaje de producción de síntomas potenciales resultó de 38.5 y 50% para los tipos Mirasol y Pasilla respectivamente. En ambos casos las plantas testigos no expresaron síntomas. Los síntomas más comúnmente observados fueron formación de áreas ampolladas en la base de las hojas, epinastia, clorosis intervenal y enrollamiento de las hojas (Cuadro 1). La mayoría de los síntomas se observaron en hojas situadas por encima del punto de inoculación; en algunas plantas se presentó más de un síntoma. Estos síntomas se han registrado en plantas adultas de chile en parcelas comerciales (Velásquez-Valle *et al.*, 2012).

Cuadro 1. Frecuencia de detección de síntomas asociados con la infección mecánica por *Alfalfa Mosaic Virus* en plantas de chile para secado tipo Mirasol y Pasilla.

Tipo de chile	Síntoma			
	Ampollamiento	Epinastia	Clorosis intervenal	Enrollamiento de hojas
Mirasol	100 ^x	20	40	20
Pasilla	64	16	48	16

^x Frecuencia de detección en las plantas sintomáticas.

Frijol

Flor de Junio Criollo

Se observaron síntomas potencialmente relacionados con la infección por AMV en el 100% de las plantas inoculadas. Las plantas de esta variedad manifestaron síntomas como ampollamiento, mosaico, clorosis intervenal, epinastia y enrollamiento de hojas. Esos síntomas se expresaron en las hojas trifoliadas, es decir por encima del punto de inoculación (hojas cotiledonares). La frecuencia de aparición de esos síntomas fue (Cuadro 2).

Cuadro 2. Frecuencia de detección de síntomas asociados con la infección mecánica por *Alfalfa Mosaic Virus* en plantas de frijol de las variedades Flor de Junio Criollo y Pinto Coloso.

Variedad	Síntoma					
	Ampollamiento	Mosaico	Clorosis	Epinastia	Enrollamiento de hojas	Bronceado
Flor de Junio Criollo	77.8	44.4	77.8	11.1	22.2	0.0
Pinto Coloso ^x	0.0	50	100	0.0	0.0	0.0
Pinto Coloso ^y	0.0	25	25	0.0	0.0	25

^x Inoculación en hojas cotiledonares; ^y Inoculación en hojas trifoliadas

Pinto Coloso

Se observaron síntomas en solamente dos de seis plantas inoculadas; la sintomatología registrada en esas dos plantas fueron clorosis intervenal y mosaico. Las cuatro plantas inoculadas en la primera hoja trifoliada mostraron síntomas aunque en dos de ellas el follaje situado arriba del punto de inoculación no manifestaron síntomas pero las hojas cotiledonares se desprendieron o desarrollaron un mosaico. En las plantas inoculadas en las hojas cotiledonares los síntomas se expresaron en cuatro de seis plantas como un bronceado combinado con una clorosis intervenal en la siguiente hoja trifoliada sobre el punto de inoculación (Cuadro 2). McDonald y Suzuki (1983) reportan la producción de lesiones cloróticas en plantas de frijol inoculadas con aislamientos del AMV en Canadá, lo cual coincide parcialmente con los síntomas mencionados en éste trabajo.

Es posible que la severidad y diversidad de los síntomas se incrementen posteriormente ya que los resultados aquí reportados se tomaron a los 15 días después de la inoculación; la reacción de los genotipos inoculados, sobre todo los de frijol pudieran indicar una reacción diferencial con mayor severidad sobre Flor de Junio Criollo.

De acuerdo con Sutic *et al.* (2012) se ha mencionado la existencia de una raza o variante del AMV que infecta a las plantas de Chile; sin embargo, la diferencia entre razas ha estado fundamentada en la intensidad de las reacciones en hospederos individuales así como en la expresión de síntomas diferenciales; los síntomas observados en el presente trabajo pueden mostrar la influencia de factores como manejo de las plántulas por lo que es necesario confirmar la presencia del AMV, posiblemente por medios serológicos, en el tejido de plantas sintomáticas y asintomáticas de Chile y frijol.

LITERATURA CITADA

Cerkauskas, R. 2004. Alfalfa mosaic virus. Fact Sheet. Asian Vegetable Research and Development Center Publication 04-590. 2 p.

Creamer, R. 2003. *Alfalfa Mosaic Virus*. In: Compendium of pepper diseases. (Ed. by K. Pernezny, P.D. Roberts, J.F. Murphy and N.P. Goldberg). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.

Kaiser, W.J. and Hannan, R.M. 1983. Additional hosts of alfalfa mosaic virus and its seed transmission in tumble pigweed and bean. *Plant Disease* 67:1354-1357.

McDonald, J.G. and Suzuki, M. 1983. Occurrence of alfalfa mosaic virus in Prince Edward Island. *Canadian Plant Disease Survey* 63:47-50.

Sutic, D., Ford, R.E., and Tomic, M.T. 1999. Handbook of plant virus diseases. CRC Press. LLC. 553 p.

Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M.M., and Creamer, R. 2008. First report of *Beet mild curly top virus* infection of Chile pepper in north-central Mexico. *Plant Disease* 92:650.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Mena-Covarrubias, J. 2012. Incidencia y sintomatología de cinco virus en parcelas comerciales de Chile seco en Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:381-390.

Uso de sistemas de información geográfica para determinar contaminación no puntual de cuerpos de agua superficiales.

Martínez Rodríguez Juan G.^{1*}, Anaya Salgado Antonio¹, Castro Aguilera José M.²

¹ Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental “La Laguna” Matamoros, Coah. ² Estudiante de Posgrado Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Unidad Laguna.

*Autor de correspondencia: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La producción porcina en México representa el 26 % de la producción pecuaria nacional y está creciendo a un ritmo de aproximadamente 3 % anualmente. Existe una gran variación en tamaño y en el nivel tecnológico de las explotaciones, que van desde pequeñas unidades tradicionales de traspatio con unos cuantos cerdos, hasta modernas granjas con miles de vientres.

Aproximadamente el 40% del hato porcino se encuentra en la zona centro de México que incluye los estados de Querétaro, Guanajuato, y parte de los estados de Michoacán, y Jalisco. Esta zona es semiárida, con precipitaciones anuales que varían entre los 400 y 700 mm, concentradas de mayo a agosto. La agricultura tradicional de temporal es de bajos rendimientos y aleatoria, y la agricultura intensiva depende de la irrigación con agua de pozos profundos y de presas. El agua es cada vez más escasa y cara, especialmente por los costos de bombeo y el abatimiento de los niveles de los pozos, y por la competencia con el consumo para uso urbano, y se hace necesariamente indispensable el proteger y conservar al máximo es precioso recurso natural. Tanto el uso racional y eficiente del agua superficial y subterránea, como el evitar la contaminación mediante el enriquecimiento con materia orgánica y nutrientes provenientes de la agricultura en general y en particular de las explotaciones animales intensivas, son requisitos indispensable para lograrlo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región de estudio comprende 28 municipios en los que la porcicultura es de gran importancia desde el punto de vista socioeconómico. Éstos se sitúan dentro de la región hidrológica Lerma – Chapala – Santiago y comprenden los estados de Guanajuato, Jalisco y Michoacán. La región hidrológica Lerma – Chapala – Santiago es de gran importancia para el estado de Guanajuato, ya que representa un 83 % de la superficie estatal e incluye a un 98 % de la población y prácticamente a la totalidad de la industria existente. La principal corriente dentro de esta entidad es conocida como Río Lerma, el cual fluye de Oriente a Poniente en la Región Sur del Estado, y además en su tercio final constituye el límite austral de esta entidad con el estado de Michoacán. Con respecto al estado de Jalisco, la región hidrológica Lerma - Chapala – Santiago abarca la mayor parte del estado y es la región más importante del mismo, no solo por representar el 50 % de la superficie estatal, sino por incluir un 70 % de población y prácticamente la mayor parte de la industria. La principal corriente de esta región es el Río Grande Santiago que se origina en el Lago de Chapala y desemboca en el Océano Pacífico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el área de estudio se encuentran dos sistemas hidrológicos muy diferentes; por un lado, se presenta el sistema del río Lerma y sus tributarios, cuyas aguas van a depositarse directamente al lago de Chapala y cuya red de drenaje se encuentra principalmente en el estado de Guanajuato y en el Sureste de Jalisco. Por otro lado, se presenta el sistema Río Santiago, cuyo origen se localiza en el Lago de Chapala, siendo el Río Verde Grande uno de sus principales afluentes. Este sistema comprende principalmente la parte central del estado de Jalisco. Lo anterior, influye en el potencial de contaminación del agua superficial y cuerpos de agua presentes en la zona con los residuos provenientes de las actividades agropecuarias. Una panorámica clara de la red de drenaje de los diferentes sistemas se presenta en la Figura 1. En la cual se destaca en la parte Este el sistema Río Lerma, y en la parte Oeste, la red de drenaje del sistema Río Grande Santiago.

CONCLUSIONES

El balance entre la producción animal y el medio ambiente se encuentra desligado completamente. Si lo consideramos como un índice, el volumen de nutrientes producidos a través de las excretas de los animales sobrepasa la demanda de los mismos nutrientes en la agricultura. Se determinaron aquellos ríos y arroyos que presentan un mayor riesgo potencial a ser contaminados por los desechos provenientes de las actividades agropecuarias. Las microcuencas consideradas en este estudio “bajo riesgo” se encuentran situadas en los municipios de Pénjamo, La Piedad, Numanán, Ayotlán y Degollado en la cuenca Lerma – Chapala y en Tepatitlán y Acatic en la cuenca del Río Verde Grande.

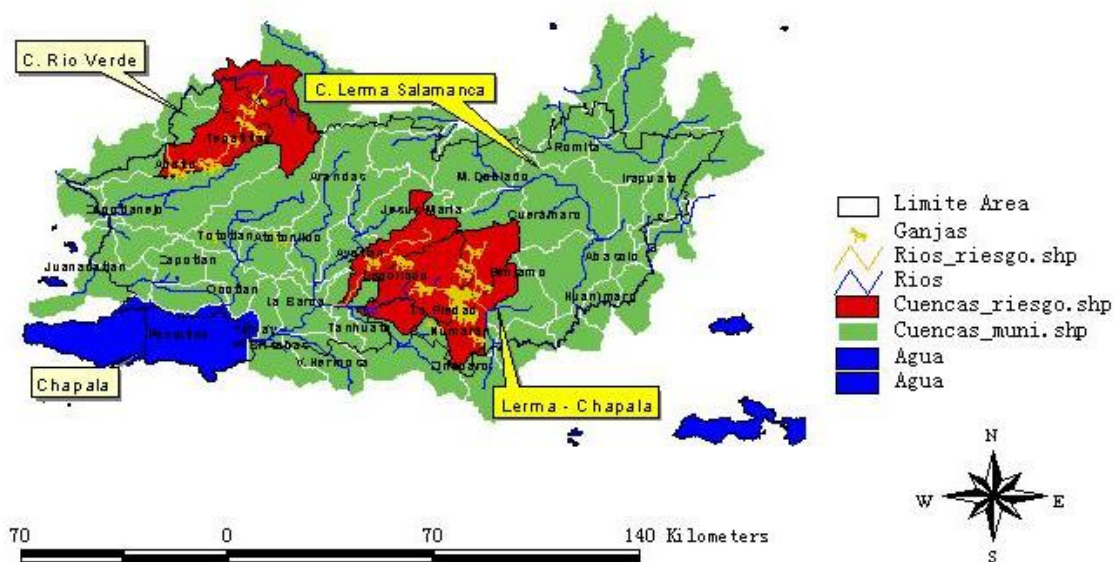


Figura 1. Microcuencas consideradas bajo “riesgo” e identificadas como prioritarias para desarrollar investigación

LITERATURA CITADA

Adams, P.L., C. Daniel T., R. Edwards D., J. Nichols D., H. Pote D., y D. Scott H. 1994. Poultry litter and manure contributions to nitrate leaching through the vadose zone. *Soil Science Society of America Journal* 58 (4), 1206–1211.

Mueller, D.K., A. Hamilton P., R. Helsel D., J. Hitt K., C. Ruddy B., S. Tim U., y R. Jolly. 1994. Evaluating agricultural nonpoint-source pollution using integrated geographic information systems and hydrologic/water quality model. *J. Environ. Qual.* 23, 25–35.

Tarboton, D.G., L. Bras R., y I. Rodriguez-Iturbe. 1996. On the extraction of channel networks from digital elevation data. *Hydrol. Processes* 5, 81–100.

PRESENTACIÓN EN CARTELES

Crecimiento, morfología y eficiencia fotosintética de plántulas de *Prosopis laevigata* producidas en condiciones contrastantes de luz.

Basave Villalobos Erickson^{1*}, Moreno González Saúl², Sigala Rodríguez José Ángel¹, Rosales Mata Sergio¹, García Pérez José Luis¹.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5 Durango, Dgo. Méx. C. P. 34170. ² Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza (ITSVC) Av. Tecnológico s/n, Colonia El Huasteco, C.P. 73049, Venustiano Carranza, Puebla.

*Autor de correspondencia: basave.erickson@inifap.gob.mx

RESUMEN

La manipulación de características morfológicas y fisiológicas de calidad de planta mediante el manejo de condiciones ambientales de luz, representa una oportunidad potencial para producir en vivero planta de mezquite con especificaciones de calidad deseadas para las condiciones de los sitios a reforestar. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue examinar el crecimiento, morfología y eficiencia fotosintética de plántulas de mezquite producidas en condiciones contrastantes de luz. Plántulas de un mes de edad fueron sometidas a cinco condiciones de luz: intemperie, malla sombra azul, malla sombra negra, malla sombra roja y malla sombra verde, todas de polietileno con 80% de sombra. Las plántulas de mezquite crecieron durante tres meses en cada condición. El crecimiento se estimó como tasas de crecimiento relativo; la morfología mediante patrones de asignación de biomasa en hojas, tallo y raíz, y con el cálculo del área foliar específica. La eficiencia fotosintética se determinó como tasas de asimilación neta. Se realizó un análisis de varianza no paramétrico mediante la prueba Kruskal-Wallis. En casos requeridos, las medias se compararon por pares. Diferencias estadísticas $P < 0.05$ fueron consideradas significativas. Hubo respuestas contrastantes de aclimatación entre condiciones de luz. El mayor crecimiento se tuvo en plántulas producidas en la malla roja. Independientemente del color, en las mallas sombra, las plántulas asignaron más del 60% a biomasa aérea. A intemperie mayor biomasa se asignó a la raíz y se favoreció un equilibrio entre el componente aéreo y radical. El área foliar específica más elevada se presentó en las plántulas de la malla negra. La tasa de asimilación neta de las plantas fue proporcional a la cantidad de luz disponible: mayor luz, mayores tasas de asimilación. Los resultados obtenidos muestran, con base en lo sustentado por otros estudios cuyo enfoque es similar al de este trabajo, que las plántulas de mezquite tienen buena capacidad de aclimatación durante sus fases iniciales de crecimiento a condiciones contrastantes de luz, lo cual es una expresión de su plasticidad fenotípica. De ahí, la novedad de este estudio son las implicaciones prácticas para los trabajos de reforestación, ya que pueden manipularse las características de las plántulas en vivero de acuerdo con las especificaciones morfológicas y fisiológicas deseadas, principalmente en contextos de ambientes áridos y semiáridos. El manejo de condiciones de luz tiene potencial para producir mezquite en vivero con especificaciones de calidad deseadas. Las condiciones ambientales de luz modificaron el crecimiento, morfología y eficiencia fotosintética de las plántulas de mezquite durante su producción en vivero. En relación con el crecimiento, las plántulas producidas en malla roja registraron el crecimiento más elevado. En cuanto a morfología, la cantidad de luz disponible afectó los patrones de asignación de biomasa en hojas, tallo y raíz. A menor cantidad de luz disponible, las plántulas asignaron más del 60% a biomasa aérea e incrementaron su área foliar específica; en este último caso, las plántulas producidas en malla negra fueron las que

presentaron el valor más elevado. En cambio, a mayor disponibilidad de luz, mayor cantidad de biomasa se asignó a la raíz y se favoreció un equilibrio entre el componente aéreo y radical, lo cual ocurrió en las plántulas de intemperie. Finalmente, en torno a la eficiencia fotosintética, la tasa de asimilación neta de las plantas fue proporcional a la cantidad de luz disponible; no obstante, este componente fisiológico no determinó el crecimiento de las plántulas, el cual fue afectado en mayor medida por las variaciones micro-ambientales y las modificaciones morfológicas de aclimatación, efecto que a su vez demostró una plasticidad fenotípica favorable del mezquite ante ambientes contrastantes de luz.

Palabras clave: plasticidad fenotípica de especies forestales, aclimatación, viveros forestales

Helmintos parásitos de *Lithobates montezumae* Baird, 1854 (Anura: Ranidae) en tres municipios de Zacatecas, México.

Raudales-Macías, Ana Cristina¹, Ramírez-Cruz, Edgar Salvador¹, Rosas-Valdez, Rogelio¹ y Martínez-Salazar Elizabeth Aurelia^{1*}

¹Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. Preparatoria S/N, Campus Universitario II, Col. Agronómica, C.P. 98066. Zacatecas, Zacatecas. *Autor de correspondencia: eamsuaz@gmail.com

RESUMEN

El conocimiento de la fauna helmintológica es escaso en Zacatecas, de ahí la importancia de su estudio. Como parte de un estudio taxonómico de metazoarios parásitos en Zacatecas, se estudió la fauna helmintológica de *Lithobates montezumae* en localidades de tres municipios: Genaro Codina (Corralillo), Ciudad Cuauhtémoc (Presa San Pedro) y Loreto (La Concepción). Se recolectaron 66 hospederos esporádicamente entre el 2012 y 2015; a cada hospedero se le realizó un examen parasitológico. Se registró un total de nueve especies para Genaro Codina, cinco para Loreto y cuatro para Ciudad Cuauhtémoc. El grupo de los tremátodos presentó la mayor riqueza específica con seis especies (*Cephalogonimus americanus*, *Glythelmins quieta*, *Gorgoderina* cf. *attenuata*, *Haematoloechus* cf. *complexus*, *Haematoloechus* sp. y *Megalodiscus americanus*); seguido de los nemátodos con tres especies (*Eustrongylides* sp., *Physaloptera* sp. y *Spiroxys* sp.); y finalmente los acantocéfalos y cestodos con una especie (*Oligocantorichidae* gen. sp. y *Nematotaeniidae* gen. sp., respectivamente). El intestino es el hábitat con mayor riqueza específica. *H.* cf. *complexus* y *Physaloptera* sp. se registraron en los tres Municipios. Todos son nuevos registros de localidad. El presente trabajo incrementa el conocimiento de la riqueza específica de *L. montezumae* y la distribución geográfica de todas las especies de helmintos encontradas.

Palabras clave: Biodiversidad, Anfibios, Helminthos parásitos, *Lithobates*, Zacatecas.

ABSTRACT

The helminth fauna knowledge is scarce in Zacatecas, hence the importance of their study. As part of a taxonomic study of metazoan parasites in Zacatecas, the helminth fauna in *Lithobates montezumae* in localities of three municipalities was studied: Genaro Codina (Corralillo), Ciudad Cuauhtémoc (Presa San Pedro) y Loreto (La Concepción). 66 hosts were collected sporadically between 2012 and 2015; each host was performed a parasitological examination. A total of nine species is recorded in Genaro Codina, five for Loreto and four for Ciudad Cuauhtémoc. The group of trematodes has the highest species richness with six species (*Cephalogonimus americanus*, *Glythelmins quietta*, *Gorgoderina* cf. *attenuata*, *Haematoloechus* cf. *complexus* and *Megalodiscus americanus*); followed by three species Nematodes (*Eustrongylides* sp., *Physaloptera* sp. and *Spiroxys* sp.); and finally acanthocephalan and tapeworms with a one specie (Oligocantorichidae gen. sp. and Nematotaeniidae gen. sp. respectively). The intestine is the habitat with greater richness. *H.* cf. *complexus* and *Physaloptera* sp., were recorded in the three municipalities. All are new locality records. This work increases the knowledge of species richness of *L. montezumae* and geographical distribution of all helminth species found.

Key words: Biodiversity, amphibians, Helminths parasites, *Lithobates*, Zacatecas.

INTRODUCCIÓN

México es reconocido como megadiverso al ser uno de los 17 países con mayor riqueza biológica, ya que dentro de sus interiores se encuentra entre el 10 y 12 % de la biota mundial, (Ramamoorthy et al., 1998; Martínez–Meyer et al., 2014). Particularmente en riqueza específica de anfibios ocupa el quinto lugar después de Brasil (Parra-Olea et al, 2014). La familia Ranidae Rafinesque (1814) se ubica dentro del Orden Anura y se estiman 27 especies del género *Lithobates* Fitzinger, 1843 (antes *Rana* Linneo 1758) de las cuales 59.25 % son endémicas (Parra-Olea et al., 2014).

Lithobates montezumae Baird, 1854 conocida como rana verde, pertenece a la familia Ranidae y se caracteriza por presentar patas traseras largas con amplias membranas que unen sus dedos, son de cuerpo robusto, piel dorsal rugosa, con la presencia de pliegues poco desarrollados, pero siempre visibles; la cabeza es triangular y un poco aplanada y tienen dimorfismo sexual (Vásquez y Quintero, 2005). La especie se distribuye en el Eje Neovolcánico Transversal, y está presente en los estados de Puebla, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Querétaro, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes y Zacatecas (Uribe-Peña et al., 1999). Las ranas, por su hábito semiacuático, tienen interacción biótica con una amplia gama de organismos interespecíficos, como son los helmintos parásitos.

Los helmintos son parásitos invertebrados denominados gusanos, de aspecto vermiforme y presentan una vida parasitaria. Típicamente se les ha considerado como agentes causales de

enfermedades o dañinos a otros organismos, por lo que los han etiquetado como nulamente carismáticos, sin embargo su estudio taxonómico es importante desde el punto de vista de la biodiversidad y de la evolución por ser organismos que dependen en alguna o parte de su ciclo de vida de otros organismos (Schmidt y Roberts, 2009).

La información disponible de los registros helmintológicos aún es escasa, en comparación con los estudios taxonómicos de sus hospederos vertebrados (Pérez-Ponce de León et al., 2011), por lo que, es importante realizar trabajos taxonómicos enfocados a inventariar la Biota del sistema parásito-hospedero en el país. La fauna helmintológica registrada para *Lithobates montezumae* se ha documentado en algunos estados del país como el Distrito Federal, Estado de México y Oaxaca, que en conjunto reportan 22 especies para Platyhelminthes (73%) (19 especies de Trematoda y tres para Cestoda) y ocho especies de Nematoda (27 %) y no hay reportes de Acantocephala (Paredes-León et al., 2008; Velarde-Aguilar et al., 2014). Hasta el momento, no se cuenta con trabajos helmintológicos para el género *Lithobates* en Zacatecas, de ahí la importancia de este trabajo exploratorio.

Con base en la información previa en el estado de Zacatecas para el sistema parásito-hospedero y como parte de un trabajo inicial para documentar la fauna de metazoos de vida silvestre en Zacatecas que se conduce en el Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular, de la Unidad Académica de Ciencias Biológicas (UACB) en la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), se deriva el presente que tiene como objetivo documentar la fauna helmintológica de *Lithobates montezumae* en tres municipios del Estado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el 2012 hasta el 2015, se recolectó un total de 66 hospederos en los municipios de Genaro Codina (Corralillo), Ciudad Cuauhtémoc (Presa San Pedro) y Loreto (La Concepción), en el estado de Zacatecas; cuyas áreas se caracterizan por ser semiáridas de clima templado, localizadas al sur-poniente del estado (Figura 1). A continuación se describen las características la zona de estudio:

a) Genaro Codina (Corralillo): Se localiza al sudoeste del estado de Zacatecas a 2110 m.s.n.m. Es una área semiárida; donde al sur y poniente se ubican las estriaciones de la sierra fría; clima templado; precipitación pluvial de 400 a 800 mm., y temperatura anual de 18°C. Flora compuesta principalmente de coníferas, aunque también se puede encontrar pino, matorrales como engorda cabra, vara dulce, zacate chino, y varias especies de cactus (INAFED, 2010).

b) Ciudad Cuauhtémoc (Presa San Pedro): Ubicado al Suroeste del estado con una altura media de 2030 m. s. n. m., es una zona semiárida, con una temperatura media anual de 19° C; precipitación media anual de 450 mm. Flora compuesta por mezquites, nopales, encinos y cedro. En la parte baja predominan los pastizales y matorrales (INAFED, 2010).

c) **Loreto (La Concepción):** Ubicado al Suroeste del estado, con una altura media de 2,226 m.s.n.m., es una zona semiárida, con un clima semiseco templado con un rango de temperatura de 14-18 °C y un promedio de precipitación de 400-500 mm anuales. La vegetación presente es el pastizal y el matorral xerófilo (INEGI, 2014).

Los organismos fueron capturados con una red de golpeo y trasladados en bolsas de plástico aireadas hasta la UACB de la UAZ para su disección y estudio helmintológico tradicional.

Los helmintos encontrados se recolectaron con pinceles finos y se colocaron en cajas de petri con solución salina al 0.65 %. Los digéneos se relajaron mediante solución salina al 0.65 % caliente, se fijaron y conservaron en alcohol etílico al 70 %. Posteriormente los nemátodos, se fijaron en alcohol etílico al 70 % caliente y se conservaron en alcohol al 70 % hasta su posterior fijación (Kennedy, 1979). Los digéneos, se procesaron mediante técnicas de tinción convencionales en helmintología (Lamothe-Argumedo, 1997) y los nemátodos, se montaron y aclararon en preparaciones semi-permanentes en glicerina (8:1, glicerina: alcohol etílico), para su estudio morfológico e identificación taxonómica con ayuda de claves como Anderson et al. (1974-1983), y Prudhoe y Bray (1982).

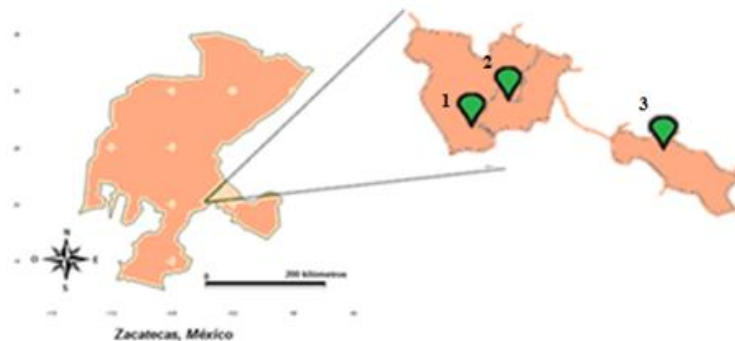


Figura 1. Área de estudio. 1: Genaro Codina (Corralillo); 2: Ciudad Cuauhtémoc (Presa San Pedro); Loreto (La Concepción).

Los hospederos, se fijaron en formol buferado al 10 % y se preservaron en frascos con alcohol al 70 % (Simmons, 1985). Todos los ejemplares hospederos y helmintos, se depositaron en la Colección de Vertebrados (CVZ) en la sección de anfibios y reptiles, albergados en el laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular de la UACB de la UAZ: CVZ0015, 0043, 0044, 0047, 0048, 0050, 0053-0055, 0057-0058, 0070-0071, 0073, 0075-0077, 0079-0081, 0086-0087, 0094, 0097, 00268-00269, 00302-00303, 0368-0369, 0384-0391, 0394, 0567-0568, y 0576-0578.

RESULTADOS

De los 66 hospederos examinados se registró un total de 11 especies de helmintos para *L. montezumae*; nueve para Genaro Codina, cinco para Loreto y cuatro para Ciudad Cuauhtémoc. La mayor riqueza específica corresponde al grupo de los Platyhelminthes (54.54 %) con seis especies de digéneos, seguido de los Nematoda (27.27 %) con tres géneros, y finalmente Acanthocephala (9.09 %) y Cestodos (9.09 %) con una sola especie cada grupo.

La mayoría de las especies recolectadas se encontraban en estadio adulto con excepción de *Spiroxys* sp., *Physaloptera* sp., *Eustrongylides* sp., Oligocanthorhynchidae gen. sp. y Nematotaeniidae gen. sp. que se recuperaron en estadio larvario. El hábitat más parasitado fue el intestino. *H. cf. complexus* es el parásito más abundante en Genaro Codina y Ciudad Cuauhtémoc, en contraste con *Physaloptera* sp. en Loreto.

Únicamente se comparten dos especies entre los tres municipios [*Haematoloechus cf. complexus* y *Physaloptera* sp.] (Tabla 1), mientras que *C. americanus*, Oligocanthorhynchidae gen. sp. y Nematotaeniidae gen. sp., solamente se registran en Genaro Codina, los dos primeros y Loreto, el último taxón.

Tabla 1. Caracterización de las infecciones de helmintos parásitos de *Lithobates montezumae* en Tres municipios del estado de Zacatecas.

HELMINTO	Genaro Codina			Loreto			Ciudad Cuauhtémoc			
	H	Pre (%)	IP	Pre (%)	A	IP	Pre (%)	A	IP	
Platyhelminthes										
Digenea										
Cephalogonimidae (Looss, 1809)										
<i>Cephalogonimus americanus</i>	I	11.3	6	1.2			-	-	-	
Paramphistomatidae Fiscoeder, 1901										
<i>Megalodiscus americanus</i>	I	36.3	88	5.5			16.6	2	2	
Gorgoderidae (Looss 1901)										
<i>Gorgoderina attenuata</i>	V	18.1	24	3	18.75	0.75	4	-	-	
Hematoloechidae Odening 1964										
<i>Haematoloechus cf. complexus</i>	P	40.9	96	5.33	6.25	0.06	1	0.5	5	
<i>Haematoloechus</i> sp.					6.25	0.06	1			
Macroderoididae Mc Mullen, 1937										
<i>Glypthelmins quieta</i>	I	13.6	55	9.16				16.6	1	
Cestoda										
Taeniidae Linnaeus, 1758										
<i>Nematotaeniidae</i> gen. sp.	I	-	-	-	6.25	0.06	1	-	-	
Nematoda										
Gnathostomatidae Railliet 1895										
<i>Spiroxys</i> sp.	M	2.2	2	2				-	-	
<i>Physaloptera</i> sp.	I	13.6	24	4	6.25	1.125	18	16.6	1	
<i>Eustrongylides</i> sp.	M	4.5	13	6.5				-	-	

Acanthocephala

Oligocanthorhynchidae Petrochenko, 1956

Oligocanthorhynchidae gen. sp.	I	2.2	1	1	-	-	-
---------------------------------------	---	-----	---	---	---	---	---

*Parámetros Ecológicos [Abundancia (A); Intensidad Promedio (IP); Prevalencia (Pre) y Riqueza Específica (RE)]; Hábitat dentro del hospedero (H) [Intestino (I); Mesenterio (M); Pulmón (Pu); Vejiga Urinaria (V)].

DISCUSIÓN

Lithobates montezumae es uno de los anuros más estudiados para helmintos parásitos en el territorio mexicano, cuenta con un total de 32 registros de localidades de la ciudad de México, Estado de México, Oaxaca y Zacatecas (presente trabajo) (Paredes-León et al., 2008; Velarde-Aguilar et al., 2014). La fauna helmintológica asociada a este anuro se había registrado previamente en otras localidades del país, excepto la presencia del céstodo Nematotaeniidae gen sp., el cual quedo indeterminado taxonómicamente por encontrarse en estadio no desarrollado.

De manera general, la riqueza helminto faunística encontrada en *L. montezumae* de Zacatecas es menor en comparación con la reportada en la literatura, particularmente para el grupo Trematoda [*Cephalogonimus americanus*, *Glythelmins quietta*, *Gorgoderina* cf. *attenuata*, *Haematoloechus* cf. *complexus*, *Haematoloechus* sp. y *Megalodiscus americanus*] con solo seis especies con contraste con 19 especies reportadas en México (Paredes-León et al., 2008). Adicional al registro del cestodo, se presenta al acantocéfalo Oligocanthorhynchidae gen. sp. por vez primera como parásito en *L. montezumae*, esto incrementó la riqueza helmintológica a 32 especies reportadas en México. Los helmintos encontrados son de ciclo de vida heteroxeno, y en su mayoría son especies generalistas, lo cual es característico de helmintofauna de anuros semiacuáticos (Brooks, 1984). Así mismo predomina la presencia de tremátodos en los tres municipios, característico de anfibios asociados a ese tipo de ambiente (Guillen-Hernández, 2010). Acorde con Burnie (2002), sugiere que la carga parasitaria está estrechamente relacionada con los hábitos alimenticios del anfibio, de ahí que los helmintos de ciclo de vida heteroxeno son predominantes en la fauna helmintológica de *L. montezumae*.

Eustrongylides sp., *Physaloptera* sp., *Spiroxys* sp., *Haematoloechus* sp., Nematotaeniidae gen. sp. y Oligocanthorhynchidae gen. sp. no se han reportado como parásitos típicos en esta especie de anfibio; sin embargo, se han registrado en otros miembros del género *Lithobates* en México. Para el caso de Oligocanthorhynchidae, los hospedadores definitivos son aves, sin embargo se han registrado los anfibios como hospederos paraténicos (Buron y Golvan, 1986).

Respecto a la diversidad helmintofaunística en los municipios, Loreto presentó una menor riqueza, que puede estar correlacionada con las condiciones ambientales que presentan estas localidades [Ramírez-Cruz Obs. Pers. y Raudales-Macías (2016)]. Con base en la información disponible en la literatura (INAFED, 2010; INEGI, 2010; 2014), se conoce que Genaro Codina presenta un rango de precipitación y altitud mayores a los otros dos municipios, así como su

cobertura vegetal está constituida por pastizal y matorral, por un pequeño porcentaje de bosque y selva baja caducifolia, y con un clima predominantemente semiseco templado y subhúmedo en verano. Mientras que Ciudad Cuauhtémoc y Loreto presentan el mismo tipo de clima que es semiseco templado con lluvias en verano y la cobertura vegetal es principalmente pastizal y matorral xerófilo.

Pese a estas diferencias ambientales, *H. cf. complexus* se distribuye geográficamente en las tres localidades, como fauna común para *L. montezumae* en Zacatecas, lo que sugiere que los hospederos intermediarios de esta especie de helminto se encuentran en simpatria geográfica con este hospedero definitivo. Cabe mencionar que en Genaro Codina y Ciudad Cuauhtémoc, el sistema hidrológico se mantiene durante todo el año a diferencia de la localidad de Loreto, que es temporal. Estas condiciones permiten sugerir que la asimetría en la fauna helmintológica estaría correlacionada con la distribución geográfica de los hospederos intermediarios y asociados a las condiciones ambientales de los lugares de estudio. En Genaro Codina se presenta condiciones favorables para el desarrollo de una variedad de invertebrados por lo cual la riqueza específica de helmintos parásitos es mayor, en contraste con Ciudad Cuauhtémoc y Loreto (Obs. Pers. Raudales-Macías y Ramírez-Cruz).

Con el presente trabajo se logró incrementar el conocimiento de la riqueza específica (con dos especies) y la distribución geográfica de las once especies encontradas. Este es el primer trabajo que documenta la fauna helmintológica de *Lithobates montezumae* en el estado de Zacatecas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Daniel Ochoa por su ayuda en la recolecta e identificación de los hospederos. Así como a todas a aquellas personas contribuyeron en la recolecta o revisión de hospederos durante el estudio: Miguel Salas, Juan Pérez, Mauricio Berumen, Anarrosa Olmedo, Susana Trejo, Oscar Romo, Jesús Sígala, Aranza Hernández, Edith Esparza, Octavio Rodríguez, Judith Medina, Lucero Landeros, Byanca Velázquez y Victoria Flores, etc. Cristina Raudales-Macías agradece al programa Programa Nacional de Becas para la Educación Superior (PRONABES) y “Sistema Único de Beneficiarios de Educación Superior (SUBES), Beca Titulación: 2013-2014”. Edgar Ramírez-Cruz agradece al programa de BECAS SEP-SUBES en la modalidad de manutención durante sus estudios de Licenciatura. Elizabeth A. Martínez-Salazar agradece a los proyectos FOMIX-ZAC-2011-01-C01-170798 y UAZ-2013-36452. R. Rosas-Valdez y E. A. Martínez-Salazar agradecen a PRODEP-SEP a través del programa “Apoyo a la Incorporación de Nuevos PTC” UAZ-PTC-194 y UAZ-PTC-169, respectivamente.

LITERATURA CITADA

Anderson, R.C., A. G. Chabaud, y S. Willmott. 1974-1983. CIH Keys to the nematode parasites of vertebrates. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK, 10 v

- Brooks, D. R. 1984. *Platyhelminths. Diseases of Amphibian and Reptiles*. Gerald. L. Hoff, F. L. Frye y E.R. Jacobson (eds). Plenum Publishing Corporation, New York 247-258.
- Burnie, D. 2003. *Animal*. Dorling Kindersley, Londres 624 pp.
- Buron, I. y Y. Golvan. 1986. Les hôtes des Acanthocéphales: I. Les hôtes intermédiaires. *Annales de Parasitología Humaine et Comparée*, 61:581-592.
- Guillén-Hernández, S., G. Salgado-Maldonado y R. LamotheArgumedo. 2000. Digeneans (Platyhelminthes: Trematoda) of seven sympatric species of anurans from LosTuxtlas, Veracruz, Mexico. *Studies of Neotropical Fauna and Environment*, 35: 10-13.
- INAFED (Instituto Para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2010. *Enciclopedia de los Municipios de México*. Zacatecas, Zacatecas. SEGOB (Secretaria de La Gobernación) [Última consulta: 19 de febrero de 2013].
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. *Estadísticas. Censo General de Población y Vivienda*. http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/estados/zac_geo.cfm. [Última consulta: 25 de febrero de 2013].
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. *Perspectiva estadística del estado de Zacatecas*. Marzo 2014. 93 p.
- Lamothe-Argumedo, R. 1997. *Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres*. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, 29p.
- Martínez-Meyer E., J. E. Enrique-Sosa y F. Álvarez. 2014. The study of the biodiversity in Mexico: a route with a course? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 1-9.
- Paredes-León, R., L. García-Prieto, C. Guzmán-Cornejo, V. León-Règagnon y T. M. Pérez. 2008. Metazoan parasites of Mexican amphibians and reptiles. *Zootaxa*, 1904: 1–166.
- Parra-Olea, G, O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de Anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 460-466.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto and B. Mendoza-Gárfias. 2011. Describing parasite biodiversity: The case of the helminth fauna of wildlife vertebrates in México. In O. Grillo y G. Venora (eds.). *Changing Diversity in Changing Enviroment*. In Tech, Rijeka, Croacia. p. 33–54.
- Prudhoe, S. y A. Bray. 1982. *Platyhelminth Parasites of the Amphibia*. London. British Museum (Natutal History) and Oxford University Press 217 pp.
- Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. 1998. *Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución*. 1er. Ed. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México 792 p.
- Schmidt, G. D. y L. S. Roberts. 2009. *Foundations of Parasitology*. 8va. Edition. Boston. McGraw-Hill Higher Education 701 pp.

Simmons, J. E. 1985. Herpetological collecting and collections management. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Herpetological Circular University of Texas, Tyler 16: 57.

Uribe-Peña, Z., A. Ramírez-Bautistay G. Casas-Andreu. 1999. Anfibios y reptiles de las Serranías del D.F. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México 32: 119.

Vásquez-Díaz J. y G.E. Quintero-Díaz. 2005. Anfibios y reptiles de Aguascalientes. CONABIO 92-95.

Velarde-Aguilar M.G., A.R. Romero-Mayén y V. León-Régagnon. 2014. First report of the genus Physaloptera (Nematoda: Physalopteridae) in *Lithobates montezumae* (Anura: Ranidae) from Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: 304-307.

Helmintos parásitos del sapo pinero, *Incilius occidentalis* Camerano, 1879 (Anura: Bufonidae) en Tepechtlán, Zacatecas, México.

Saucedo-Castillo, Elí Alejandra^{1,2}, Rosas-Valdez, Rogelio¹ y Martínez-Salazar, Elizabeth Aurelia^{1*}

¹Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. Preparatoria S/N, Campus Universitario II, Col. Agronómica, C.P. 98066. Zacatecas, Zacatecas. ² Pasante de la Licenciatura en Biología, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. * Autor de correspondencia: eamsuaz@gmail.com

RESUMEN

Incilius occidentalis es endémico y distribuye geográficamente en la región centro y norte de México; y únicamente se ha documentado una especie de nemátodo parásito, *Rhabdias kuzmini*. Se recolectó un total de 30 bufónidos de manera esporádica entre los años 2012 y 2016 en Tepechtlán, Zacatecas. El objetivo del trabajo fue identificar la helmintofauna de *I. occidentalis* como parte de un trabajo inicial para documentar la fauna vida silvestre en Zacatecas. Todos los órganos internos se revisaron y los parásitos encontrados se fijaron y conservaron en viales con alcohol al 70 %, hasta su montaje e identificación con ayuda de literatura especializada. Se encontró un total de 6 especies (66.66 % de Platyhelminthes y 44.44 % de Nematoda), que corresponden a *Riojatrema bravoae*, *Glyphelmis quieta*, *Megalodiscus* sp., Nematotaeniidae gen. sp., *Rhabdias* cf. *americanus* y *Aplectana itzacanensis*, esta última es la especie más abundante. El ciclo de vida indirecto es predominante y el intestino es el hábitat más parasitado. Este es el primer reporte de helmintos parásitos para este hospedero en el estado de Zacatecas, toda la helmintofauna reportada en el presente trabajo constituyen nuevos registros de hospedero y se amplía la distribución geográfica de todas las especies en México.

Palabras clave: Biodiversidad taxonómica, *Incilius occidentalis*, ciclos de vida, helmintos parásitos, Zacatecas.

ABSTRACT

Incilius occidentalis is endemic and geographically distributes in central and northern Mexico region; and only the parasitic nematode, *Rhabdias kuzmini* has been documented. A total of 30 bufonids were sporadically collected between 2012 and 2016 in Tepechitlán, Zacatecas. The objective was to identify the helminth fauna of *I. occidentalis* as part of an initial work to document wildlife fauna in Zacatecas. All internal organs were checked and found parasites were fixed and preserved in vials with 70% alcohol until mounting and identification using literature. A total of six species were found (66.66% to Platyhelminthes and 44.44% Nematoda), corresponding to *Riojatrema bravoae*, *Glyphelminis quieta*, *Megalodiscus* sp., Nematotaeniidae gen. sp., *Rhabdias* cf. *americanus* and *Aplectana itzacanensis*, this last species is the most abundant. The indirect life cycle is predominant and intestine is the most parasitized habitat. This is the first report of parasitic helminths for this host in the state of Zacatecas, all are new records of host and geographical distribution of all species in Mexico it is extended.

Key words: Taxonomic biodiversity, *Incilius occidentalis*, life cycles, helminth parasites, Zacatecas.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las relaciones interespecíficas, el parasitismo es una forma de vida simbiótica obligatoria que ha resultado ser exitosa, donde una especie alberga otra que depende metabólica y/o ecológicamente de la primera para completar su ciclo de vida, la primera se define como hospedero y la segunda parásito (Cruz-Reyes y Carmargo-Carmargo, 2001; Pérez-Ponce de León et al., 2010). El estudio de la helmintos parásitos de vertebrados silvestres en se ha centrado en la generación de información en ambientes tropicales, y en menor cantidad las regiones desérticas y semidesérticas en México (García-Prieto et al., 2014a; García-Prieto et al., 2014b).

Los anfibios destacan por su diversidad de formas, e incluye un total de 376 especies (Parra-Olea et al., 2014), concentrada en los estados del sur, Oaxaca, Chiapas y Veracruz, mientras que en Zacatecas se ha documentado un total de 14 especies (Parra-Olea et al., 2014), dentro de los que se encuentra el sapo pinero.

Incilius occidentalis Camerano, 1879 es un anfibio endémico de México (Figura 1), con una amplia distribución en la región centro y norte del país, desde el extremo este de Sonora, oeste de Chihuahua, el Altiplano mexicano, centro-norte de Veracruz hasta los estados de Puebla, Tlaxcala, Morelos y Estado de México (Lemos-Espinal y Smith, 2008), las crestas supraoculares están bien desarrolladas, las glándulas parótidas se localizan cerca de los ojos, la coloración del cuerpo en la región dorsal es café oscuro o gris con pequeñas manchas oscuras, la región ventral presenta un color blanco o crema, las extremidades son cortas y robustas con membranas interdigitales extendidas a la mitad de los dedos (Lemos-Espinal y Smith, 2008; Manrique y

Canseco-Márquez, 2009; Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005). Hasta el momento, el conocimiento de la diversidad faunística de helmintos del sapo pinero es escasa, únicamente se ha documentado una especie de nemátodo pulmonar, *Rhabdias kuzmini* Martínez-Salazar y León-Règagnon, 2007 en el estado de Guerrero.

El objetivo de este trabajo es identificar la helmintofauna asociada a *Incilius occidentalis* como parte de un trabajo inicial para documentar la fauna de metazoos de vida silvestre en Zacatecas que se conduce en el Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular, de la Unidad Académica de Ciencias Biológicas (UACB) en la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ).



Figura 1. Vista dorsal de *Incilius occidentalis* preservado y depositado en la Colección de Vertebrados (CVZ) en la sección de anfibios y reptiles (CVZH 611), albergada en la UACB-UAZ (Foto: Elí A. Saucedo-Castillo).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estado de Zacatecas cuenta con una extensión territorial de 75,539 km², representando el 3.84% del territorio nacional, políticamente se encuentra dividido en 58 municipios (INEGI, 2014), al suroeste del estado se localiza el municipio de Tepechitlán, colindando con los municipios de Tlaltenango, Teúl de González Ortega, Jalpa, Apozol, Atolinga, Florencia y parte del estado de Jalisco. El municipio ocupa 0.77% de la extensión territorial estatal (Godoy-Robles, 2010). Presenta un clima variado que va desde semiárido hasta templado subhúmedo, con un rango de temperatura media de 18° C y una precipitación de 800 mm anuales, la vegetación del municipio es variada va desde pastizales y matorrales xerófilos hasta arboles de copas frondosas.

Entre los meses de mayo y octubre del 2012 y en febrero del 2016, se recolectó de manera esporádica un total de 30 bufónidos de la especie *I. occidentalis* de manera manual y con redes de

mano en Tepechtlán. Los ejemplares se trasladaron en hieleras al Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular, localizado en la UACB de la UAZ, para su análisis helmintológico.

A cada bufónido se les extrajo los órganos internos y se examinaron exhaustivamente en busca de endoparásitos, con ayuda de un microscopio estereoscópico Labomed CZM6. Los ejemplares helmintos encontrados fueron recolectados con ayuda de pinceles finos y depositados en cajas petri, posteriormente se fijaron siguiendo los procedimientos sugeridos por Lamothe-Argumedo (1997): los nematodos, digéneos y monogéneos se fijaron con alcohol al 70 % caliente, mientras que en los cestodos se utilizó formol al 4 % caliente, todos se conservaron en viales con alcohol al 70% hasta su posterior análisis taxonómico.

Para la observación morfológica, se prepararon los helmintos siguiendo los protocolos de preparación sugeridos por Lamothe-Argumedo (1997), los nematodos se montaron en preparaciones semipermanentes en Glicerina marca Karal; mientras que los cestodos fueron preparados con la tinción de Hematoxilina, los monogéneos y digéneos fueron procesados con Paracarmín y estos últimos montados en preparaciones permanentes en bálsamo de Canadá.

La identificación de los helmintos parásitos se realizó mediante su observación en un microscopio óptico Labomed LX500 y su comparación morfológica con claves taxonómicas y literatura especializada (ej. Anderson, 2000; Yamaguti, 1961).

Posterior a la identificación taxonómica obtuvo los parámetros ecológicos de las infecciones descritos por Brush et al. (1997): prevalencia (expresada en porcentaje), abundancia, intensidad promedio e intervalo de intensidad. Finalmente, con la literatura especializada se consultó información sobre sus ciclos de vida.

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Se recolectó un total de 30 ejemplares del bufo pinero, de los cuales el 90% resultaron positivos a la infección de helmintos parásitos. Se encontró un total de seis especies pertenecientes a dos grupos taxonómicos, de las cuales cuatro especies pertenecen al *phylum* Platyhelminthes (*Riojatrema bravoae* Lamothe-Argumedo, 1964, *Glypthelmins quieta* Stanfford, 1905, *Megalodiscus* sp. Chandler, 1923 y Nematotaeniidae gen. sp. Lühe, 1910), y dos especies del *phylum* Nematoda (*Rhabdias* cf. *americanus* Baker, 1978 y *Aplectana itzocanesis* Bravo Hollis, 1943).

El 16.6 % del total de la riqueza específica de *I. occidentales* se encontró en la vejiga urinaria, 16.6 % corresponde a los pulmones y en el intestino se localizó el 66.6 % de las especies, siendo este el hábitat con mayor riqueza específica (Tabla 1).

En la Tabla 1 se presenta la caracterización de las infecciones para las especies de helmintos analizados para *I. occidentalis*, el parásito con mayor prevalencia fue *A. itzocanensis* el cual se encontró en 23 hospederos del total analizados que resultaron positivos a la infección de helmintos, así mismo es la especie más abundante, en contraste con los digéneos *G. quieta* y *Megalodiscus* sp. los cuales fueron las especies con menor abundancia.

Riojatrema bravoae es un monogéneo parásito de la vejiga urinaria de anuros. Se caracterizan por la presencia de un órgano de fijación (opisthaptor) de forma hexagonal con tres pares de ventosas situadas a la periferia, el poro genital posee de 8 a 9 ganchos (Lamothe-Argumemdo, 1963). *Riojatrema bravoae* únicamente se ha registrado en el estado de Morelos, parasitando a *Eleutherodactylus nitidus* y *Rhinella marina* (Lamothe-Argumedo, 1963; Paredes-León et al., 2008). En general el ciclo de vida de las especies de monogéneos es poco conocida (Roberts y Janovy, 2009). Prudhoe y Bray (1982) consideran que en los polystomátidos parásitos de anfibios, hay una alternancia en las etapas sexuales, una llevada a cabo en las agallas de los renacuajos y la otra en la vejiga urinaria de los adultos.

Tabla 1. Caracterización de las infecciones por helmintos parásitos de *I. occidentalis* en el municipio de Tepechitlán, Zacatecas. Parámetros: Hi= Hospederos infectados; Hc= Helmintos recolectados; Pre= Prevalencia; A= bundancia; I= Intensidad promedio; IdI= Intervalo de Intensidad. Háb= hábitat; Vu= Vejiga urinaria; Pu= Pulmones; Int=Intestino.

Helminto	Háb	Hi	Hc	Pre (%)	A	IP	IdI
Familia Polystomatidae							
<i>Riojatrema bravoae</i>	Vu	7	25	23.3	0.83	3.57	1–6
Familia Glythelminthidae							
<i>Glythelmins quieta</i>	Int	1	1	3.33	0.03	1	1
Familia Paramphistomatidae							
<i>Megalodiscus</i> sp.	Int	1	1	3.33	0.03	1	1
Familia Nematotaeniidae							
Nematotaeniidae gen. sp.	Int	3	11	10	0.36	3.66	1–5
Familia Cosmocercidae							
<i>Aplectana itzocanensis</i>	Int	23	1677	76.6	55.9	72.91	2–412
Familia Rhabdiasidae							
<i>Rhabdias</i> cf. <i>americanus</i>	Pu	16	248	53.3	8.26	15.5	1–66

Glythelmins quieta es un digéneo de cuerpo elíptico, con tegumento cubierto de pequeñas espinas, los testículos dispuestos transversalmente ubicados en la región media del cuerpo, ovario pretesticular, glándulas vitelógenas agrupadas en los laterales y distribuidas ecuatorialmente

(Yamaguti, 1961). Se distribuye geográficamente en la Ciudad de México, Colima, Estado de México, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa y Sonora, la especie se registra como parásito de diversas especies del género *Lithobates* (Pérez-Ponce de León et al., 2010; Paredes-León et al., 2008). El ciclo de vida de *G. quieta* es considerado indirecto, los gasterópodos son empleados como hospederos intermediarios donde permanecen las larvas (cercarías) hasta ser ingeridas por el hospedero definitivo (Prudhoe y Bray, 1982; Pérez-Ponce de León et al., 2010).

El género *Megalodiscus* se caracteriza por su estructura acetabular, la cual tiene un ancho mayor al corporal, el cuerpo es cónico y la posición de los testículos es anterior al ovario, los testículos no se encuentran fusionados (Bravo-Hollis, 1941). *Megalodiscus* sp. se registra como parásito de seis especies del género *Lithobates*, así mismo parasita a *Ambystoma tigrinum*, *Ollotis nebulifer*, *Leptodactylus melanonotus* y *Pachymedusa dactnicolor*, su distribución geográfica incluye a la Ciudad de México, Estado de México, Michoacán, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Veracruz (Bravo-Hollis, 1941; Paredes-León et al., 2008; Pérez-Ponce de León et al., 2010). El ciclo de vida de *Megalodiscus* sp. es indirecto, se emplea moluscos y renacuajos como hospederos intermediarios, los anuros adultos son los hospederos definitivos, estos adquieren la infección tragando la muda del renacuajo (Pérez-Ponce de León, 2010).

La familia Nematotaeniidae se caracteriza por la presencia de un escólex con cuatro ventosas y sin róstelo, el estróbilo es cilíndrico y acraspedoto. Los órganos parauterinos se encuentran de dos o más por proglótido (Jones, 1987). Los integrantes de la familia Nematotaeniidae se han registrado en los estados de Baja California, Colima, Ciudad de México, Guerrero, Hidalgo, Sonora y Veracruz (Paredes-León et al., 2008), parasitando a anfibios y reptiles (Jones, 1987). El ciclo de vida para la familia Nematotaeniidae es desconocido, sin embargo Joyeux (1927) y Goldberg y Bursey (2002) consideran que el ciclo de vida de los esta familia es directo, mientras que Prudhoe y Bray (1982) y Pérez-Ponce de León et al. (2010) consideran que son de ciclo de vida indirecto (requieren de un hospedero intermediario).

Aplectana itzocanesis se caracteriza la presencia de un ala lateral estrecha extendida a lo largo del cuerpo, la boca formada por tres labios lobulados, la cola termina en punta fina, los machos presentan 18 papilas caudales y cola curvada ventralmente (Baker, 1985; Yamaguti, 1961). Esta especie se distribuye en los estados de Baja California, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Veracruz y Zacatecas parasitando 13 especies de anfibios (Espinoza-Jiménez et al., 2007; Goldberg y Bursey, 2002; Paredes-León et al., 2008; Ramírez-Cruz et al., 2016). El ciclo de vida para el género *Aplectana* es directo (monoxeno), se realiza mediante la penetración cutánea o ingesta de las larvas (tercer estadio), infectando al hospedero definitivo. (Anderson, 2000; Goldberg y Bursey, 2002; Pérez-Ponce de León et al., 2010).

Rhabdias cf. americanus es una especie de distribución Neártica, que parasita diversas especies de anfibios como *Anaxyrus kelloggi*, *Ollotis mazatlanensis*, *Rhinella marina* y *Smilisca baudini* en los estados de Oaxaca y Sonora (Espinoza-Jiménez et al., 2007; Goldberg & Bursey, 2002). Se

caracteriza morfológicamente por ser organismos alargados, la porción terminal de la región anterior es truncada o redondeada, la cola es estrecha y termina en punta afilada. La cápsula bucal en forma de embudo o copa está rodeada de seis labios y es relativamente pequeña. Los adultos hermafroditas parasitan los pulmones de anfibios (Kuzmin, 2013). El ciclo de vida del género es directo, donde las larvas entran al hospedero definitivo por penetración de la piel, y en la cavidad corporal se desarrollan hasta ser adultos inmaduros hermafroditas. Los adultos maduros se desarrollan en los pulmones (Anderson, 2000).

Los Platyhelminthes representan la helmintofauna predominante en este hospedero, con un total de cuatro especies registradas en el presente trabajo. Sin embargo, los nematodos tienen una mayor abundancia, siendo *A. itzocanensis* la especie más abundante y de ciclo de vida directo (relacionado con condición terrestre). *I. occidentalis* al ser una especie con una alimentación variada que incluye varios grupos de invertebrados, como son los escarabajos, que pueden fungir como hospederos intermediarios de algunos parásitos de ciclo de vida indirecto (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005). La riqueza específica encontrada es típica de bufónidos en México. Así mismo el hábitat más parasitado es tracto intestinal, patrón observado en este grupo de hospederos a nivel de familia, como en *Rhinella marina*, *Ollotis marmorea*, *Ollotis mazatlanensis*, *Ollotis nebulifer* o *Ollotis valliceps* (Espinoza-Jiménez et al., 2007; Guillén-Hernández et al., 2000), Paredes-León et al., 2008).

Todos los helmintos parásitos reportados en el presente trabajo constituyen un nuevo registro de hospedero y localidad. Este es el segundo trabajo helmintológico para *I. occidentalis* en México, y el primero sistemático para el estado de Zacatecas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Byanca Yazmín Velázquez y Daniel Ochoa por ayuda en la recolecta del material biológico. Asimismo a Lucero Landeros, Judith Medina, Cristina Raudales, Victoria Flores, Edgar Ramírez y a Wendolyne Martínez por su ayuda en la revisión del material biológico. Elí A. Saucedo-Castillo agradece al programa de Becas COZCyT por el apoyo otorgado a lo largo de sus estudios de Licenciatura. Elizabeth A. Martínez-Salazar agradece a los proyectos FOMIX-ZAC-2011-01-C01-170798, UAZ-PTC-169 y UAZ-2013-36452. Rogelio Rosas-Valdez agradece a los proyectos UAZ-2013-36457 y UAZ-PTC-194.

LITERATURA CITADA

Alemán-Muñoz, F., G. Pulido-Flores, S. Monks y J. Falcón-Ordaz. 2013. Análisis morfométrico de *Glythelmins quieta* (Stafford, 1900) Stafford, 1905 (Digenea: Macroderoididae) en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. En: Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas, Volumen II, G. Pulido-Flores y S. Monks (eds.). Zea Books. p. 41-58

- Anderson, R. C. 2000. Nematode parasites of vertebrate: their development and transmission. 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford, 650 p.
- Baker, M. R. 1980. Revision of Old World species of the genus *Aplectana* Railliet & Henry, 1916 (Nematoda, Cosmocercidae). Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle, Paris 2(4): 955-988.
- Baker, M. R. 1985. Resdescription of *Aplectana itzocanensis* and *A. incerta* (Nematoda: Cosmocercidae) from Amphibians. Transactions American Microscopical Society, 104: 272-277
- Bravo-Hollis, M. 1941. Revisión de los géneros *Diplodiscus* Diesing, 1836 y *Megalodiscus* Chandler, 1923 (Trematoda: Paramphistomoidea) II. Anales Instituto de Biología de la UNAM, 12(2): 643-611
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. L. Lotz, y A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its terms: Margolis et al., revisited. Journal of Parasitology, 83: 575–583.
- Caballero y Caballero, E. y D. Sokoloff. 1934. Tercera contribución al conocimiento de la parasitología de *Rana montezumae*. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 5: 337-340.
- Cruz-Reyes, A. y B. Camargo-Camargo. 2001. Glosario de términos en Parasitología y Ciencias Afines. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, 347 p.
- Espinoza-Jiménez, A. F., García-Prieto, L., Osorio-Sarabia D. y V. León-Règagnon. 2007. Checklist of helminth parasites of the cane toad *Bufo marinus* (Anura: Bufonidae) from Mexico. Journal of Parasitology, 93: 937–944.
- Galicia-Guerrero, S., Bursey, C.R., Goldberg, R.S. y G. Salgado-Maldonado. 2000 Helminths of two sympatric toad species, *Bufo marinus* (Linnaeus) and *Bufo marmoratus* Wiegmann, 1833 (Anura: Bufonidae) from Chamela, Jalisco, Mexico. Comparative Parasitology, 67: 129–133.
- García-Prieto, L., B. Mendoza-Garfias y G. Pérez-Ponce de León. 2014a. Diversidad de Nematoda parásitos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: 171–176.
- García-Prieto, L., B. Mendoza-Garfias y G. Pérez-Ponce de León. 2014b. Diversidad de Platyhelminthes parásitos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: 164–170.
- Godoy-Robles, S. 2010. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, Estado de Zacatecas: Tepechitlán. En: www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM32zacatecas/index.html, última consulta septiembre, 2016.
- Goldberg, S. R. and C. R. Bursey. 2002. Helminth parasites of seven anuran species from Northwestern Mexico. Western North American Naturalist, 62: 160-169.

- Guillén-Hernández, S., Salgado-Maldonado, G. y R. Lamothe-Argumedo. 2000. Digenean (Plathelminthes: Trematoda) of seven sympatric species of anurans from Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 35: 10–13.
- INEGI. 2014. Marco Geoestadístico. En: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/default.aspx>, última consulta septiembre, 2016.
- Jones, K. M. 1987. A taxonomic revision of the Nematotaeniidae Lühe, 1910 (Cestoda: Cyclophyllidae). *Systematic Parasitology*, 10: 165-245.
- Kuzmin, Y. 2013. Review of Rhabdiasidae (Nematoda) from the Holartic. *Zootaxa*, 3639 (1): 1-76
- Lamothe-Argumedo, R. 1963. Trematodos de los anfibios de México. I. Sobre un nuevo género de la familia Polystomatidae Gamble, 1896, hallado en la vejiga urinaria de *Tomodactylus amulae*, Günther y *Bufo simus*, Schmidt. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, XXIV: 73-88
- Lamothe-Argumedo, R. 1997. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. A.G.T. Editor, México D.F., 43 pp.
- Lemos-Espinal, J. A. y H. M. Smith. 2008. Anfibios y reptiles del estado de Coahuila, México. Universidad Nacional Autónoma de México, University of Colorado at Boulder, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 450 p.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, U. O. García-Chávez, A. Leyte-Manrique y L. Canseco-Márquez. 2009. Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y conservación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo 213 p.
- Martínez-Salazar, E. A. y V. León-Règagnon. 2007. New species of *Rhabdias* (Nematoda: Rhabdiasidae) from *Bufo occidentalis* (Anura: Bufonidae) from Sierra Madre del Sur, Mexico. *Journal of Parasitology*, 93(5): 1171-1177.
- Paredes-León, R., L. García-Prieto, C. Guzmán-Cornejo, V. León-Règagnon and T. M. Pérez. 2008. Metazoan parasites of Mexican amphibians and reptiles. *Zootaxa*, 1904: 1-166.
- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Diversidad de Anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 460–466.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto y B. Mendoza-Garfías. 2010. Helmintos parásitos de vertebrados silvestres. En: *Diversidad Biológica de Sonora*. Molina-Freaner y T. R. Van Devender (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, p. 263–283.
- Prudhoe, S. and R. A. Bray. 1982. *Platyhelminth parasites of the amphibia*. Oxford University Press, Oxford, England, 217 p.

Ramírez-Cruz, E. S., R. Rosas-Valdez y E. A. Martínez-Salazar. 2016. *Anaxyrus punctatus* (red-spotted toad). Endoparasites. Herpetological Review, 97(1): 104-105.

Vázquez-Díaz, J. y G. E. Quintero-Díaz. 2005. Anfibios y Reptiles de Aguascalientes. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Aguascalientes, 318 p.

Yamaguti, S. 1961. Systema Helminthum. Volumen I. Interscience Publishing Inc. New York, 629 p.

Nematofauna de la zarigüeya norteamericana, *Didelphis virginiana* (Mammalia: Didelphidae) en Zacatecas, México.

Saucedo-Castillo, Elí Alejandra^{1, 2}, Martínez-Flores, Wendolyne^{1, 2} y Martínez-Salazar, Elizabeth Aurelia^{1*}

¹Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. Preparatoria S/N, Campus Universitario II, Col. Agronómica, C.P. 98066. Zacatecas, Zacatecas. ² Pasante de la Licenciatura en Biología, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. * Autor de correspondencia: eamsuaz@gmail.com

RESUMEN

Didelphis virginiana tiene una amplia distribución geográfica en el continente americano. En julio del 2016, un ejemplar de un mamífero identificado como *D. virginiana*, fue encontrado sin vida en un domicilio particular en Zacatecas, Zacatecas. Este ejemplar fue donado al Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular de la Unidad Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas para su estudio biológico. El objetivo de este trabajo fue identificar la helmintofauna encontrada en este ejemplar de fauna silvestre de Zacatecas. Se efectuó la disección del organismo y revisión de los órganos internos, los parásitos encontrados se depositaron en viales con alcohol al 70 %, hasta su análisis morfológico. Un total de 79 individuos se determinaron taxonómicamente con ayuda de la clave de Anderson y colaboradores. El material corresponde con dos especies de nemátodos, *Cruzia* sp. (Cruziidae) y *Turgida turgida* (Physalopteridae), esta última siendo la especie más abundante. Ambas especies se han registrado previamente para el género del hospedero en México en los estados de Colima, Guerrero y Oaxaca. Sin embargo, no se contaba con información de trabajos publicados de helmintos de marsupiales en Zacatecas. Este es el primer reporte de la nematofauna para un marsupial didelfimorfo en el estado.

Palabras Clave: Marsupial didelfimorfo, Physalopteridae, Cruzeidae, Nemátodos gastrointestinales, Zacatecas.

ABSTRACT

Didelphis virginiana has a wide geographical distribution in the Americas. In July 2016, a specimen of a mammal identified as *D. virginiana*, was found lifeless in a private home in Zacatecas, Zacatecas. This specimen was donated to the Laboratory of Biological Collections and

Molecular Systematics at Academic Unit of Biological Sciences at the Autonomous University of Zacatecas for biological study. The aim of this study was to identify the helminthfauna found in this specimen of wildlife of Zacatecas. The dissection of the body and review of internal organs was carried out, the worms found were placed in vials with 70 % alcohol, to its morphological analysis. A total of 79 individuals were taxonomically determined using the Anderson and collaborators key. The material corresponds to two species of nematodes, *Cruzia* sp. (Cruziidae) and *Turgida turgida* (Physalopteridae), the latter being the most abundant species. Both species have previously registered for the genus of host in Mexico in the states of Colima, Guerrero and Oaxaca. It had no information published helminth marsupial from Zacatecas. This is the first report of the nematofauna for a didelphid marsupials in the state.

Key words: Didelphid marsupials Physalopteridae, Cruziidae, gastrointestinal nematodes, Zacatecas.

INTRODUCCIÓN

Los mamíferos son uno de los grupos más carismáticos, su diversidad asciende a 564 especies de mamíferos silvestres en México, que representa el 10 % de la diversidad mundial (Sánchez-Cordero et al., 2014). El género *Didelphis* (Mammalia: Didelphidae) o las llamadas zarigüeya son marsupiales del Nuevo Mundo con una amplia distribución geográfica (Cervantes et al., 2010). La zarigüeya norteamericana (*Didelphis virginiana*) se distribuye geográficamente desde el sur de Canadá a través de los Estados Unidos y México, hasta Costa Rica (Gardner, 1982). Es considerada una especie generalista y oportunista, con un comportamiento eurieco, e inclusive se presentan en áreas antropogénicas (Ceballos y Oliva, 2005), esta especie pueden desplazarse geográficamente en corto tiempo y presentan una dieta amplia, lo que le ha permitido ser un grupo exitoso (Cruz-Salazar et al., 2014). Por sus características biológicas *D. virginiana* ha sido objeto de algunos estudios helmintológicos en América del Norte (Ej. Alden, 1995) y en México (Ej. Monet-Mendoza et al., 2005; Acosta-Virgen et al., 2015); en su mayoría la riqueza biótica endoparásita de *Didelphis* corresponde con el *phylum* Nematoda (García-Prieto et al., 2012).

Los helmintos son un grupo de invertebrados vermiformes, abundantes en la naturaleza y están representados por cuatro *phyla* no relacionados evolutivamente: Platyhelminthes, Acanthocephala, Nematoda y Annelida (Pérez-Ponce y García-Prieto, 2001). Dentro de ellos, el *phylum* Nematoda es uno de los grupos más diversificados que pueden parasitar casi cualquier órgano de vertebrados (Hugot et al., 2001). Estos organismos son triploblásticos, protostomados, blastocelomados, bilaterales y cilíndricos de tamaño variable (Hugot et al., 2001; García-Prieto, et al., 2014). En el 2005, Monet-Mendoza et al. y posteriormente, Acosta-Virgen et al. (2015) reportan un total de 18 especies de helmintos parásitos para *D. virginiana*, con representantes de tres *phyla* pertenecientes a cuatro grupos de helmintos parásitos: Platyhelminthes (seis especies), Acanthocephala (tres especies) y Nematoda (nueve especies), este último contiene el mayor número de registros y riqueza específica de parásitos para este hospedero.

Durante el mes de julio del 2016, un ejemplar de un mamífero marsupial didelfomorfo fue encontrado sin vida en un domicilio particular en el municipio de Zacatecas. Este ejemplar fue donado por un particular al Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular de la Unidad Académica de Ciencias Biológicas (UACB) de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) para su estudio biológico. El objetivo de este trabajo fue identificar la helmintofauna encontrada en este ejemplar como parte de un estudio inicial de la diversidad taxonómica de la fauna de vertebrados silvestres del estado que se conduce en el Laboratorio previamente mencionado.

MATERIAL Y MÉTODO

El estado de Zacatecas (=Zacatl ‘junco, hierba’ y co ‘lugar’: ‘Donde abunda el zacate’), se localiza en la parte centro-norte de la República Mexicana, el municipio de Zacatecas presenta un clima seco y semiseco, con una precipitación media estatal de 510 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a septiembre y la vegetación destaca con presencia de matorrales (INEGI, 2016).

En julio del 2016, un ejemplar de un mamífero identificado como *D. virginiana*, fue encontrado sin vida en un domicilio particular en la ciudad de Zacatecas, Zacatecas. El ejemplar del mamífero didelfomorfo fue donado al Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular donde se mantuvo en refrigeración hasta su estudio helmintológico. Se realizó la disección del espécimen y se revisó todos los órganos internos en busca de endoparásitos, los helmintos se recolectaron con ayuda de pinceles finos, posteriormente se procesaron siguiendo los protocolos descritos por Lamothe-Argumedo (1997) y se depositaron en viales con alcohol al 70 %, hasta su montaje y análisis morfológico.

Para el análisis morfológico, los helmintos se montaron en preparaciones semi-permanentes en Glicerina marca Karal, posterior a su aclarado se observó y obtuvo la morfometría de los individuos en un microscopio óptico binocular Labomed LX500 equipado con un ocular micrométrico, para su identificación se emplearon claves taxonómicas y literatura especializada para su correspondiente identificación (ej. Anderson, 2000; Anderson et al., 1974-1983).

El mamífero fue procesado e identificado como *Didelphis virginiana* (Figura 1), este se depositó en la Colección de Vertebrados en la sección de mamíferos (CVZ) que se encuentra albergada en el Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular de la Unidad Académica de Ciencias Biológicas (UACB) de esta institución. Mientras que los helmintos se depositaron en la Colección de Invertebrados no Artrópodos (CINZ), de esta misma institución. Posterior a la identificación, los helmintos fueron contabilizados por especie y se obtuvo el parámetro ecológico de abundancia en las infecciones descritas por Bush et al. (1997).



Figura 1. *Didelphis virginiana*, vista dorsal. Depositado en la Colección de Vertebrados (CVZ), albergada en la UACB-UAZ (Foto: Elizabeth A. Martínez-Salazar).

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Se recolectó un total de 79 especímenes de helmintos encontrados en el tracto gastrointestinal de un *Didelphis marsupialis*. Posterior al análisis morfológico y contrastación con la bibliografía taxonómica, se determinó que el material biológico recolectado corresponde a helmintos parásitos de la clase Nematoda que pertenecen a especies de dos familias, Cruziiidae con *Cruzia* sp. y Physalopteridae con *Turgida turgida*, respectivamente (Tabla 1). De las dos especies de nematodos gastrointestinales, *T. turgida* es la especie más abundante y la de mayor dimensión corporal.

Tabla 1. Caracterización de la infección de un ejemplar *Didelphis virginiana* en el municipio de Zacatecas.

Helminto	Abundancia	Ciclo de vida (Basado en Anderson, 2000)	Tamaño corporal (Largo x ancho mm)	
			Hembra	Macho
Familia Cruziiidae				
<i>Cruzia</i> sp.	23	Directo	11.38 x 0.49	9.49 x 0.36
Familia Physalopteridae				
<i>Turgida turgida</i>	56	Indirecto	10.64 x 0.58	15.20 x 0.62

Los ejemplares corresponden con la morfología de *Cruzia* sp. se caracterizan por ser gusanos rectos, de cuerpo blando y grueso, la boca está rodeada por tres labios triangulares, y presenta una ligera similitud con *Cruzia americana*, principalmente en la disposición y por el número de papilas caudales que ascienden a once pares (Crites, 1956), que se logran observar en 3 machos. Se requiere confirmar la identidad específica con material adicional que permita observarla distribución de las papilas caudales en los machos. Mientras que *T. turgida* se caracteriza por ser un gusano grande, el ancho del cuerpo se ensancha gradualmente, la apertura oral está formada por dos labios y un pseudolabio compuesto por tres labios fusionados que son aplanados internamente, posee una cutícula estriada y presentan 22 papilas caudales (Humberg et al., 2011).

Cruzia sp. se aloja principalmente en el ciego pero puede desplazarse a otras secciones del tracto intestinal y *T. turgida* es un parásito que se alberga en el estómago. Se conoce poco sobre los ciclos de vida de estas especies, sin embargo, basado en la literatura se conoce el ciclo de vida de la especie *Cruzia americana* que es de ciclo de vida directo (no requiere de algún hospedero intermediario para llegar a su hospedero definitivo), y se ha reportado como parásito de género *Didelphis* (Adnet et al., 2009). Así mismo, *Cruzia* parasita otras especies de vertebrados ectotérmicos como anfibios y reptiles (Adnet et al., 2009). Mientras que *T. turgida* se ha reportado en varias especies de mamíferos como huésped definitivo (Ej. especies de los géneros *Didelphis* y *Philander*) en el que los adultos viven unidos a la pared del estómago; los insectos del orden Orthoptera y Coleoptera son considerados sus huéspedes intermediarios (Anderson, 2000; Gray y Anderson, 1982).

Ambas especies de helmintos se han registrado previamente como parásitos de *D. virginiana* en México. *Cruzia* sp. se ha reportado previamente en los estados de Colima, Guerrero, Oaxaca y Veracruz (Monet-Mendoza et al., 2005), mientras que *T. turgida* se distribuye en Campeche, Colima, Chiapas, Ciudad de México, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Tabasco, y Veracruz (Acosta-Virgen et al., 2015; García-Prieto et al., 2012). A nivel nacional, Veracruz es el estado con mayor riqueza específica de helmintos parásitos de *D. virginiana* (Figura 2), mientras que Zacatecas se ubica en el penúltimo lugar por su riqueza biótica en esta especie de hospedero con dos registros. La mayor parte de los trabajos realizados en marsupiales didelfimorfos se encuentran en el centro sur del país, poco se ha trabajado en los estados del Centro-Norte (Figura 2), aunado a que no se contaba con ningún reporte publicado de la fauna de este hospedero en el estado, de ahí la importancia de su estudio.

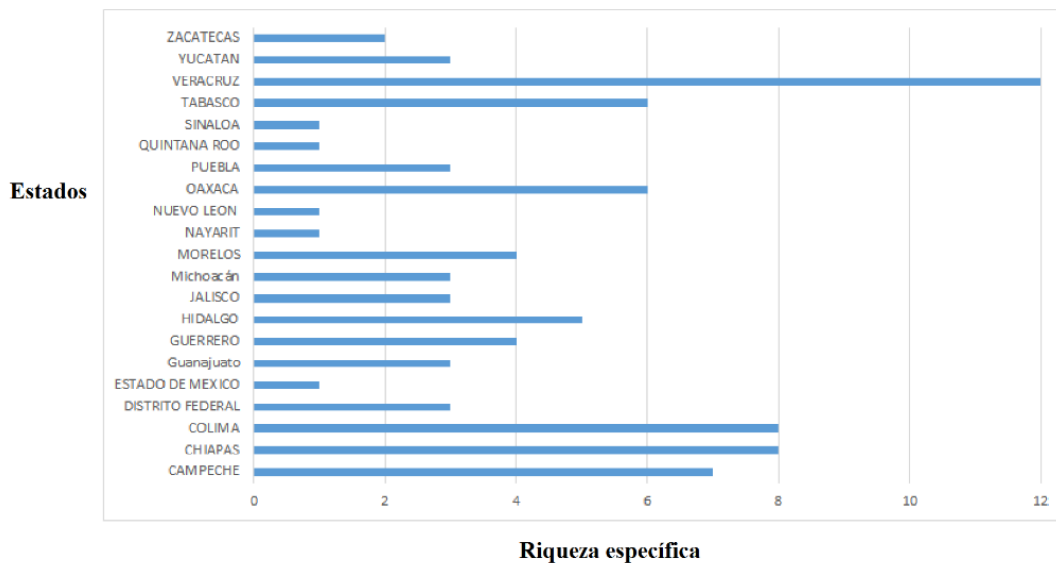


Figura 1. Riqueza específica de la helmintofauna de *D. virginiana* por estados de la República mexicana (Incluye la información del presente trabajo).

El conocimiento de la fauna helmintológica de *D. virginiana* en México asciende a 18 especies: *Amphimerus caudalitestis* Caballero, Crocott y Zerecero, 1952; *Brachylaima didelphus* Premuai y Bair, 1979; *Rhopalias coronatus* Rudolphi, 1819; *Rhopalias macracanthus* Chandler, 1932; *Mathevotaenia* sp.; *Thaumasioscolex didelphidis* Castañeda-Guzmán, de Chambrier y Scholz, 2001; *Oligacanthorhynchus microcephalus* (Rudolphi, 1819) Schmidt, 1972; *Porrorchis nickoli* Salgado-Maldonado y Cruz-Reyes, 2002; *Oncicola luehei* (Travassos, 1917) Schmidt, 1972; *Didelphostrongylus hayesi* Prestwood, 1976; *Aspidodera raillieti* Travassos, 1913; *Cruzia tentaculata* (Rudolphi, 1819) Travassos, 1917; *Gnathostoma turgidum* Stossich, 1902; *Gongylonema* sp., *Turgida turgida* Rudolphi, 1819; *Trichuris didelphis* Barbero, 1960; Capillariinae gen. sp., y *Viannaia viannai* Travassos, 1914 (García-Prieto et al., 2012; Acosta-Virgen et al., 2015), donde predomina la nematofauna, este patrón de riqueza es observado en este estudio. Los registros amplía la distribución geográfica de *Cruzia* sp. y *Turgida turgida* en México. Este es el primer trabajo de helmintos parásitos de una especie de marsupial didelfimorfo en Zacatecas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Fernando Álvarez Córdova por el ejemplar donado al Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular. Al Dr. Rogelio Rosas-Valdez por la identificación taxonómica del mamífero. Elizabeth A. Martínez-Salazar agradece al proyecto UAZ-2013-36452.

LITERATURA CITADA

Acosta-Virgen, K., J. López-Caballero, L. García-Prieto y R. Mata-López. 2015. Helminths of three species of opossums (Mammalia, Didelphidae) from Mexico. *ZooKeys*, 511: 131-152.

Adnet, F., D. Anjos, A. Menezes-Oliveira y R. Landrendi. 2009. Further description of *Cruzia tentaculata* (Rudolphi, 1819) Travassos, 1917 (Nematoda: Cruzidae) by light and scanning electron microscopy. *Parasitology Research*, 104(5): 1207-1211

Alden, K. J. 1995. Helminths of the opossum, *Didelphis virginiana*, in Southern Illinois, with a compilation of all helminths reported from this host in North America. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 62: 197-208.

Anderson, R.C. 2000. Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission. 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford, UK, 650 pp.

Anderson, R.C., A. G. Chabaud, y S. Willmott. 1974-1983. CIH Keys to the nematode parasites of vertebrates. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK, 10 v.

Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. L. Lotz, y A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its terms: Margolis et al., revisited. *Journal of Parasitology*, 83: 575–583.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 986 p.

Cervantes, A. F., J. Arcangeli, Y. Hortelano-Moncada y A. V. Borinseko. 2010. DNA barcodes effectively identify in the morphologically similar Common Opossum (*Didelphis marsupialis*) and Virginia Opossum (*Didelphis virginiana*) from area of sympatry in Mexico. *Mitochondrial DNA*, S1(21): 44-50.

Crites, J. L. 1956. A redescription of *Cruzia americana*, a nematode parasitic in the opossum, *Didelphis marsupialis virginiana*. *Journal of Parasitology*, 42(1): 68-72.

Cruz-Salazar, B., L. Ruiz-Montoya, D. Navarrete-Gutiérrez, E. E. Espinoza-Medinilla, E. Vázquez-Domínguez y L. B. Vázquez. 2014. Diversidad genética y abundancia relativa de *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana* en Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(1): 251-261.

García-Prieto, L., J. Falcón-Ordaz y C. Guzmán-Cornejo. 2012. Helminth parasites of wild Mexican mammals: list of species, host and geographical distribution. *Zootaxa*, 3290: 1-92.

García-Prieto, L., D. Osorio-Sarabia y M. R. Lamothe-Argumedo. 2014. Biodiversidad de Nematoda parásitos de vertebrados en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85: 171-176.

Gardner, A. L. 1982. Virginia opossum (*Didelphis virginiana*). In *Wild mammals of North America*. J. A. Chapman and G. A. Feldhamer (eds.). John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, p. 3-36.

Gray, J. B. y R. C. Anderson. 1982. Observations on *Turgida* (Rudolphi, 1819) (Nematoda: Physalopteroidea) in the american opossum (*Didelphis virginiana*). *Journal of Wildlife Diseases*, 18(3): 279-285.

Humberg, R. M., L. E. R. Tavares, F. Paiva, E. T. Oshiro, R. A. Bonamigo, N. Júnior, y A. G. Oliveira. 2011. *Turgida turgida* (Nematoda: Physalopteridae) parasitic in white-bellied opossum, *Didelphis albiventris* (Marsupialia: Didelphidae), state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31(1): 78-152.

Hugot, J. P., P. Baujard y S. Morand. 2001. Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology*, 3: 199-208.

INEGI. 2016. México en Cifras: Información nacional, por entidad federativa y municipio. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=32> última consulta 9 de septiembre 2016.

Lamothe-Argumedo, R. 1997. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. A.G.T. Editor, México D.F., 43 pp.

Monet-Mendoza, A, D. Osorio-Sarabia y L. García-Prieto. 2005. Helminths of the Virginia opossum *Didelphis virginiana* (Mammalia: Didelphidae) in Mexico. *Journal of Parasitology*, 91: 213-219.

Pérez-Ponce de León, G., y L. García-Prieto. 2001. Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas*, 37: 7-11.

Sánchez-Cordero, V., F. Botello, J. J. Flores-Martínez, R. A. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutierrez-Granados, y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 496-504.

Ácaros de las familias Trombiculidae y Leeuwenhoekiiidae asociados a Lacertilia Günter, 1867 en el estado de Zacatecas.

Trejo-Palacios, Susana Janeth^{1,2}, Rosas-Valdez, Rogelio², y Martínez-Salazar Elizabeth Aurelia^{2*}

¹Estudiante de la Maestría en Ciencias Biológicas, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. ²Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. Preparatoria S/N, Campus Universitario II, Col. Agronómica, C.P. 98066. Zacatecas, Zacatecas. *Autor de correspondencia: eamsuaz@gmail.com

RESUMEN

En México el conocimiento de la diversidad acarofaunística es asimétrico en la zona centro-norte del país. En el estado de Zacatecas se han reportado 18 familias de ácaros y tres registros a nivel específico, de los cuales una especie es asociada a lacertilios. La ausencia de información genera un interés intrínseco para su estudio. El objetivo del trabajo es contribuir al conocimiento de la diversidad de ácaros asociados a Lacertilia presentes en el estado de Zacatecas. Se procesó un total de 119 lagartijas correspondientes a 13 especies que se distribuyen en 28 localidades de 14 municipios. Cada lagartija fue examinada externamente, los ácaros se extrajeron, preservaron en alcohol y se montaron en preparaciones semi-permanentes para su estudio taxonómico con ayuda de un microscopio óptico, electrónico de barrido y literatura especializada. El 4.20 % de las lagartijas fueron positivas a la infección por ácaros y corresponden con las especies *Eutrombicula alfreddugesi* y *Morelacarus* sp. El género *Morelacarus* se registra por primera vez en México asociado a Lacertilia, en *Sceloporus grammicus*; así mismo se reporta a *E. alfreddugesi* en *S. jarrovii* y *S. torquatus* en el estado de Zacatecas; ambas especies presentan una condición de especificidad hospedatoria polixena.

Palabras clave: Biodiversidad acarofaunística, lagartijas, *Eutrombicula*, *Morelacarus*, México.

ABSTRACT

In Mexico the knowledge of the mite-faunistic biodiversity is asymmetric in the north central region of the country. In the state of Zacatecas, 18 families and three species of mites have been recorded, only one species of those three was associated with a lizard. The lack of information creates an intrinsic interest for its study. The aim of this work is to contribute to the knowledge of the diversity of mites associated Lacertilia present in the state of Zacatecas. A total of 119 lizards were processed corresponding to 13 species distributed in 28 localities in 14 municipalities. Each lizard were examined externally, the mites were removed from the host, were preserved in alcohol and mounted in semi-permanent microscope slides for their taxonomic study with the optical microscope, scanning electron microscope and specialized literature. The 4.20 % of lizards were positive for infection with mites and correspond with *Eutrombicula alfreddugesi* species and *Morelacarus* sp. The genus *Morelacarus* is recorded for the first time in Mexico associated with Lacertilia in *Sceloporus grammicus*; likewise is reported *E. alfreddugesi* associated with *Sceloporus jarrovi* y *Sceloporus torquatus* in the state of Zacatecas. Both species of mites have a polyxenous condition respect to host specificity.

Key words: Mite-faunistic biodiversity, lizards, *Eutrombicula*, *Morelacarus*, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Los ácaros (Arachnida: Acari) son el grupo de organismos más diverso de los arácnidos. Para el 2014, se habían descrito alrededor de 2,625 especies de ácaros en México, el 4.80 % de las especies conocidas mundialmente (Martínez-Meyer et al., 2014; Pérez et al., 2014), se estima que actualmente pueden llegar a ser un millón de especies las que quedan por describir (Iraola, 1998; Paredes-León, 2004; Walter y Proctor, 2013). Es uno de los grupos más exitosos dentro de los artrópodos no solo en cuanto a número de especies se refiere sino también en colonización de hábitats y formas de vida, pueden ser encontrados en asociaciones simbióticas como mutualismo, foresia, formas de vida libre, parásitos obligados y facultativos (Hoffmann, 2003; Rodríguez et al., 2009; Walter y Proctor, 2013).

El registro y el conocimiento de la diversidad de ácaros en México no es homogéneo y se ha concentrado en el centro-sur del país, donde los estados de Guerrero, Oaxaca y Michoacán presentan la mayor riqueza específica, en contraste con las zonas del centro-norte de la república, donde el conocimiento es aún escaso (Paredes-León et al., 2008).

Las especies de la familia Trombiculidae son un diverso grupo de ácaros cosmopolitas, que de igual manera que los miembros de la familia Leeuwenhoekidae son conocidos comúnmente

como niguas (Krantz y Walter, 2009). Los ácaros de la superfamilia Trombiculoidea (incluye a las familias Trombiculidae y Leeuwenhoekiidae entre otras) se caracterizan por presentar larvas parasitas de gran diversidad de organismo como insectos hasta vertebrados como el humano (Krantz y Walter, 2009). Estas larvas, se han sido estudiadas taxonómicamente dado el interés en salud pública, debido que causa la enfermedad conocida como trombidiasis. En Norte América, *Eutrombicula alfreddugesi* Oudemans, 1910 y *Eutrombicula splendens* Ewing, 1913 son los agentes causales de la enfermedad, provocando en el humano lesiones en la piel (Jenkins, 1949; Krantz y Walter, 2009).

La asociación entre los ácaros y sus hospederos puede adquirir diferentes niveles de especificidad, Herrin y Tipton (1975) ha descrito las condiciones de la asociación parásito hospedero como monoxena (especie de ácaro encontrado en una sola especie de hospedero), estenoxena (especie de ácaro presente en solo un género de hospederos), oligoxena (especie de ácaro que se encuentra en dos o más géneros de una misma familia de hospederos), polixena (especie de ácaro que no presenta una preferencia hospedatoria) y sinoxena (especies de ácaro del mismo género que se encuentran presentes en el mismo individuo hospedero). La especificidad hospedatoria de los trombicúlidos es generalmente polixena basado en la información documentada en México (Hoffmann, 1990). Ésta puede ser muy alta para algunas especies de ácaros asociadas a Lacertilia, pero no es el caso de los trombicúlidos.

A nivel mundial se conocen alrededor de 9,834 especies de reptiles, de los cuales el 8.7 % se encuentran presentes en México, siendo 417 especies de Lacertilia. En México, la familia de lagartijas con mayor riqueza específica es Phrynosomatidae, que representa el 15.9 % del total de especies de lagartijas presentes en el país, y los géneros con mayor diversidad son *Sceloporus*, representado en un 10.5 % y *Aspidoscelis* en un 5.5 % (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014).

Se han estudiado de manera esporádica sólo el 20.14 % de las especies de lacertilios en asociación con ácaros a lo largo de México, siendo la familia Phrynosomatidae la que cuenta con el mayor número de estudios (47.2 %) y las familias Scincidae y Xantusiidae las que presentan el menor número de trabajos (cada una con el 1.2 %) (Paredes-León et al., 2008; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014).

La pérdida de la biodiversidad en años recientes ha sido un foco de atención relacionado con la destrucción de los ecosistemas por causas antropocéntricas. Sin embargo, el estudio de los ácaros se ha ignorado como parte de la biodiversidad. La importancia de su estudio es innegable para el conocimiento de la biodiversidad de México, el conocimiento acaro faunístico es escaso y alarmante si se asocia con la pérdida de sus hospederos. De acuerdo con Flores-Villela y García-Vázquez (2014), el 6.3 % de las especies de reptiles distribuidos en la región Neártica se encuentran en problemas de conservación.

En el estado de Zacatecas se cuenta con registro de 16 familias de ácaros, 6 pertenecientes al taxón Mesostigmata, 2 a Ixodida, 5 a Prostigmata y 3 correspondientes a Astigmatina (Hoffmann y López-Campos, 2000); y tres reportes a nivel específico, *Dermacentor albipictus* Packard, 1869 de un huésped no determinado de una localidad no reportada (ver en Guzmán-Cornejo et al., 2016), *Hannemania* sp. como parásito de un hylido (Martínez-Salazar et al., en prensa) y *Eutrombicula alfreddugesi* asociado a una lagartija no identificada de una localidad no reportada, de ahí la importancia de su estudio (Hoffmann, 1990). Como parte de un estudio de metazoarios parásitos que se conduce en el Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular de la Unidad Académica de Ciencias Biológicas (UACB) de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), se deriva el presente estudio, que tiene como finalidad documentar la diversidad taxonómica de ácaros asociados a Lacertilia presentes en el estado de Zacatecas.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio. Zacatecas con una superficie de 75,275 km² se encuentra ubicado en la zona centro-norte de México, a una altitud promedio de 2,100 m. s. n. m. Presenta una variedad de climas que van desde seco, semiseco, seco desértico hasta cálido subhúmedo y templado subhúmedo en el sur del estado (Semarnat, 2015). Registra una temperatura media anual de 17 °C y una precipitación media de 510 mm anuales, con vegetación principalmente de matorrales, pastizales y bosque de coníferas y encino. A lo largo del territorio se encuentra la Sierra Madre Oriental, la Mesa del Centro, la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico (INEGI, 2015). Se encuentra dividido en 58 municipios, de los cuales se obtuvo material biológico (Lacertilia) de 28 localidades ubicadas en 14 municipios, las recolectas se realizaron de manera asimétrica y esporádica entre los años 2011 y 2016 (Figura 1).

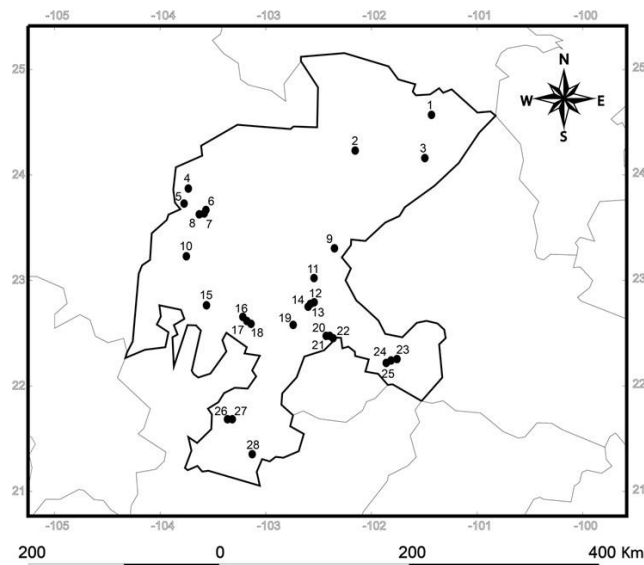


Figura 1. Área de estudio en el estado de Zacatecas. 1) La Laja; 2) Nuevo Mercurio; 3)

Entronque San Tiburcio; 4) Rancho; 5) Parque; 6) Rancho de Álvaro Obregón; 7) Cueva; 8) Sombrerete; 9) Villa de Cos; 10) Mesa de Ciénagas; 11) La Barranca; 12) Presa de Infante; 13) UACB; 14) Zacatecas; 15) Valparaíso; 16) Arroyo Los Cuervos; 17) Arroyo de Susticacán; 18) Arroyo en Tlalticoaloya; 19) Presa Las Maravillas; Genaro Codina: 20) Corralillo; 21) San Pedro; 22) San Pedro; 23) Pedregoso; 24) Rancho El Gordillo; 25) La Concepción; 26) El Terreno; 27) Tepechtlán; 28) Zona arqueológica Las Ventanas.

Procesamiento del material biológico. Los reptiles se recolectaron a través de lazo y de manera manual (Bennett, 1999) y se colocaron en sacos o bolsas dentro de una hielera para su traslado al Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular de la UACB de la UAZ para su revisión acarofaunística.

Cada lagartija se sacrificó con una dosis de pentobarbital sódico y se les practicó una revisión externa de rutina siguiendo los protocolos descritos por Krantz y Walter (2009). Los ácaros fueron removidos de la superficie corporal dorsal, ventral y lateral de las lagartijas, con ayuda de agujas, pinzas y pinceles finos bajo un microscopio estereoscópico CZM6 marca Labomed.

Los ácaros fueron conservados en alcohol al 70 %. Los ejemplares se procesaron para su identificación, los cuales se aclararon con lactofenol Amman marca Hycel y se colocaron en preparaciones semi-permanentes entre portaobjetos y cubreobjetos en medio glicerina marca Hycel siguiendo las instrucciones descritas por Krantz y Walter (2009). Los ejemplares se observaron en un microscopio óptico VE-B4 marca Velab para su identificación a través de la comparación con claves taxonómicas descritas por Brennan y Goff (1977) y Hoffmann (1990).

Ejemplares seleccionados se procesaron para un estudio de superficie a través de microscopía electrónica de barrido. El material se postfijó en formol 4 %, posteriormente, se procedió a deshidratar las muestras de una serie de alcohol etílico gradual y se llevó hasta su desecación con CO₂ a punto crítico. Se montaron en placas, se cubrieron con oro para su observación y toma de fotografías en un microscopio electrónico Hitachi SU1510 (Hitachi, Tokyo, Japan).

Posterior al conteo final y determinación de los ácaros, se procedió a obtener los parámetros ecológicos de las infestaciones propuestos por Bush *et al.* (1997), para prevalencia, intensidad promedio, abundancia promedio e intervalo de intensidad, por especie de Lacertilia y localidad analizada. Además de utilizar los conceptos de Herrin y Tipton (1975) para determinar la especificidad hospedatoria de cada especie de ácaro.

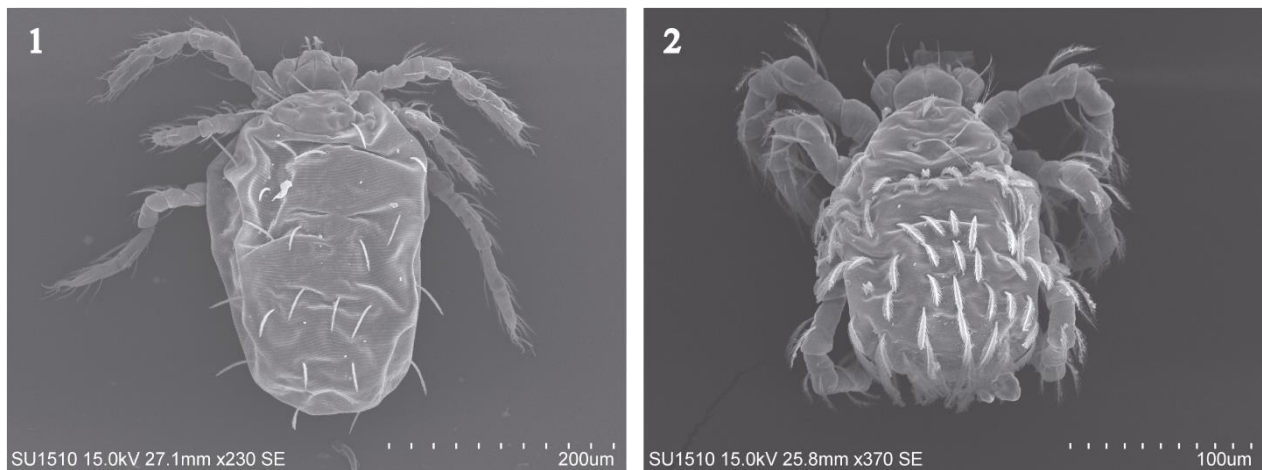
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se revisó un total de 119 lagartijas pertenecientes a 13 especies (*Sceloporus spinosus* Wiegmann, 1828, *Sceloporus jarrovii* Cope, 1875, *Sceloporus torquatus* Wiegmann, 1828, *Sceloporus*

grammicus Wiegmann, 1828, *Sceloporus horridus* Wiegman, 1834, *Sceloporus scalaris* Wiegmann, 1828, *Sceloporus* sp. Wiegmann, 1828, *Holbrookia approximans* Baird, 1859, *Phrynosoma modestum* Girard, 1852, *Phrynosoma orbiculare*, *Urosaurus bicarinatus* Duméril, 1856 y *Aspidoscelis gularis* Baird y Girard, 1852) para su estudio acarofaunístico.

Del total de lagartijas, el 4.20 % resultaron positivas a la infección de ácaros, mientras que el 95.60 % de los lacertilios restantes se encontraron negativos. Se obtuvo un total de 83 ácaros pertenecientes a dos familias: Trombiculidae, representada con la especie *Eutrombicula alfreddugesi* (Figura 2) y Leeuwenhoekiidae con la especie *Morelacarus* sp. (Figura 3), distribuidas en cuatro localidades de cuatro municipios del área de estudio: La Laja, Mazapil; Sombrerete, Sombrerete; Zacatecas, Zacatecas y Los Cuervos, Susticacán (Figura 4).

Los parámetros ecológicos de las infestaciones de las especies de ácaros se presentan en la Tabla 1, donde se observa que *E. alfreddugesi* tiene los valores más altos de prevalencia, contrario a los valores de abundancia promedio, intensidad promedio e intervalo de intensidad que resultaron mayores para *Morelacarus* sp. a pesar de solo reportarse para un individuo de Lacertilio, pero con un número superior de individuos por muestra.



Figuras 2 y 3. Ácarofauna encontrada de la familia Trombiculidae y Leeuwenhoekiidae. (1) *Eutrombicula alfreddugesi*. (2) *Morelacarus* sp.

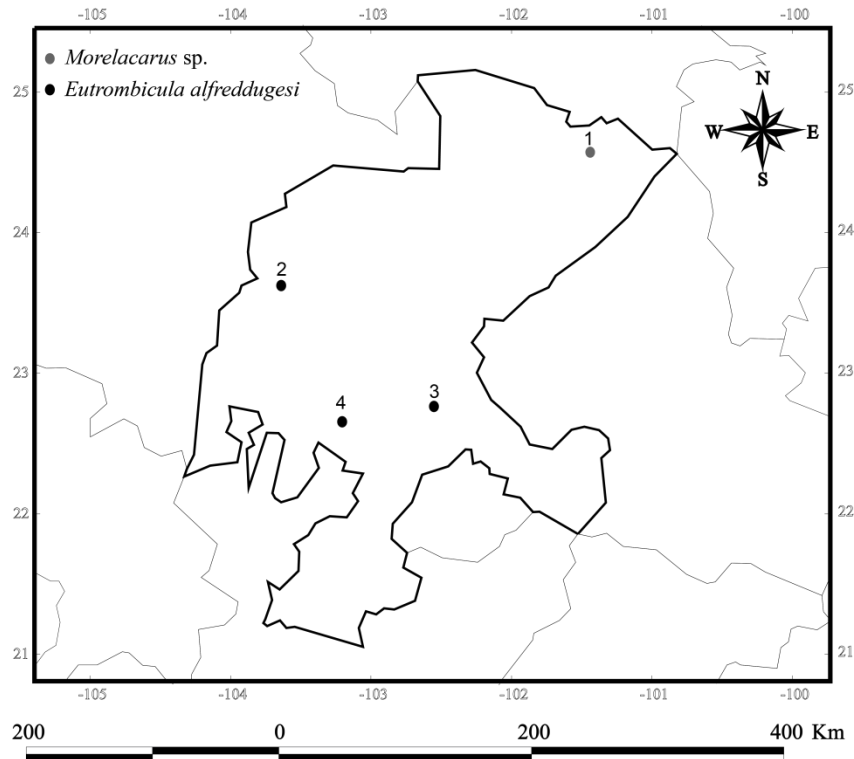


Figura 4. Área de distribución de *E. alfreddugesi* y *Morelacarus* sp. en el estado de Zacatecas. 1. La Laja, Mazapil; 2. Sombrerete, Sombrerete; 3. Zacatecas, Zacatecas; 4. Los Cuervos, Susticacán.

Eutrombicula alfreddugesi es una de las especies de ácaros más comunes en América, frecuentemente se encuentra asociada a lagartijas y serpientes, sin embargo, es bien conocida su amplia gama de vertebrados asociados que incluye aves, anfibios y mamíferos como el humano (Carvalho et al., 2006; Mertins et al., 2011). En México es la especie de ácaro que cuenta con mayor número de registros por estados, asociado a Lacertilia (Paredes-León et al., 2008). No obstante, en el presente estudio, solo se reportó para tres individuos de las 119 lagartijas analizadas en el área de estudio de dos especies de Lacertilia reportados anteriormente como hospederos de *E. alfreddugesi*: *Sceloporus jarrovii* y *Sceloporus torquatus*.

Los registros para el género *Morelacarus* son escasos para México, solamente dos especies han sido registradas, *Morelacarus cognatus* Brennan, 1966 y *Morelacarus morelensis* Hoffmann, 1960, ambas asociadas a mamíferos, contando con uno y cuatro registros respectivamente, a lo largo de la república mexicana (Hoffmann, 1990). Está documentado que el género *Morelacarus* comprende especies asociadas tanto a mamíferos como a reptiles y anfibios, sin embargo, anteriormente no se había registrado como asociado a reptiles en México (Hoffmann, 1990; Paredes-León et al., 2008). En este estudio, *Morelacarus* sp. se reporta asociado por primera vez a reptiles distribuidos en el país, específicamente a *Sceloporus grammicus*.

Cabe mencionar que las dos especies de ácaros (*E. alfreddugesi* y *Morelacarus* sp.), únicamente están asociadas a un vertebrado durante su etapa larvaria, el resto de los estadios (huevo, ninfa y adultos) son organismos de vida libre (Krantz y Walter, 2009).

Tabla 1. Caracterización de las infestaciones por ácaros asociados a Lacertilia analizados para el presente trabajo (elaboración propia). P= Prevalencia; AP= Abundancia promedio; IP= Intensidad promedio; II= Intervalo de intensidad. *Localidades: 1. La Laja, Mazapil; 2. Sombrerete, Sombrerete; 3. Zacatecas, Zacatecas; 4. Los Cuervos, Susticacán.

Acari	Lacertilia n= analizados (infestados)	Localidad*	P	AP	IP	II
<i>E. alfreddugesi</i>	<i>Sceloporus jarrovii</i> n= 2 (1)	2	0.50	6.5	13	13
	<i>Sceloporus torquatus</i> n= 9 (2)	3	0.22	1.44	6.5	4-9
	<i>Sceloporus jarrovii</i> n= 1 (1)	4	1	1	1	1
<i>Morelacarus</i> sp.	<i>Sceloporus grammicus</i> n= 1 (1)	1	1	56	56	56

La especificidad hospedatoria de ambas especies de ácaros se determina a dos escalas, una local, considerando solo los individuos y especies del presente estudio, y otra global, considerando todos los datos disponibles en la literatura previa. *E. alfreddugesi* a escala local presenta especificidad hospedatoria estenoxena, mientras que a escala global, no presenta preferencia por algún hospedero o presenta una condición polixena, ya que es bien conocida su diversa gama de especies asociadas (Hoffmann, 1990; Paredes-León et al., 2008). *Morelacarus* sp. a escala local presenta una condición monoxena, debido a que se reportó solo en un individuo de *S. grammicus*; para la escala global no ha sido posible deducir la especificidad hospedatoria, debida a que esta está dada en determinaciones a nivel específico, sin embargo, podemos mencionar que con base en la literatura previa el género *Morelacarus* no presenta preferencia por algún hospedero (Hoffmann, 1990; Stekolnikov y González-Acuña, 2015).

Todos los registros constituyen nuevos datos de localidad. *Morelacarus* sp., constituye un nuevo registro para el estado de Zacatecas y México así como de hospedero (*S. grammicus*), se confirma la presencia de *E. alfreddugesi* asociado a Lacertilia, específicamente a *S. jarrovii* y *S. torquatus*, y se amplía la distribución geográfica de ambas especies. Este constituye el primer trabajo sistemático acarofaunístico para el estado de Zacatecas. Se incrementó el conocimiento de la diversidad de ácaros asociados a Lacertilia en México.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las personas que colaboraron con la recolección del material biológico: Daniel Ochoa, Cornelio Ochoa, Patricia López, Jeziel González, Carlos Vázquez, Magda Bravo, Rodolfo Zacarías, Edgar Ramírez y Elí Saucedo. A M. en C. Berenit Mendoza Grafías por su asistencia en

el procesamiento de las muestras por SEM (Instituto de Biología, UNAM). Al Dr. Ricardo Paredes-León (Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, UAEM) por su amable ayuda en la confirmación de las especies de ácaros. Así mismo a los proyectos PROMEP: UAZ-PTC-169, FOMIX-ZAC: ZAC-2011-01-C01-170798 y UAZ-2013-36452, a cargo de la Dra. Elizabeth A. Martínez-Salazar; a proyecto UAZ-PTC-194 como responsable el Dr. Rogelio Rosas Valdez. Susana J. Trejo-Palacios agradece a beca de servicio social en el proyecto “Diversidad Biológica de la Zona Arqueológica las Ventanas Juchipila”, por el Centro INAH Zacatecas a cargo de la Arq. Laura Solar Valverde, y conducido por el Dr. Rogelio Rosas Valdez. Finalmente, a la SEP por la beca dentro del programa Servicio Social 2015-2016 con número de folio: 2135270.

LITERATURA CITADA

Brennan, J. M. 1966. New records of chiggers (Acarina: Trombiculidae) from Baja California and islands of the Gulf of California. *Journal of Parasitology*, 52:772-775.

Brennan, J. and L. Goff. 1977. Keys to the genera of chiggers of the western hemisphere (Acarina: Trombiculidae). *The Journal of Parasitology*, 63(3):564-566.

Guzmán-Cornejo, C., Robbins, R. G., Guglielmone, A. A., Montiel-Parra, G., Rivas, G., y T. M., Pérez. 2016. The Dermacentor (Acari, Ixodida, Ixodidae) of Mexico: hosts, geographical distribution and new records. *ZooKeys*, 569:1-22.

Herrin, C. and V. Tipton. 1975. Spinturnicid mites of Venezuela (Acarina: Spinturnicidae). *Brigham Young University Science Bulletin, Biological*, 20(2):1-72.

Hoffmann, A. 1962. Monografía de los Ixodoidea de México. I Parte. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 23:191-307.

Hoffmann, A. 1990. Los trombicúlidos de México (Acarida: Trombiculidae). *Publicaciones Especiales del Instituto de Biología 2, UNAM, México*. 275 p.

Hoffmann, A. 2003. *Animales desconocidos. Relatos acarológicos*. Fondo de Cultura Económica, 3ª edición, México. 129 p.

Hoffmann, A. y G. López-Campos. 2000. *Biodiversidad de los ácaros en México*. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, México. 230 p.

INEGI. 2015. Cuéntame; Información por entidad; Zacatecas. http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/zac/territorio/div_municipal.aspx?tema=e&e=32; última consulta: 2.I.2016.

Iraola, V. 1998. Introducción a los ácaros (I): descripción general y principales grupos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 23:13-19.

Jenkins, D. W. 1949. Trombiculid mites affecting man. III. *Trombicula (Eutrombicula) splendens* Ewing in North America. *Journal of Parasitology*, 35: 201-204.

Krantz, G. W. y D. E. Walter. 2009. *A Manual of Acarology*. Tech University Press, Texas. 704 p.

Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J. E. y F. Álvarez. 2014. El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85:1-9.

Martínez-Salazar, E. A., Sigala J. J., Vacio-de la Torre, Ma. y E. D. Enríquez. En prensa. Nuevos registros de parásitos en la presa San Pedro, Ciudad Cuauhtémoc, Zacatecas. En: *La biodiversidad en Zacatecas: Estudio de Estado*. CONABIO, Gobierno del Estado de Zacatecas y Consejo Zacatecano de Ciencia Tecnología e Innovación (COZCyT) (Aceptado, en prensa).

Mertins, J. W., Torrence, S. M. and M. C. Sterner. 2011. Chiggers recently infesting *Spea* spp. in Texas, USA, were *Eutrombicula alfreddugesi*, not *Hannemania* sp. *Journal of Wildlife Diseases*, 47(3):612-617.

Paredes-León, R., García-Prieto, L., Guzmán-Cornejo, C., León Règagnon, V. y T. M. Pérez. 2008. Metazoan parasites of Mexican amphibians and reptiles. *Zootaxa*, 1904:1-166.

Pérez, T., Guzmán-Cornejo, C., Montiel-Parra, G., Paredes-León, R. y G. Rivas. 2014. Biodiversidad de ácaros en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85:309-407.

Rodríguez, J. G., Arece, D. J., Olivares, J. L. y E. Roque. 2009. Origen y evolución de Arthropoda. *Revista Salud Animal*, 31:137-142.

Stekolnikov, A. A. and D. González-Acuña. 2015. A review of Chilean chiggers (Acari: Trombiculidae), with the description of a new genus and ten new species. *Zootaxa*, 3904(1):1-43.

Walter, D. E. and H. C. Proctor. 2013. *Mites: Ecology, evolution and behaviour. Life at a microscale*. Springer, New York. 494 p.

Calidad morfo-fisiológica de germoplasma de *Prosopis laevigata* de poblaciones fragmentadas distribuidas en Durango.

Basave Villalobos Erickson^{1*}, Valencia Hernández Erick², Rosales Mata Sergio¹, García Pérez José Luis¹, Sigala Rodríguez José Ángel¹.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5 Durango, Dgo. Méx. C. P. 34170. ² Instituto Tecnológico Superior de Venustiano Carranza (ITSVC) Av. Tecnológico s/n, Colonia El Huasteco, C.P. 73049, Venustiano Carranza, Puebla.

*Autor de correspondencia: basave.erickson@inifap.gob.mx

RESUMEN

En diversas poblaciones de especies forestales, la fragmentación ha provocado la reducción del éxito reproductivo, repercutiendo en la calidad de germoplasma que producen. En el presente trabajo se analiza la calidad de morfo-fisiológica de germoplasma de poblaciones fragmentadas de *Prosopis laevigata* distribuidas en el municipio de Durango, México. Se examinaron frutos y semillas de árboles aislados o en pequeños remanentes en sitios localizados en el municipio de Durango. Todos los sitios manifiestan en común disminución en la calidad de hábitat por fragmentación. A los frutos se les midió su longitud y ancho, y se les contó el número de semillas desarrolladas y no desarrolladas para determinar el potencial y eficiencia de producción de semillas. Además, se les registró el número de semillas dañadas por insectos. A las semillas desarrolladas se les analizó su viabilidad mediante una prueba de germinación estándar, teñido con tetrazolio y rayos X. Las diferencias en la calidad de germoplasma entre sitios se evaluaron mediante un análisis de varianza no paramétrico (Kruskal-Wallis), con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Las medias se compararon por pares. Los resultados señalan diferencias significativas ($P < 0.05$) en la calidad morfo-fisiológica del germoplasma entre sitios de recolección. En general la calidad del material fue baja en todos los sitios analizados, pues existe una baja producción de semillas desarrolladas y una alta proporción de semillas dañadas por insectos. Además tiene un porcentaje de germinación y viabilidad bajo que no rebasa el 60%. Las poblaciones de *P. laevigata* analizadas, no muestran potencial como fuente local factible para satisfacer necesidades locales de germoplasma para trabajos de reforestación.

Palabras clave: abastecimiento de germoplasma forestal, éxito reproductivo, mezquite

Diversidad de flora cactológica de la Sierra del Rosario, Durango, México.

Orozco Saldivar Jocabeth¹, Estrada Castillon Andres Eduardo², Salinas Rodriguez Maria Magdalena³, Alonzo Rojo Fernando¹, Estrada Arellano Josue Raymundo^{1*}.

¹Facultad de Ciencias Biológicas-UJED. ²Facultad de Ciencias Forestales – Univesidad Autónoma de Nuevo León
³Rumbo a la Sierra Madre Oriental A.C. *Autor de correspondencia. j.estradaarellano@gmail.com

RESUMEN

La Sierra del Rosario es macizo montañoso de roca caliza ubicada en la porción noreste del estado de Durango, en ella predominan matorrales xerófilos, así como chaparrales en las cañadas. Se presenta un listado de cactáceas, que se obtuvo mediante 15 transectos de tres km, en vegetación de matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y chaparral. Se identificaron 33 especies y 13 géneros. Los géneros más representativos fueron *Coryphantha* con 8, *Echinocereus* con 5 y *Mammillaria* con 5 especies, respectivamente. Existen seis especies de los géneros *Coryphantha*, *Glandulicactus* y *Peniocereus* en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para la UICN no existen especies con estatus de riesgo, mientras que para el CITES solo *Coryphantha sneedii*. Los estimadores de riqueza de especies indican que la diversidad oscila entre los 34 a 47 taxones. La mayor diversidad se encuentra en los transectos ubicados en el intervalo de altitud de 1207 a 1400 msnm con vegetación de tipo matorral desértico rosetófilo.

Palabras clave: cactáceas, diversidad, riesgo, conservación, transectos

Influencia de diferentes mezclas de sustrato en los atributos morfológicos de mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.), en vivero.

¹García-Pérez José Luis*, ²Herrera-Villegas Juan Luis, ³Rosales-Mata Sergio, ³Basave-Villalobos Erickson, ³Sigala-Rodríguez José Ángel.

¹ Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental La Campana, Carr. Chihuahua a Ojinaga Km 33.3, Cd. Aldama, Chih. C.P. 32910. ² Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Av. Pascual Orozco s/n, Campus 1, Colonia, Santo Niño, Chihuahua, Chih. C.P. 31110.

³ Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Guadiana, Carretera, Durango-El Mezquital Km 4.5. Durango, Dgo. C.P. 34170. *garciap.luis@inifap.gob.mx

RESUMEN

La producción de planta para la reforestación y restauración en zonas áridas y semiaridas se ha incrementado en los últimos años, debido a la disminución de las poblaciones naturales de hasta 6000 ha anuales, propiciada por la escasa regulación en su aprovechamiento, cambios de uso de suelo, ganadería extensiva y otras actividades antropogénicas. Pese a estos esfuerzos, la supervivencia de las reforestaciones no supera el 50% al primer año, lo que se atribuye a la calidad de planta, sequías, prácticas culturales inadecuadas, entre otras. Ante esto, se han instrumentado normas para la aplicación de ciertos estándares en los procesos de producción de planta. Estas recomendaciones incluyen el uso de sustratos alternativos de bajo costo y de fácil obtención en la región. La corteza de pino composteada (CP) esta siendo utilizada en sustitución de los productos comerciales importados cuyo costo es alto, como el peat moss o turba. Por tal razón, es necesario determinar los niveles apropiados en la mezcla de este componente y usarlo como medio de crecimiento en la producción de mezquite de calidad. *Prosopis glandulosa* se distribuye en la región semiárida de los estados de Chihuahua, Durango y Coahuila. En el presente estudio se evaluaron cinco mezclas de sustrato durante el ciclo de producción en vivero (4.5 meses). Las mezclas de sustrato se elaboraron a base de corteza de pino composteada y mezcla base o tradicional, la cual se compone de peat moss (25%) o turba, agrolita (24%) y vermiculita (21 %). Los tratamientos fueron: 1) 100 MB, 2) 20 % CP + 80 % PM, 3) 40 % CP + 60 % PM, 4) 60 % CP + 40 % PM, y 5) 80 % CP + 20 % PM. Las variables fueron: altura (cm), diámetro (mm), biomasa seca aérea, radical y total (g), índice de calidad de Dickson (ICD) y relación parte aérea/raíz. Se encontró efecto de las mezclas de sustrato en las variables morfológicas de calidad de planta ($p \leq 0.05$). En general, se encontró una tendencia a aumentar los atributos morfológicos de calidad de planta conforme se agregó corteza en el sustrato. En todas las variables sobresalió el tratamiento 5 (80 % CPC+ 20% MB). Sin embargo, al analizar de manera conjunta en el ICD, se agruparon los tratamientos del 3 al 5; es decir; que al agregar al menos 40% de corteza a la mezcla, se obtuvo planta con características similares. Esto se atribuyen a que al existir un mejor balance entre el espacio poroso del medio de crecimiento, se propicia un mejor intercambio de oxígeno entre las raíces y el medio. Además, la granulometría de la corteza de pino propicia un drenaje más eficiente, se reduce la retención de agua, lo que genera niveles moderados de estrés en las plantas y por consiguiente, tiende a aumentar su biomasa radical, lo que la hace resistente en sitios con fuerte escases de humedad. Se concluye que la adición de corteza de pino composteada de pino favorece el desarrollo de atributos morfológicos de calidad de planta. La mejor calidad de planta se encontró cuando se aplicó hasta

80 % de CPC. Sin embargo, es posible obtener plantas con calidad aceptable desde la aplicación de 60 % CPC en la mezcla para reducir costos de producción por frecuencias de riego y fertilización.

Palabras clave: sustrato, porosidad, calidad de planta, corteza.

INTRODUCCIÓN

En México, para revertir la presión sobre los recursos naturales y la degradación forestal las políticas ambientales se centran en la restauración de ecosistemas forestales mediante la reforestación con especies nativas y conservación de suelo (Wightman y Santiago, 2003). Ante este escenario, las zonas áridas no son susceptibles a estos efectos, por lo que es importante realizar acciones que contribuyan a la recuperación de estos ecosistemas. No obstante, la supervivencia de las reforestaciones es aún menor al 50% al año de plantado, lo cual se atribuye a causas como la sequía, fauna, incendios y a la calidad de planta producida en los viveros (CONAFOR, 2012). Para lograr una planta con atributos necesarios para superar las condiciones adversas de los sitios de plantación, es necesario aplicar prácticas culturales adecuadas desde el proceso de producción en vivero. Un aspecto importante durante el proceso de producción de planta es la elección apropiada del sustrato o medio de crecimiento, el cual sirve como soporte, ya que aporta nutrientes a la planta durante su cultivo en vivero (Davis *et al.*, 2009). Sin embargo este debe reunir una serie de características que favorezcan el crecimiento de las plantas como la porosidad, el pH, capacidad intercambio catiónica, etc. Para la elaboración de las mezclas se utilizan diversos materiales, la elección de estos estará en función de la disponibilidad, los costos, la especie a producir entre otras consideraciones. Hasta hace algunos años, en la producción de planta en sistema tecnificado se utilizaba mayormente productos importados y de alto costo, lo que generó la necesidad de encontrar el uso de sustratos alternativos y de fácil adquisición. La corteza de pino composteada es un material orgánico que se obtiene del desperdicio de aserraderos. Este material ha ido desplazando el uso de sustratos importados comerciales importados y de alto costo como el peat moss o turba por sus características apropiadas para la producción de planta en especies de pino (Landis *et al.*, 1990). Sin embargo, para proponer su uso en la producción de otras especies es necesario evaluar su efecto en la calidad de la planta producida. Al respecto, Sánchez *et al.* (2008) encontraron que la corteza de pino en proporción de 80 % posee propiedades químicas similares a las de la mezcla tradicional. Por otro lado, algunas de sus propiedades químicas con el ácido, limita el desarrollo de patógenos. Así mismo, la corteza de pino se ha utilizado en combinación con retenedores de humedad para la producción de *Pinus greggii* Engelm en vivero (Maldonado *et al.*, 2011). El mezquite aporta diversos beneficios a los ecosistemas de zonas áridas al poblar suelos de baja calidad y problemas de salinidad, reduce erosión de suelo, fija nitrógeno, además, en la época de primavera es una fuente importante para el ganado. Por otro lado, su madera es apreciada por su calidad para la elaboración de herramientas y muebles finos, así como para la elaboración de carbón (Rodríguez *et al.*, 2014). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes mezclas de sustrato a base de corteza de pino en la producción de *Prosopis glandulosa* Torr. en vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el vivero de usos múltiples de Sitio Experimental La Campana del Instituto nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado entre

las coordenadas 28°51'4.29"N y 105°52'0.38"O a una altitud de 1252 m. El clima predominante en la región es el semidesértico con régimen de lluvias en verano [BS1kw (w) (e)], la temperatura media anual varía entre 18 y 22 °C. La precipitación pluvial acumulada anual oscila entre 250 y 300 mm, y se tiene un régimen de lluvias en verano, precipitación invernal menor a 5% del registro anual y un verano cálido.

Condiciones de producción y siembra

La planta se produjo dentro de una estructura cubierta con malla sombra al 60 %. Los contenedores fueron de tipo Cooper Block® de 77 cavidades y 170 cm³ de capacidad y fabricados de poliestireno expandido. Previo a ello, los contenedores se desinfectaron con cloro para evitar la presencia de agentes patógenos. Previo a la siembra, se realizó la preparación de la semilla mediante remojo en agua a 96 °C durante 60 segundos. Posteriormente, se realizó la desinfección de la semilla con fungicida Tecto 60®. Como sustrato se utilizó corteza de pino composteada (CP), peat moss o turba (PM), y mezcla base o testigo compuesta por peat moss o turba (55 %), agrolita (24%) y vermiculita (21 %). La siembra se realizó en el mes de abril de 2015, y se utilizaron dos semillas por cavidad para asegurarla germinación.

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en: 1) 100 MB (testigo), 2) 20 % CP + 80 %PM, 3) 40 % CP + 60 % PM, 4) 60 % CP + 40 % PM, y 5) 80 % CP + 20 % PM. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Al término del experimento se realizó una evaluación morfológica para determinar la respuesta en las siguientes atributos morfológicos: altura (cm), diámetro (mm), biomasa seca aérea, radical y total (g), índice de calidad de Dickson (ICD) y relación parte aérea/raíz. Con estas viables se realizaron análisis de varianza con el procedimiento GLM de SAS 9.0. (SAS, Institute). Cuando hubo significancia ($p \leq 0.05$), se aplicaron pruebas de medias de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), en todos los atributos morfológicos de calidad de planta, con excepción de la relación parte aérea/ raíz. En general, existió una tendencia a aumentar los atributos morfológicos de calidad de planta en función del aumento en el contenido de corteza de pino en el sustrato. En el caso de la variable altura sobresalió el tratamiento de 80% CP+20% PM, en comparación con el tratamiento de mezcla base tradicional. En el caso del diámetro existió la misma tendencia que en la altura. Sin embargo, se observó que en ambas variables se obtuvieron valores similares a partir de la aplicación del 40% de corteza de pino en el sustrato (Figura 1).

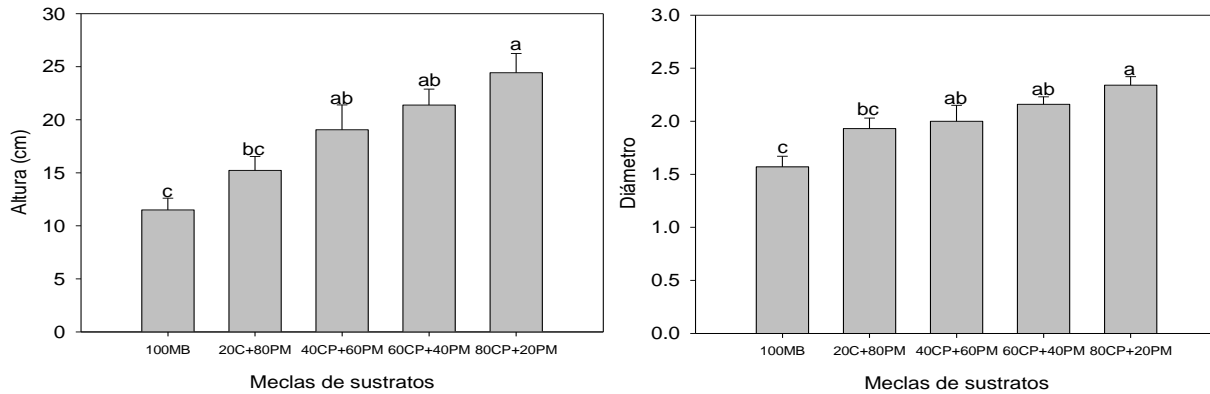


Figura 1. Altura y diámetro de planta de *Prosopis glandulosa* Torr. cultivada en diferentes mezclas de sustrato, en vivero.

En el caso de la producción de biomasa seca aérea y total, destacó el tratamiento compuesto por 80% CP + 20% PM, en contraste con el testigo donde se obtuvieron valores inferiores. En la biomasa seca de raíz se obtuvieron valores semejantes en todos los tratamientos donde se aplicó corteza de pino. Lo anterior, se atribuye al aumento de macroporos en las mezclas, lo que promueve el desarrollo de las raíces. Por otro lado, cuando las mezclas son más porosas favorecen el drenaje del agua de riego, lo que promueve estrés hídrico en las plantas, aumentando en consecuencia el volumen de la raíz (Ansorena, 1995). La relación parte aérea raíz no mostró diferencias significativas, debido a que el desarrollo de la raíz está confinado al volumen del envase (Figura 2).

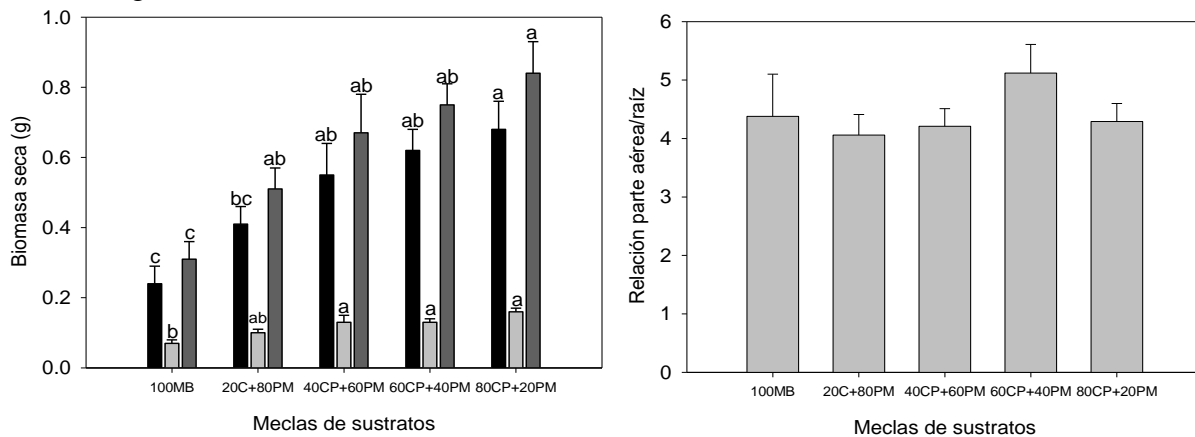


Figura 2. Biomasa aérea, radical, total y relación parte aérea raíz en planta de *Prosopis glandulosa* Torr. cultivada en diferentes mezclas de sustrato, en vivero.

El índice de robustez fue semejante en los tratamientos que incluyeron al menos 60% de CP, mientras que el más bajo fue para el tratamiento testigo (Figura 3). Cabe mencionar que este indicador tiene interpretación relativa, dependiendo de los propósitos de la planta. Cuando esta se utiliza para reforestar sitios secos es deseable que sea bajo, por el contrario, si se va a reforestar sitios con competencia por herbáceas debe ser alto. En el caso del índice de calidad de Dickson, sobresalió la planta producida en el tratamiento de 80% CP + 20% PM con el mayor valor. Sin embargo, se encontraron valores estadísticamente similares para este índice a partir de que se aplicó 40 % de CP en la mezcla de sustrato.

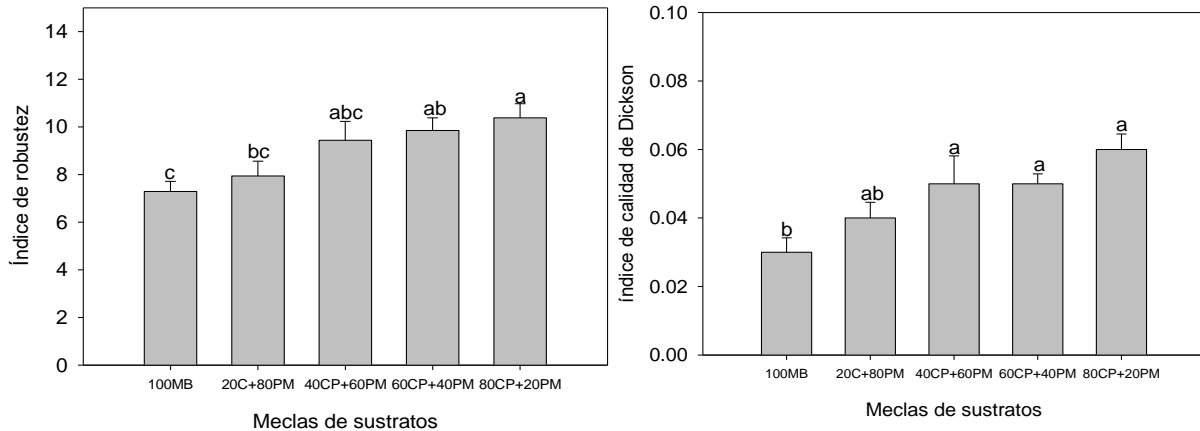


Figura 3. Índice de calidad de Dickson en planta de *Prosopis glandulosa* Torr. cultivada en diferentes mezclas de sustrato, en vivero.

La adición de corteza compostada de pino, produjo los mejores indicadores de calidad. Esta respuesta se debió a que al aumentar la cantidad de corteza, aumenta la porosidad del sustrato, lo que propicia una adecuada aireación de la raíz y su intercambio de oxígeno con el medio, lo que hace eficientes sus procesos fisiológicos (Landis *et al.*, 1990). Los resultados de este trabajo, coinciden parcialmente con los encontrados por Prieto *et al.*, 2013 quienes encontraron mejores atributos de calidad de planta cuando aplicaron hasta 50% de corteza de pino en la mezclas de sustrato al producir *Prosopis laevigata* en vivero. Por otro lado Hernández *et al.* (2015) produjeron mejor calidad de planta en *Pinus montezumae* cuando estuvo combinada con aserrín de pino como mezcla de sustrato. En otros estudios como el de Maldonado *et al.*, (2011) quienes combinaron corteza de pino con aserrín encontraron mejores indicadores de calidad de planta en *Pinus greggii* Engelm. En general, el uso de este sustrato es recomendable para producir planta de mezquite, debido a que se obtiene planta con propiedades fisicoquímicas semejantes a las de la mezcla tradicional, además de que se reducen significativamente los costos de producción (Sánchez *et al.*, 2008). Otra ventaja del uso de este tipo de sustratos orgánicos es que bajo condiciones óptimas de temperaturas y humedad se promueve la actividad microbiana, lo que libera iones de nitrógeno que son asimilados por las raíces y en la práctica puede reducir el uso de fertilizantes químicos (López y Estañol, 2005).

CONCLUSIONES

La adición de 80% de corteza de pino favoreció el desarrollo de los mejores atributos morfológicos de calidad de planta de *Prosopis glandulosa* Torr. Sin embargo, cuando se agregó 40% se promovió el desarrollo de planta de calidad aceptable. Por lo que se sugiere, optar por una mezcla balanceada debido a que puede generar mayor gasto de agua de riego al ser un sustrato con poca retención de humedad. No obstante, estos resultados son limitados a las condiciones particulares donde se realizó el estudio.

LITERATURA CITADA

- Ansorena, J. 1995. Propiedades físicas de los sustratos. Chile Agrícola, 20(208): 217-218.
 CONAFOR. 2012. Evaluación Externa de los Apoyos de Reforestación 2009. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. 140 p.

Davis, A. S., K. Eggleston, J. R. Pinto and R. K. Dumroese. 2009. Evaluation of three growing media substrates for western larch seedling production at the USDA Forest Service Coeur d'Alene Nursery. *In*: Dumroese, R.K. and L. E. Riley (eds). National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations—2008. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Fort Collins, CO. USA. pp. 37–41.

Hernández Z., L., A. Aldrete., V. M. Ordaz Ch., J. López U. y M. A. López L. 2014. Crecimiento de *Pinus montezumae* Lamb. en vivero influenciado por diferentes mezclas de sustratos. *Agrociencia* 48: 627-637

Landis, T. D., R. W. Tinus., S. E. McDonald and J. P. Barnett. 1990. Containers and growing media. Vol 2. The container Tree Nursery Manual. Agric. USDA Forest Service. Handbok 674. Washington, DC. USA. 88 p.

López L. M. A. y E. Estañol B. (2007) Detección de deficiencias de hierro en *Pinus leiophylla* a partir de los efectos de dilución y concentración nutrimental. *Terra Latinoamericana* 25:9-15.

Maldonado B., K. R., A. Aldrete, J. López U., H. Vaquera H. y V. M. Cetina A. 2011. Producción de *Pinus greggii* Engelm. en mezcla de sustrato con hidrogel y riego en vivero. *Agrociencia* 45: 389-398.

Rodríguez, S., E. N., G. E. Ramírez V., B. Ramírez V., R. Martínez R., M. de C. Cong H., S. M. Medina T. y H. U. Piña R. 2014. Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb.& Bonpl. e Willd.) en México. *Ra Ximhai* 3:173-193.

Sánchez-Córdova, T., A. Aldrete, V. M. Cetina-Alcalá, y J. López-Upton. 2008. Caracterización de medio de crecimiento compuesto por corteza de pino y aserrín. *Madera y Bosques* 14 (2): 41-49.

SAS Institute (2002) Statistical Analysis System. SAS/STAT Computer Software. Release 9.00. SAS Institute Inc. Cary, N.C. 5121 p.

Wightman, E. K. y C. B. Santiago C. 2003. La cadena de la reforestación y la importancia en la calidad de las plantas. *Foresta Veracruzana* 5: 45-51.

Supervivencia y crecimiento de chamizo (*Atriplex canescens*) en un sistema silvopastoril en Aldama, Chihuahua.

García-Pérez José Luis^{1*}, Ochoa-Rivero Jesús Manuel¹, García-Holguín Moisés René², Herrera-Villegas Juan Luis³, Rosales-Mata Sergio⁴, Sigala-Rodríguez José Ángel⁴.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental La Campana. km. 33.3 Carretera Chihuahua - Ojinaga. Aldama, Chih., C.P. 32910. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Avenida Hidalgo No. 1213 Col. Centro, Cuauhtémoc, Chihuahua, Chih. ³Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Av. Pascual Orozco s/n, Campus 1, Colonia, Santo Niño, Chihuahua, Chih. C.P. 31110. ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Guadiana. km. 4.5 Carretera Durango - El Mezquital Durango, Dgo., C.P. 34170. * Autor de Correspondencia: jlgarciadgo@gmail.com

RESUMEN

Los sistemas silvopastoriles incluyen el aprovechamiento de forrajes en las poblaciones naturales o plantaciones forestales con especies que aporten sombra o mejoren la fertilidad del suelo. No obstante, debido a las condiciones climáticas limitativas en las zonas áridas de la región norte de México, el uso de alternativas agroforestales es compleja, particularmente en sitios degradados. El chamizo *Atriplex canescens* es una arbustiva forrajera que se utiliza para la revegetación de matorrales y en zonas con algún grado de desertificación, debido a sus características adaptativas a la sequía, y a altas temperatura. Además, sirve como fuente de proteína para el ganado. Sin embargo, sus poblaciones son muy bajas y con una tendencia de reducción. Aunque existen estudios sobre establecimiento de chamizo, aún es escasa la información de este bajo esquemas silvopastoriles en sitios degradados. Por otro lado, es importante contar con información de su desempeño durante los primeros meses, debido a que se considera la etapa más crítica de su establecimiento. El presente trabajo tuvo el propósito de evaluar la supervivencia y crecimiento de *Atriplex canescens* en sistema silvopastoril establecidos en terrenos degradados. El estudio se realizó en un predio particular en el municipio de Aldama, Chihuahua. Las combinaciones del componente de los pastos consistieron en la resiembra de: 1) buffel; 2) alcalino; 3) buffel + alcalino y 4) sin pasto. El componente forestal consistió en la población natural de mezquite. Las variables fueron supervivencia (%), crecimiento en altura (cm) y diámetro de copa (cm). La evaluación se realizó a los 6, 12 y 18 meses de plantado. A los seis meses se encontró una supervivencia a nivel general del 76%, la cual disminuyó al 66% a los 12 meses. Finalmente, a los 18 meses se encontró una supervivencia de 49 % de las plantas establecidas. Con relación al crecimiento se encontró un crecimiento en altura de 20.64 cm a los 6 meses, después se incrementó al 31.25 cm a los 12 meses, posteriormente disminuyó la altura promedio de las plantas a 27.65. Esta reducción de altura se atribuyó a los bajos niveles de precipitación en el verano del 2015 y daños por herbívora. El diámetro redujo su crecimiento de un 19 % a causa de los factores antes mencionados. No se encontró diferencias en las variables de respuesta por efecto de la resiembra de pastos, lo cual se debió a la ausencia de competencia. Sin embargo, si hubo diferencia en debido al factor (sitio) en las primeras evaluaciones, lo cual se atribuye a gradientes en las características físicas del terreno. En general, se concluyó que bajo las condiciones de este estudio la resiembra de pastos no influyó en el desempeño inicial del chamizo. Por otro lado, es posible el establecimiento chamizo en sistemas silvopastoriles en combinación con poblaciones naturales de mezquite, lo que contribuye a aumentar la cubierta

vegetal en áreas degradadas. Sin embargo, es preciso realizar el seguimiento al menos durante el primer año de plantado, debido a que se considera la etapa más crítica de la plantación. Además es importante evaluar el efecto de la herbívora durante la época de invierno debido a que puede ser una de las principales causas de mortalidad y reducción de follaje.

Palabras clave: Reconversión, forrajes, agroforestería, crecimiento, restauración.

INTRODUCCIÓN

En México, al menos el 50 % del suelo territorio nacional presenta algún tipo de gradación, lo que reduce su fertilidad y su productividad biológica causado por factores ambientales como como la deforestación y el aprovechamiento de los recursos naturales (SEMARNAT-COLPOS, 2003). Las zonas áridas y semiáridas de México, se caracterizan por sequías prolongadas, temperaturas extremas, alta radiación y baja humedad ambiental y otros factores antropogénicos (sobrepastoreo) lo que ha propiciado la reducción de la cubierta vegetal y de su productividad (González, 2012). Esto complica la implementación de esquemas de producción que incrementen la rentabilidad de estos terrenos mediante acciones de reconversión productiva, las cuales busca mejorar el ingreso de los productores mediante el uso de alternativas de producción como los sistemas agroforestales. Con estos esquemas se pretende incrementar la productividad de la tierra, integrando simultáneamente la actividad ganadera, agrícola y forestal en la misma superficie de terreno. Los sistemas de tipo silvopastoril incluyen aprovechamiento de forrajes en las poblaciones naturales o plantaciones forestales utilizando especies que aporten sombra o mejore la fertilidad del suelo lo que propicia el desarrollo de los componentes del sistema (Sáenz *et al.*, 2010). El chamizo *Atriplex canescens* es una arbustiva forrajera que se utiliza para la revegetación de matorrales y en zonas con algún grado de desertificación, debido a sus características adaptativas que le dan alta resistencia a sequía, y a altas temperatura (Howard, 2003). Sin embargo, es deseable que se plante en terrenos con obras de captación de humedad como bordos a nivel y en poblaciones naturales de mezquite (Saucedo *et al.*, 2003). Además, al ser una especie perennifolia el chamizo sirve como fuente de proteína para el ganado durante la época de invierno. No obstante, las poblaciones son insuficientes para el ganado y existe una tendencia a reducirse. (Castillo *et al.*, 2012; Urrutia *et al.*, 2007). Aunque existen estudios de esta arbustiva bajo esquemas silvopastoril donde se combinan especies como el pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) y el zacatón alcalino (*Sporobolus aireoides*) tolerantes a condiciones limitativas, en interacción con mezquite en sitios degradados, estas experiencias aún son escasas. Al respecto existen experiencias como las de Ríos *et al.* (2012) establecieron un sistema silvopastoril utilizando pasto buffel y plantaciones de chamizo en un área degradada de mezquite, en Aldama, Chihuahua. Por su parte, (Hernández y Villanueva, 2001) documentaron algunas experiencias del establecimiento de sistemas silvopastoriles en la región media de San Luis Potosí. No obstante, es importante, contar con información de su desempeño durante los primeros meses de plantado, debido a que se considera la etapa más crítica de su establecimiento. El presente trabajo tuvo el propósito de evaluar la supervivencia y crecimiento inicial de chamizo *Atriplex canescens* en sistema silvopastoril en combinación con resiembra de pastos: 1) buffel; 2) alcalino; 3) buffel + alcalino y 4) sin pasto (testigo) en terrenos degradados de mezquite, en Aldama Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Predio Particular El Morrión, Municipio de Aldama, Chihuahua. La ubicación geográfica corresponde a las coordenadas 29° 0' 0.60" N y 105° 39' 31.87" O a una altitud de 1 273 m. El clima predominante en la región es el semidesértico. La precipitación media anual del lugar es de 336 mm, la temperatura media anual es de 26.9 °C y se tiene un régimen de lluvias en verano, precipitación invernal menor a 5% del registro anual y un verano cálido. El tipo de vegetación es matorral desértico micrófilo dominado por especies con espinas, sin espinas y combinados (Ej. *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua*).

Para la selección del sitio se consideró que tuviera cierto nivel de degradación, con pendiente ligera y con variaciones en la densidad de individuos de mezquite. Además, que reuniera los requerimientos ecológicos para la adaptación de las especies los componentes del sistema silvopastoril. Se utilizó un terreno de 2.5 ha, en los cuales se trazaron un total de 16 curvas a nivel. Para la construcción de los bordos se utilizó una bordeadora agrícola, previo a ello se realizaron dos pasos de subsuelo sobre la franja del bordo y 4 m aguas arriba del bordo a una profundidad de 30 cm para remover el suelo, favorecer la infiltración y la acumulación de humedad en el mismo. La distancia entre bordos fue de 12 m entre cada bordo. Una vez que se realizaron estas obras se realizaron dos pasos de rastra en una franja de 4 m de ancho aguas arriba de los bordos para realizar la siembra de pastos. Durante los trabajos se evitó afectar la vegetación arbustiva local compuesta por arbustos de mezquite. La resiembra de pastos fue en el mes de julio de 2014 usando la técnica al voleo sobre toda la franja y los bordos con una densidad de siembra de 8 kg de semilla por ha. La plantación de chamizo (*Atriplex canescens*) se realizó en el mes de agosto de 2014. En total se plantaron 800 plantas de chamizo con una altura promedio de 25 cm. La cual se produjo en bolsas de polietilenos de 1 L de capacidad y utilizando tierra de monte como sustrato. El método de plantación que se utilizó por cepa común y se realizó en la base de los bordos aguas arriba. Para caracterizar el suelo se determinaron las propiedades fisicoquímicas del suelo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas del suelo en el módulo silvopastoril en El Morrión, Aldama, Chihuahua.

Propiedades químicas		Propiedades físicas	
Nitratos NO ₃ (Kg/Ha)	75.76	Arena (%)	32.70
Fósforo (ppm)	8.40	Limo (%)	41.28
Materia Orgánica (%)	0.92	Arcilla (%)	26.02
Carbonatos de calcio (Ca CO ₃)	5.0	Nombre textural	Franco
Calcio (ppm)	5832	Punto de saturación (%)	34.0
Magnesio Mg (ppm)	210	Punto de marchitez permanente (%)	10.71
Sodio Na (ppm)	859	Capacidad de campo	18.00
Potasio K (ppm)	573.5	Densidad real	0.54
Fierro Fe (ppm)	1.88	Densidad aparente	1.29
Zinc Zn (ppm)	0.48	Conductividad Hidráulica	0.001
Manganeso Mn (ppm)	4.48		
Cobre Cu (ppm)	0.88		
Conductividad Eléctrica (ds/m)	1.38		
Capacidad de Intercambio catiónico	37.08		

Se evaluaron cinco tratamientos: 1) 100 % pasto buffel (*Chenchrus ciliaris*), 2) 100 % zacatón alcalino (*Sporobolus aireoides*), 3) 50% buffel + 50% zacatón alcalino 4) Sin siembra de pastos. Las variables evaluadas fueron: Supervivencia (%), altura (cm), diámetro promedio de copa (cm) tasa relativa de crecimiento en altura (cm mes). Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Con estas variables se realizaron análisis de varianza con el paquete estadístico InfoStat® (Di Rienzo *et al.*, 2009). Para caracterizar el componente herbáceo del

sistema, se evaluó el porcentaje cobertura (%) y densidad (número de plantas/m²) a los los cuatro y ocho meses después de las siembra (datos no mostrados).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Supervivencia de chamizo

En general, la supervivencia de chamizo, fue de 76.13 % después de los 6 meses de plantado, después se redujo a 66.7 % al año de plantado. Finalmente, a los 18 meses de evaluación se tuvo una supervivencia en general de 48.9 %. Al analizar a nivel sitio (bloque) se encuentra una tendencia bien definida de la disminución de la supervivencia debido a gradientes en el terreno (Figura 1 izquierda), encontrándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$) a los 6, 12 y 18 meses después de plantado. Sin embargo, al analizar a nivel tratamiento de resiembra, no se encontró una tendencia clara en favor de algunos de los tratamientos (Figura 1 derecha).

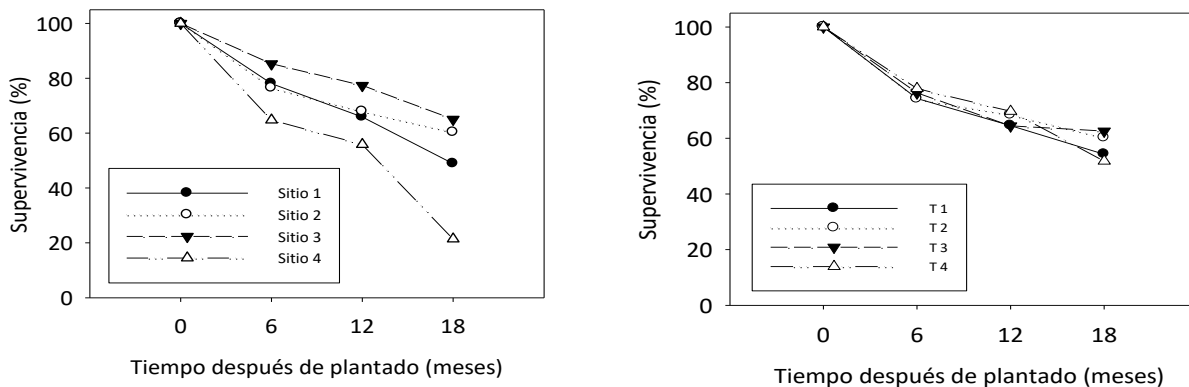


Figura 1. Supervivencia de chamizo (*Atriplex canescens*) a los 6, 12, y 18 meses de plantado debido a de sitio o bloque (izquierda) y por efecto de tratamientos de resiembra de pastos (derecha). T1= Buffel, T2= Alcalino, T3 Buffel + Alcalino y T4= Sin pasto.

Crecimiento de chamizo

En general, tanto a nivel bloque (sitio) y tratamiento se registró un incremento en altura y diámetro de copa entre los 6 y 12 meses de plantado. Sin embargo a los 18 meses esta tendencia cambió y se redujo la altura y el diámetro de copa promedio debido al ramoneo por liebres propiciada por la sequía del año 2015, lo que propició disminución en el diámetro de la copa de las plantas de chamizo (Cuadro y 2).

Cuadro 2. Promedio de altura y diámetro de copa de chamizo (*Atriplex canescens*) después de 6,12 y 18 meses de plantado.

Sitio	A6	A12	A18	DC12	DC18	TRCA12	TRCA18
1	19.16	29.38 b	27.23 ab	36.85	29.63	0.06	-0.01
2	23.98	38.06 a	33.91 a	39.07	36.94	0.07	-0.02
3	22.63	35.79 ab	30.69 a	38.68	32.46	0.07	-0.02
4	16.80	21.77 c	18.77 b	26.68	21.56	0.04	-0.03
($P \geq 0.05$)	0.0939	0.0003	0.0034	0.0037	0.0142	0.2393	0.2286

A6 = Altura a los 6 meses; A12 = Altura a los 12 meses; A18 = Altura a los 18 meses; DC12 = Diámetro de copa a los 12; DC = Diámetro de copa a los 18 meses; TRCA 12 = Tasa relativa de crecimiento en altura a los 18 meses y TRCA 18 = Tasa relativa de crecimiento en altura a los 18 meses.

Con relación al crecimiento por efecto de los tratamientos no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), lo que se atribuye que hasta ese momento, los pastos tuvieron poca emergencia (datos no mostrados), y los que lograron establecerse no tuvieron la talla suficiente

para competir o favorecer el crecimiento del chamizo. Esta tendencia persistió hasta los 18 meses, donde se encontró una reducción en las variables de crecimiento por efecto de defoliación por la fauna (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de altura y diámetro de copa de chamizo (*Atriplex canescens*) después de 6,12 y 18 meses de plantado.

Tratamiento	A6	A12	A18	DC12	DC18	TRCA12	TRCA18
Buffel	21.10	30.31	28.85	36.23	29.49	0.05	-0.010
Alcalino	23.00	33.56	30.96	36.59	31.27	0.06	-0.013
Buffel + Alcalino	20.03	31.33	25.46	35.17	26.03	0.06	-0.033
Testigo	18.47	29.78	25.33	33.29	29.81	0.07	-0.025
(P≥0.05)	0.4413	0.4164	0.2278	0.6220	0.3961	0.8484	-0.7668

A6 = Altura a los 6 meses; A12 = Altura a los 12 meses; A18 = Altura a los 18 meses; DC12 = Diámetro de copa a los 12; DC = Diámetro de copa a los 18 meses; TRCA 12 = Tasa relativa de crecimiento en altura a los 18 meses y TRCA 18 = Tasa relativa de crecimiento en altura a los 18 meses.

Estos resultados se atribuyen a que durante este periodo la planta fue más susceptible al ataque de fauna, estrés hídrico y factores edafoclimáticos extremos en los sitios de plantación. Por otro lado los primeros meses se consideran la etapa crítica para el establecimiento de las plantaciones debido a las estrés postransplante. Al respecto, Saucedo (2003) encontró una supervivencia de 70 % al primer año de plantado en bordos a nivel y con periodo de lluvias regular. Sin embargo, la mortalidad y bajas tasas de crecimiento pueden atribuirse a la competencia por herbáceas y zacates anuales (Saucedo, 2007). Por su parte, Morales *et al.* (2008) señalan que los principales causantes de la mortalidad y el bajo crecimiento de plantaciones de chamizo se deben a la disponibilidad de humedad en la etapa crítica de establecimiento.

CONCLUSIONES

La supervivencia y crecimiento inicial de chamizo (*Atriplex canescens*) no se afectó por la resiembra de pastos durante los primeros meses de plantado. Sin embargo, las condiciones del suelo afectaron la supervivencia de chamizo por la presencia de gradientes visibles en las propiedades del sitio de plantación durante el periodo de evaluación. La reducción en la supervivencia se atribuyó a la precipitación errática en la localidad. No obstante, se sugiere realizar estudios sobre herbívora y la interacción de otros componentes del ecosistema como la densidad de árboles. *Atriplex canescens* puede representar una alternativa para la protección del suelo, en la restauración de agostaderos deteriorados y con muy bajos niveles de fertilidad y altos de salinidad.

LITERATURA CITADA

Castillo Q., D., M. García V. y C. A. Berlanga R. 2012. Tecnología para la implantación de praderas con gramíneas y arbustivas en áreas agrícolas abandonadas al cultivo en la región sureste de Coahuila. Folleto técnico No. 49. INIFAP-CE Saltillo. 37 p.

Di Rienzo J. A., F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada, C. W. Robledo. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

- González M., F. 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales -Instituto Nacional de Ecología. 173 p.
- Hernández R., A. y J. Villanueva D. 2001. Establecimiento y Manejo de un módulo silvopastoril de mezquite en la zona media de San Luis Potosí. Folleto Técnico No. 15. INIFAP. CINE. San Luis Potosí, S. L. P. 26 p.
- Howard, J. L. 2003. *Atriplex canescens*. In: Fire Effects Information System. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/database/feis/>. Fecha de consulta: Julio de 2016.
- Morales, N., C. R., R. A. Saucedo T. y P. Jurado G. 2008. Rehabilitación y mejoramiento de pastizales. En: Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia de tecnología en pastizales y producción animal. Chávez S. A. H. (comp.). Libro Técnico Núm. 2. Chihuahua, Chih. pp: 91-111.
- Sáenz R., J. T.; J. A. González T.; J. Jiménez O.; A. Larios G.; M. Gallardo V.; F. J. Villaseñor R. y C. Ibáñez R. 2010. Alternativas agroforestales para reconversión de suelos forestales. Folleto técnico No. 18. INIFAP-CE Uruapan. 52 p.
- Saucedo T., R. 2003. Guía técnica para el establecimiento y la utilización de poblaciones de chamizo. Folleto para productores No. 10. Campo Experimental La Campana. INIFAP-CIRNOC, Chihuahua, Chih. 17 p.
- Saucedo, T., R., J. L. Badillo A., H. O. Rubio A. y P. Jurado G. 2007. Adaptación de ecotipos originarios de Estados Unidos en pastizales amacollados arborescentes de Chihuahua. Sitio Experimental La Campana Madera. Folleto Técnico Núm. 18 INIFAP-CIRNOC, Chihuahua, Chih. 19 p.
- SEMARNAT y COLPOS. 2003. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1: 250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México.
- Ríos-Saucedo, J. C., L. M. Valenzuela-Núñez, M. Rivera-González, R. Trucíos-Caciano y G. Sosa-Pérez. 2012: Diseño de un sistema silvopastoril en zonas degradadas con mezquite. *Tecnociencia Chihuahua* 6(3):174-180.
- Urrutia, J. M., S. Beltrán L., C. Loredó O., M. O. Días G. y H.G. Gámez V. 2007. Chamizo: forraje de calidad en zonas semiáridas. Folleto Téc. Núm. 30. Campo Experimental San Luis INIFAP - CIRNE, San Luis Potosí. 40 p

Sobrevivencia a enfermedades y bajas temperaturas de leguminosas procedentes de ILRI en el altiplano de Zacatecas.

Rubio Aguirre Francisco Antonio^{1*}, Villanueva Avalos José Francisco² y Jean Hanson³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental El Verdineño, Nayarit.

³International Livestock Research Institute - Etiopia. *Autor de correspondencia: rubio.francisco@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue conocer la sobrevivencia a enfermedades y daños por frío de 73 leguminosas forrajeras introducidas del banco de germoplasma del ILRI-Etiopia al Altiplano de Zacatecas. Las accesiones fueron establecidas mediante trasplante y riegos de auxilio en Zacatecas, Zac. durante 2014. Se utilizó una distancia entre surcos de 0.76 m y entre plantas a 0.75 m. Se utilizaron cinco individuos/accesión, en parcelas únicas de 2.85 m². Las leguminosas evaluadas incluyeron accesiones de los siguientes géneros: *Trifolium*, *Vicia*, *Melilotus*, *Medicago* y *Lotus*. La precipitación registrada en 2014 fue de 413.2 mm y el 2015 de 730.9 mm. Los resultados muestran que después de dos ciclos de evaluación, solo sobrevivieron 10 accesiones (18.5%), de las cuales únicamente tres presentaron un 100% de sobrevivencia (T₉ *Trifolium repens* 6896A, T₃₈ *Trifolium pratense* 13710A y T₅₀ *Medicago sativa* 6984A). El 81.5% de las accesiones bajo estudio, sufrieron daño severo cuando se presentaron temperaturas de -8.3°C, siendo la principal causa de su muerte y no el ataque por *Oidium*, el cual afectó solamente el 9.2 % de los materiales. Las accesiones sobrevivientes de esta "Colecta Base", constituirán la "Colecta Núcleo" y serán evaluadas agrónomicamente en parcelas pequeñas con diferentes repeticiones por tratamiento.

Palabras clave: Leguminosas forrajeras, *Trifolium*, *Vicia*, *Oidium*, sobrevivencia.

ABSTRACT

The objective of the present study was to know the survival to diseases and cold damage by 73 introduced forage leguminous from the germplasm bank in ILRI-Ethiopia to the Zacatecas Highlands. The accessions were established by transplant and irrigations conditions in Zacatecas, Zac. during 2014. A distance between furrows of 0.76 m and between plants of 0.75 m were used. Five individuals/accesion were established in 2.85 m² plots. Legume materials evaluated included accessions of the genres: *Trifolium*, *Vicia*, *Melilotus*, *Medicago*, and *Lotus*. Precipitation recorded was 413.2 and 730.9 mm for 2014 and 2015, respectively. Results show that after two cycles of evaluation, only survived 10 accessions (18.5%); only three accessions presented 100% of survival (T₉ *Trifolium repens* 6896A, T₃₈ *Trifolium pratense* 13710A, and T₅₀ *Medicago sativa* 6984A). The 81.5% of the accessions under study suffered severe damage when temperatures of -8.3 ° C were present, being the main cause of death and not the attack by *Oidium*, which affected only 9.2% of the materials. Survivor accessions of this "Base collection", should constitute the "Core collection" and will be evaluated agronomically in small plots with different repetitions by treatment.

Key words: Forage leguminous, *Trifolium*, *Vicia*, *Oidium*, survival.

INTRODUCCIÓN

Las plantas de las familias *Poaceae* y *Fabaceae*, son y serán la base de la producción ganadera bajo pastoreo en México y el resto del mundo, lo que hace importante su evaluación de manera ordenada y sistemática (Quero *et al.*, 2012). La familia *Fabaceae* es de distribución cosmopolita, con aproximadamente 730 géneros y unas 19,400 especies (Villanueva *et al.*, 2010). Las leguminosas son de suma importancia en la recuperación de suelos agrícolas, al tener la propiedad muchas de sus especies de fijar nitrógeno atmosférico; tienen gran capacidad de adaptación a condiciones adversas debido a su sistema radicular profundo y al tipo de dispersión de sus semillas (Siqueiros, 1996); producen cantidades aceptables de forraje de alto contenido proteico, son versátiles ya que se pueden pastorear, henificar o ensilar y pueden ser sembradas en mezclas con cereales (Flores *et al.*, 2009).

En el altiplano de Zacatecas, a través del Campo Experimental Zacatecas, en últimos años, se han evaluado géneros de legumbres como *Veza*, *Lathyrus* y *Pisum*, bajo diferentes estudios de comportamiento productivo, solos o intercalados con cereales, sin reportar daños por enfermedades o bajas temperaturas (Flores *et al.*, 2007; Flores *et al.*, 2009; Flores y Sánchez, 2010; Flores, 2011; Flores y Sánchez, 2011 y Sánchez *et al.*, 2012). Sin embargo, es importante conocer otros tipos de géneros y especies para las partes altas, secas y frías del estado de Zacatecas.

En base a lo anterior, el objetivo del presente estudio fue conocer la sobrevivencia a enfermedades y daños por frío de 73 leguminosas forrajeras introducidas de ILRI-Etiopia al Altiplano de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el CEZAC-INIFAP, situado a los 22° 54' 02" N y 102° 39' 31" W, a 2197 msnm. Las estadísticas climatológicas normales de la estación Campo Experimental Zacatecas, de un periodo de 43 años de acuerdo a Medina y Ruiz (2004), indican promedios anuales de temperatura en 14.8 °C; una temperatura máxima *maximorum* de 34.0 °C; una temperatura mínima *minimorum* de -12.0 °C; oscilación térmica de 15.8 °C; precipitación de 407.7 mm con un promedio de 54.1 días con lluvia; evaporación de 2357.5 mm; evapotranspiración potencial de 1609.0 mm y un fotoperiodo de 12.0 hrs. El suelo es agrícola de textura franca, pH de 8.18±0.1, rico en M.O. (3.83±0.8%), pobre en N nítrico (10.0 kg ha⁻¹) y N amoniacal (20.0 kg ha⁻¹), medio en P (25.0 kg ha⁻¹), rico en K (300.0 kg ha⁻¹), extra rico Ca (4000.0 kg ha⁻¹) y valores medios de Mg (25 kg ha⁻¹). Suelo no salino-no sódico.

Inicialmente 73 accesiones de leguminosas fueron introducidas del International Livestock Research Institute (ILRI), Etiopia, África, y resguardadas en el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) del INIFAP. De este sitio, las colectas fueron trasladadas al Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, ubicado en Ajuchitlán, mpio. de Colón, Querétaro, donde fueron incrementadas en macetas y charolas de poliuretano y el día 4 de julio del 2014, fueron trasladadas a Zacatecas, para ser definitivamente trasplantadas en

campo el 16 de julio del mismo año. El trasplante fue a mano, colocando cada planta a una distancia entre surcos de 0.76 m y entre plantas a 0.75 m, usando cinco plantas/tratamiento, lo cual dio una parcela útil de 2.85 m², no habiendo repeticiones entre accesiones o tratamientos.

Los tratamientos evaluados estuvieron constituidos por los diferentes materiales de leguminosas, los cuales se detallan por tratamiento de acuerdo su género, especie y número de pasaporte original del ILRI: T₁) *Trifolium decorum* 9447T; T₂) *Trifolium semipilosum* 6235A; T₃) *Trifolium tembense* 7102T; T₄) *Trifolium pratense* 15991A; T₅) *Trifolium quartinianum* 6301; T₆) *Trifolium rueppellianum* 9690; T₇) *Trifolium steudneri* 9720; T₈) *Trifolium steudneri* 9712; T₉) *Trifolium repens* 6896A; T₁₀) *Trifolium simense* 7720D; T₁₁) *Trifolium abyssinicum* 8128D; T₁₂) *Trifolium quartinianum* 6301D; T₁₃) *Trifolium decorum* 8538D; T₁₄) *Trifolium masaiense* 888D; T₁₅) *Trifolium subterraneum* 7036A; T₁₆) *Trifolium burchellianum* 2277D; T₁₇) *Trifolium ambigum* 17609A; T₁₈) *Trifolium incarnatum* 7018A; T₁₉) *Trifolium cryptopodium* 9713D; T₂₀) *Trifolium arvense* 2204A; T₂₁) *Trifolium rueppellianum* 5791A; T₂₂) *Trifolium tembense* 7102D; T₂₃) *Trifolium polystachium* 7728D; T₂₄) *Trifolium fragiferum* 6742D; T₂₅) *Trifolium resopinatum* 9224A; T₂₆) *Trifolium alexandrinum* 6810A; T₂₇) *Trifolium hybridum* 6741A; T₂₈) *Trifolium semipilosum* 8756A; T₂₉) *Trifolium mattirolanum* 789D; T₃₀) *Trifolium africanum* 12471D; T₃₁) *Trifolium spananthum* 9366D; T₃₂) *Trifolium bilineatum* 7778D; T₃₃) *Trifolium baccarinii* 8600D; T₃₄) *Trifolium multinerve* 9440D; T₃₅) *Trifolium schimperii* 6290D; T₃₆) *Trifolium cherleri* 15105D; T₃₇) *Trifolium repens* 6896A; T₃₈) *Trifolium pratense* 13710A; T₃₉) *Trifolium pichisermollii* 8012D; T₄₀) *Trifolium acaule* 8262D; T₄₁) *Trifolium usambarense* 997D; T₄₂) *Trifolium steudneri* 6261D; T₄₃) *Trifolium amabile* 9918D; T₄₄) *Vicia benghalensis* 6798; T₄₅) *Vicia villosa* 6792; T₄₆) *Vicia villosa* 6213; T₄₇) *Vicia sativa* 5127; T₄₈) *Melilotus albus* 7275A; T₄₉) *Medicago sativa* 15585A; T₅₀) *Medicago sativa* 6984A; T₅₁) *Medicago littoralis* 6502T; T₅₂) *Medicago scutellata* 9214A; T₅₃) *Medicago trunculata* 6843A; T₅₄) *Medicago sativa* 5681A; T₅₅) *Medicago lupulina* 7871D; T₅₆) *Medicago scutellata* 9214A; T₅₇) *Medicago truncatula* 9213A; T₅₈) *Medicago laciniata* 18293D; T₅₉) *Medicago radiata* 16113D; T₆₀) *Medicago rigidula* 16117A; T₆₁) *Medicago rugosa* 15091D; T₆₂) *Medicago arborea* 16546A; T₆₃) *Medicago murex* 15001D; T₆₄) *Medicago arborea* 7053A; T₆₅) *Medicago polymorpha* 7636D; T₆₆) *Medicago littoralis* 6502D; T₆₇) *Medicago doliata* 16130D; T₆₈) *Medicago minima* 16116D; T₆₉) *Medicago tornata* 6500D; T₇₀) *Medicago rotata* 16128D; T₇₁) *Medicago arabica* 16478D; T₇₂) *Medicago orticularis* 16139D y T₇₃) *Lotus halophilus* 16456D.

La precipitación durante el año 2014 fue de 413.2 mm, cuya distribución mensual fue: enero (15.6), febrero (0.0), marzo (0.4), abril (0.0), mayo (31.3), junio (99.2), julio (41.4); agosto (75.5), septiembre (78.6), octubre (26.1), noviembre (23.4) y diciembre (22 mm). La precipitación durante el año 2015 fue de 730.9 mm, cuya distribución mensual fue: enero (9.0), febrero (35.5), marzo (89.9), abril (12.7), mayo (32.5), junio (182.4), julio (86.9), agosto (65.6), septiembre (75.3), octubre (119.8), noviembre (10.2) y diciembre (11.1 mm).

El primer año, se dieron riegos de auxilio con cintilla durante las etapas de establecimiento, floración y llenado de grano. El 2015, las plantas recibieron riegos parciales de agosto a noviembre, el resto del año no fue aplicado riego alguno. Durante los dos años, no fue agregado ningún tipo de abono orgánico o de síntesis, ni fue removido el suelo por medios mecánicos, solo se hizo control de arvenses a mano y azadón.

Las variables evaluadas (Quero *et al.*, 2012) fueron: a) **Sobrevivencia** (%). Esta se determinó contando las plantas que fueron sobreviviendo en relación al total de plantas originalmente establecidas en cada parcela, transformado el valor a porcentaje. Las fechas de muestreo fueron: el 4 agosto, 18 septiembre, 7 octubre, 21 octubre, 3 noviembre y 19 noviembre del 2014 y el 30 abril, 29 mayo, 14 julio, 14 agosto, 17 septiembre, 13 octubre y 13 noviembre del 2015; b) **Presencia de enfermedades**. Se llevó a cabo mediante observaciones directas, poniendo atención a la enfermedad conocida como Cenicilla polvorienta (*Oidium* spp). Para esto, se utilizaron las mismas fechas de muestreo utilizadas para conocer sobrevivencia y c) **Daños por heladas**, la cual fue determinada mediante observaciones directas en base a las siguientes categorías: S.D.= Sin daño; D.L.= Daño ligero (hojas afectadas en parte superficial); D.M.= Daño medio (hojas dañadas a la mitad de la planta) y D.S.= Daño severo (daños en la mayoría del follaje de la planta, color café-negrusco). No se condujeron análisis estadísticos de la información por no contar con repeticiones entre tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobrevivencia

El año 2014, de un total de 73 accesiones, solamente 54 lograron ser incrementadas por el método de siembra por semilla bajo condiciones controladas, lo que indica que obtuvo un 73.9% de plantas vivas para llevar a campo. El 4 de agosto del 2014 (19 días después del trasplante a campo), de las 54 accesiones trasplantadas donde se colocaron cinco plantas/accesión/parcela, un total de 45 se encontraban establecidas, en donde: 30 tuvieron un 100% de arraigo en campo; cuatro, obtuvieron un 80%; una, un 75%; tres, un 60%; seis un 40%; una, un 20% y nueve obtuvieron 0.0% de sobrevivencia. De las 19 accesiones de las que no venía planta en maceta o caja de unisel procedente de Querétaro, las cuales fueron los tratamientos: T₂₃, T₂₄, T₂₆, T₂₇, T₂₈, T₂₉, T₃₀, T₃₁, T₃₂, T₃₃, T₃₄, T₃₅, T₃₆, T₃₇, T₃₉, T₄₄, T₄₅, T₄₆, y T₄₇, el día 5 de agosto del 2014 fueron sembradas directamente por semilla en campo, logrando establecer por esta vía solo un total de cinco accesiones, las cuales fueron los tratamientos T₃₇ del cual solo una planta sobrevivió; de los tratamientos: T₄₄, T₄₅, T₄₆, T₄₇, sobrevivieron las cinco plantas (Cuadro 1); lo cual muestra que de las 19 accesiones que fueron sembradas por semilla directamente en campo, las 14 accesiones que fueron sembradas bajo condiciones controladas en sustrato y envase, tampoco emergieron en campo, indicando con esto dos cosas: a) que la viabilidad de la semilla procedente de ILRI fue nula, o b) que para que la semilla de estas especies germine, se tienen que aplicar métodos de escarificación y estratificación específicos para las especies evaluadas.

Al 19 de noviembre del 2014 sobrevivieron un total de 54 accesiones, 24 de ellas con un 100% de establecimiento, incluyendo los tratamientos: T₃, T₅, T₆, T₈, T₉, T₁₂, T₁₃, T₁₆, T₂₁, T₂₂, T₂₅, T₃₈, T₄₀, T₄₃, T₄₄, T₄₅, T₄₆, T₄₇, T₄₈, T₅₀, T₅₂, T₅₃, T₅₇ y T₆₀; 11 lograron un 80%; nueve un 60%; cinco un 40% y cinco un 20% (Cuadro 1).

Para el 13 de noviembre del 2015 (Cuadro 1), de las 54 accesiones sobrevivientes del 2014, solo sobrevivieron 10 accesiones (18.5%), tres de las cuales presentaron un 100% de sobrevivencia (T₉ *Trifolium repens* 6896A, T₃₈ *Trifolium pratense* 13710A, y T₅₀ *Medicago sativa* 6984A), seguidas de T₁₆ *Trifolium burchellianum* 2277D, T₁₇ *Trifolium ambigum* 17609A, T₄₈ *Melilotus albus* 7275A, T₅₄ *Medicago sativa* 5681 A y T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A con un 80%. Esta información concuerda con Guerrero *et al.* (2012), quienes reportaron algunas leguminosas forrajeras con buena adaptación para la región templado-húmedo del estado de Puebla, dentro de

las cuales se incluyeron: *Medicago sativa* (alfalfa), *Trifolium repens* (trébol blanco), *Trifolium pratense* (trébol rojo), *Vicia villosa* (veza de invierno) y *Vicia sativa* (veza común), así como algunas otras leguminosas naturalizadas como *Melilotus albus*.

Presencia de enfermedades

De los 54 materiales bajo estudio (Cuadro 1), solo cinco (9.2%) mostraron daños por enfermedad durante 2014. Para el 19 de noviembre, se observó que los materiales T₄₄ *Vicia benghalensis* 6798, T₄₅ *Vicia villosa* 6792 y T₄₆ *Vicia villosa* 6213, mostraron en las cinco plantas daños medios de Cenicilla polvorienta (*Oidium spp.*), sin que ésta afectara la sobrevivencia de las plantas. Otros materiales afectados por esta enfermedad fueron: T₅₁ *Medicago littoralis* 6502T, con una sola planta con alto daño; T₅₂ *Medicago scutellata* 9214A, con las cinco plantas con alto daño y T₅₄ *Medicago sativa* 5681A, con dos plantas con daño medio (Cuadro 3). Mackie *et al.* (1999) reportaron al sur de Queensland la presencia de *Oidium sp.* en *Medicago spp.* y *Trifolium subterraneum*, mientras que Graves *et al.* (1999) encontraron conidios de *Oidium* en parcelas de *M. doliata*, *M. littoralis*, *M. lupulina*, *M. minima*, *M. murex*, *M. orbicularis*, *M. rigidula*, *M. rotata*, *M. rugosa*, *M. scutellata* y *M. truncatula*. El T₅₂ *Medicago scutellata* 9214A no logró sobrevivir al segundo año (2015).

Daños por heladas

El día 19 de noviembre del 2014, se presentó una helada de -1.5 °C, y durante los días 25, 26, 27, 28 y 29 de noviembre, se presentaron las siguientes temperaturas: -4.3, -7.7, -1.0, -8.3 y -4.7°C, respectivamente (<http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/historico.php?id=18851>). El día 1 de diciembre 2014, se hizo un muestreo de daños por frío (Cuadro 1), encontrando que de los 54 materiales bajo estudio, un total de 44 accesiones (81.4%) tenían daño severo (DS); nueve accesiones, con daño medio (DM), las cuales fueron: T₄ *Trifolium pratense* 15991A; T₁₉ *Trifolium cryptopodium* 7713D; T₃₈ *Trifolium pratense* 13710A; T₄₁ *Trifolium usambarensis* 997D; T₄₃ *Trifolium amabile* 9918D; T₅₅ *Medicago lupulina* 7871D; T₆₈ *Medicago minima* 16116D; T₇₂ *Medicago orbicularis* 16139D y una accesión con daño ligero (DL), la cual fue el T₁₇ *Trifolium ambiguum* 17609A. Esta última, conocida como Kura clover o Caucasian clover, originaria de Rusia caucásica, Crimea y Asia menor. Durante el mes de noviembre del 2015, no hubo presencia de heladas, siendo la temperatura más baja la registrada el día 19, con 2.0 °C. Durante el mes de diciembre del mismo año, la temperatura más baja correspondió al día 28, con -5.3 °C y las accesiones sobrevivientes no registraron daños.

Cuadro 1. Supervivencia (% , 2014-2015), enfermedades (2014) y daños por heladas (2014) de 73 leguminosas procedentes del ILRI Etiopía, en el mpio. de Calera, Zacatecas, México.

No. trat.	Género y especie	No. de pasaporte de ILRI	No. de plantas trasp. (16 julio 2014)	No. de plantas vivas 4 ago 2014	No. de fosas sembradas en campo (5 agosto 2014)	Supervivencia 2014 (%)	Daño por <i>Oidium</i> sp. 2014	Daño por helada 1 diciembre 2014. (-8.3 °C)	Supervivencia 2015 (%)
1	<i>Trifolium decorum</i>	9447T	5	2	3	40		DS	0
2	<i>Trifolium semipilosum</i>	6235A	5	0	5	0		-	0
3	<i>Trifolium tembense</i>	7102T	5	5	0	100		DS	0
4	<i>Trifolium pratense</i>	15991A	5	5	0	40		DM	40
5	<i>Trifolium quartianum</i>	6301	5	5	0	100		DS	0
6	<i>Trifolium rueppellianum</i>	9690	5	5	0	100		DS	0
7	<i>Trifolium steudneri</i>	9720	5	3	2	80		DS	0
8	<i>Trifolium steudneri</i>	9712	5	5	0	100		DS	0
9	<i>Trifolium repens</i>	6896A	5	5	0	100		DS	100
10	<i>Trifolium simense</i>	7720D	5	4	1	80		DS	0
11	<i>Trifolium abyssinicum</i>	8128D	5	4	1	60		DS	0
12	<i>Trifolium quartianum</i>	6301D	5	5	0	100		D	0
13	<i>Trifolium decorum</i>	8538D	5	5	0	100		DS	0
14	<i>Trifolium masaiense</i>	888D	5	3	2	60		DS	0
15	<i>Trifolium subterraneum</i>	7036A	5	5	0	60		DM	0
16	<i>Trifolium burchellianum</i>	2277D	5	5	0	100		DS	80
17	<i>Trifolium ambigum</i>	17609A	5	4	1	80		DL	80
18	<i>Trifolium incarnatum</i>	7018A	5	0	5	0		-	0
19	<i>Trifolium cryptopodium</i>	7713D	5	5	0	80		DM	0
20	<i>Trifolium arvense</i>	2204A	5	2	3	80		DS	0
21	<i>Trifolium rueppellianum</i>	5791A	5	5	0	100		DS	0
22	<i>Trifolium tembense</i>	7102D	5	5	0	100		DS	0
23	<i>Trifolium polystachium</i>	7728D	0	0	5	0		-	0
24	<i>Trifolium fragiferum</i>	6742D	0	0	5	0		-	0
25	<i>Trifolium resopinatum</i>	9224A	5	5	0	100		DS	0
26	<i>Trifolium alexandrinum</i>	6810A	0	0	5	0		-	0

27	<i>Trifolium hybridum</i>	6741A	0	0	5	0		-	0
28	<i>Trifolium semipilosum</i>	8756A	0	0	5	0		-	0
29	<i>Trifolium mattirolanum</i>	789D	0	0	5	0		-	0
30	<i>Trifolium africanum</i>	12471D	0	0	5	0		-	0
31	<i>Trifolium spananthum</i>	9366D	0	0	5	0		-	0
32	<i>Trifolium bilineatum</i>	7778D	0	0	5	0		-	0
33	<i>Trifolium baccarinii</i>	8600D	0	0	5	0		-	0
34	<i>Trifolium multinerve</i>	9440D	0	0	5	0		-	0
35	<i>Trifolium schimperii</i>	6290D	0	0	5	0		-	0
36	<i>Trifolium cherleri</i>	15105D	0	0	5	0		-	0
37	<i>Trifolium repens</i>	6896A	0	0	5	20		DS	0
38	<i>Trifolium pratense</i>	13710A	5	5	0	100		DM	100
39	<i>Trifolium pichisermollii</i>	8012D	0	0	5	0		-	0
40	<i>Trifolium acaule</i>	8262D	5	5	0	100		DS	0
41	<i>Trifolium usambarense</i>	997D	5	0	5	20		DM	0
42	<i>Trifolium steudneri</i>	6261D	5	5	0	60		DS	0
43	<i>Trifolium amabile</i>	9918D	5	5	0	100		DM	0
44	<i>Vicia benghalensis</i>	6798	0	0	5	100	5 p. Daño medio	DS	*
45	<i>Vicia villosa</i>	6792	0	0	5	100	5 p. Daño medio	DS	*
46	<i>Vicia villosa</i>	6213	0	0	5	100	5 p. Daño medio	DS	*
47	<i>Vicia sativa</i>	5127	0	0	5	100		DS	*
48	<i>Melilotus albus</i>	7275A	5	5	0	100		DS	80
49	<i>Medicago sativa</i>	15585A	5	0	5	0		-	0
50	<i>Medicago sativa</i>	6984A	5	5	0	100		DS	100
51	<i>Medicago littoralis</i>	6502T	5	5	0	80	1 p. Daño alto	DS	0
52	<i>Medicago scutellata</i>	9214A	5	5	0	100	5 p. Daño alto	DS	0
53	<i>Medicago trunculata</i>	6843A	5	5	0	100		DS	0
54	<i>Medicago sativa</i>	5681A	5	5	0	60	2 p. Daño medio	DS	80

55	<i>Medicago lupulina</i>	7871D	5	2	5	80		DM	60
56	<i>Medicago scutellata</i>	9214A	5	5	0	60		DS	0
57	<i>Medicago truncatula</i>	9213A	5	5	0	100		DS	0
58	<i>Medicago laciniata</i>	18293D	5	2	3	40		DS	0
59	<i>Medicago radiata</i>	16113D	5	4	1	80		DS	0
60	<i>Medicago rigidula</i>	16117A	5	5	0	100		DS	80
61	<i>Medicago rugosa</i>	15091D	4	3	2	60		DS	0
62	<i>Medicago arborea</i>	16546A	5	5	0	80		DS	0
63	<i>Medicago murex</i>	15001D	5	0	5	0		-	0
64	<i>Medicago arborea</i>	7053A	5	2	5	60		DS	0
65	<i>Medicago polymorpha</i>	7636D	5	0	5	0		DS	0
66	<i>Medicago littoralis</i>	6502D	5	0	5	80		DS	0
67	<i>Medicago doliaata</i>	16130D	5	2	3	40		DS	0
68	<i>Medicago minima</i>	16116D	5	1	4	20		DM	0
69	<i>Medicago tomata</i>	6500D	5	3	2	80		DS	0
70	<i>Medicago rotata</i>	16128D	3	0	5	20		DS	0
71	<i>Medicago arabica</i>	16478D	5	5	0	20		DS	0
72	<i>Medicago orticularis</i>	16139D	5	5	0	40		DM	0
73	<i>Lotus halophilus</i>	16456D	5	0	5	60		DS	0

* Ciclo anual. Daños por heladas: SD= Sin daño; DL= Daño ligero con hojas afectadas en parte superficial; DM= Daño de hojas a la mitad de la planta y DS= Daño severo de la mayoría del follaje de la planta de color café-negruzco. Daños por enfermedad: celdas vacías sin daño. p=planta.



Figura 1. Conidios de Cenicilla polvorienta (*Oidium* spp), en plantas de T₅₂ *Medicago scutellata* 9214 A. 19 de noviembre 2014. Laboratorio de Fitopatología del CEZAC-INIFAP. Responsable: Dr. Rodolfo Velázquez Valle. Foto de F.A. Rubio A.



Figura 2. Plantas de T₅₂ *Medicago scutellata* 9214A, afectadas de forma severa por Cenicilla polvorienta (*Oidium* spp), el 19 de noviembre 2014. Jardín de evaluación de RGF del CEZAC-INIFAP. Foto de F.A. Rubio A.

CONCLUSIONES

El 9.2 % de los materiales bajo estudio, mostraron daños por la enfermedad conocida como Cenicilla polvorienta (*Oidium spp*), siendo las accesiones con mayor problema los materiales anuales: T₄₄ *Vicia benghalensis* 6798; T₄₅ *Vicia villosa* 6792, y T₄₆ *Vicia villosa* 6213, así como la perenne T₅₂ *Medicago scutellata* 9214A.

El 81.4% de las accesiones bajo estudio, sufrieron daño severo cuando se presentaron temperaturas consecutivas de -4.3, -7.7, -1.0, -8.3 y -4.7°C, durante los días 25, 26, 27, 28 y 29 de noviembre del 2014, respectivamente, siendo la causa de su muerte, y no tanto la presencia de Cenicilla polvorienta.

Para el mes de noviembre del 2015, solo sobrevivieron 10 accesiones (18.5%), tres de ellas con un 100% de sobrevivencia, las cuales fueron: T₉ *Trifolium repens* 6896A, T₃₈ *Trifolium pratense* 13710A y T₅₀ *Medicago sativa* 6984A.

Estos materiales deberán de ser considerados para su evaluación bajo un esquema agronómico y productivo con distintas repeticiones por tratamiento, como parte de la siguiente fase de estudio denominada de acuerdo a Quero *et al.*, (2012) “Colecta Núcleo”.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado con fondos fiscales SAGARPA-INIFAP, mediante el proyecto titulado “Preservación, Caracterización y Evaluación de Recursos Genéticos Forrajeros en Tres Regiones Agroecológicas de México”. Se agradece al International Livestock Research Institute (ILRI) su apoyo con las accesiones evaluadas en este estudio.

LITERATURA CITADA

Flores, O. M.A., R. Gutiérrez L. y M. Palomo R. 2007. Veza común y *Lathyrus sativus* L.: Alternativas para producir forraje en Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas CIRNOC-INIFAP. Folleto científico No. 13. Calera de V.R., Zac. 38 p.

Flores, O.M.A., U. Figueroa V., R. Gutiérrez L. y M. Palomo R. 2009. Producción de forraje con veza común. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Folleto técnico No. 18. Calera de V.R., Zac. 41 p.

Flores, O.M.A y R. A. Sánchez G., 2010. Rendimiento y calidad del forraje de mezclas de triticale-ebo (*Vicia sativa* L.) a diferentes densidades. 1^{er} Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Flores, O.M.A. 2011. Compatibilidad del ebo (*Vicia sativa* L.) y chícharo (*Pisum sativum* L.) con avena y triticale para producción de forraje en mezclas. Memoria de la XXIII Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. 661-664 p.

Flores, O.M.A y R. A. Sánchez G., 2011. Efecto de la densidad de ebo (*Vicia sativa* L.) en el rendimiento y calidad del forraje de mezclas de avena-ebo. Memoria de la XXIII Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. 656-659 p.

Graves, W.L., D.L. Stuteville, R.C. Johnson, and S.L. Greene. 1999. Powdery Mildew Caused by an *Oidium* sp. on Twenty-One Annual Medicago spp. in California. Plant Disease. Volume 83, Number 12. 1176 p. En: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS.1999.83.12.1176C>, consultado el 23/08/2016.

Guerrero, J.D., R.M. Flores, N.P. Castro, A. Bustamante, R. Escobar, F. Calderón y S. Vargas. 2012. Memoria de 2^{da} Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal. Zacatecas, Zac. 155-160 pp.

Mackie, J.M., D.L. Lloyd, M.J. Ryley, and J.A.G. Irwin. 1999. Fungal diseases of temperate annual pasture legumes in southern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture 39(6) 699 – 707 pp. En: <http://www.publish.csiro.au/?paper=EA99012>, consultado el 23/08/2016.

Medina G.G. y J.A. Ruiz C. 2004. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Zacatecas (período 1961-2003). Libro técnico No. 3. CEZAC-CIRNOC-INIFAP-SAGARAPA. Calera de V. R., Zacatecas, México. 240 pp.

Quero - Carrillo, AR., J.F. Villanueva – Avalos, J.F. Enríquez – Quiroz, C.R. Morales – Nieto, E.D. Bolaños – Aguilar, J. Castillo – Huchim, J.J. Maldonado – Méndez y F. Herrera - Cedano. 2012. Manual de Evaluación de Recursos Genéticos de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 22. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 41 p.

Red de Monitoreo Agroclimático del Estado de Zacatecas, años 2014 y 2015. CEZAC-INIFAP. Consultado en línea 23/08/2016. En: <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/estaciones.php>.

Siqueiros, D.M. 1996. Leguminosas de Aguascalientes. Universidad de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags. 193 p.

Sánchez, G.A.R., L.E. Arias CH., F. González C. y G. Núñez H. 2012. El uso de chícharo forrajero en siembra intercalada con avena incrementa el rendimiento de materia seca. Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. 338-340 p.

Villanueva – Avalos, J.F., F. Herrera – Cedano y R. Plascencia - Jiménez. 2010. Leguminosas forrajeras: Un recurso sustentable para el Trópico Mexicano. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 14. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 56 p.

Caracterización agronómica y productiva de leguminosas procedentes de ILRI-Etiopia en el altiplano de Zacatecas.

Rubio Aguirre Francisco Antonio^{1*}, Villanueva Avalos José Francisco² y Jean Hanson³

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental El Verdineño, Nayarit.

³International Livestock Research Institute - Etiopia. *Autor de correspondencia: rubio.francisco@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue conocer el comportamiento agronómico de 73 accesiones de leguminosas procedentes de ILRI-Etiopia bajo las condiciones del Altiplano Zacatecano. Estas fueron establecidas en Zacatecas durante 2014, mediante trasplante y riegos de auxilio, a una distancia de 0.76 m entre surcos y 0.75 m entre plantas, con cinco individuos/accesión en parcelas únicas de 2.85 m². Los géneros evaluados fueron: *Trifolium*, *Vicia*, *Melilotus*, *Medicago* y *Lotus*. Las variables evaluadas fueron: altura, longitud y producción forrajera. La precipitación registrada fue de 413.2 y 730.9 mm para 2014 y 2015, respectivamente. Las accesiones más sobresalientes ($P \leq 0.01$) en altura fueron: T₄₈ *Melilotus albus* 7275A, T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A y T₅₀ *Medicago sativa* 6984A; en longitud sobresalieron ($P \leq 0.01$): T₄₈ *Melilotus albus* 7275A, T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A y T₅₂ *Medicago scutellata*. En base al rendimiento de materia seca, los de mayor rendimiento fueron: T₄₆ *Vicia villosa* 6213; T₄₅ *Vicia villosa* 6792 y T₄₄ *Vicia benghalensis* 6798 de ciclo anual y los: T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A y T₃₈ *Trifolium pratense* 13710A, T₄ *Trifolium pratense* 15991 A; T₅₀ *Medicago sativa* 6984 A y T₉ *Trifolium repens* 6896A, de ciclo perenne. Estos materiales deben ser considerados parte de la “Colecta Núcleo” y pasar a la fase de evaluación agronómica en pequeñas parcelas.

Palabras clave: Leguminosas forrajeras, Rendimiento de forraje, *Vicia*, *Medicago*, *Trifolium*.

ABSTRACT

The objective was to know the agronomic performance of 73 legumes accessions from ILRI-Ethiopia under the Zacatecas Highlands conditions. These accessions were established in Zacatecas during 2014, through transplantation and irrigation conditions, using a distance between furrows of 0.76 m and between plants 0.75 m, with five individuals/accession in parcels of 2.85 m². Leguminous materials included accessions of the genres: *Trifolium*, *Vicia*, *Melilotus*, *Medicago*, and *Lotus*. Variables in study were: height, length, and forage yield. Annual precipitation registered was 413.2 and 730.9 mm for 2014 and 2015, respectively. Outstanding accessions ($P \leq 0.01$) in height were: T₄₈ *Melilotus albus* 7275^a, T₆₀ *Medicago rigidula* 16117^a, and T₅₀ *Medicago sativa* 6984^a, while in length stood out ($P \leq 0.01$): T₄₈ *Melilotus albus* 7275^a, T₆₀ *Medicago rigidula* 16117^a, and T₅₂ *Medicago scutellata*. Dry matter yield was higher in: T₄₆ *Vicia villosa* 6213; T₄₅ *Vicia villosa* 6792, and T₄₄ *Vicia benghalensis* 6798 of annual cycle; and T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A and 15991 T₃₈ *Trifolium pratense* 13710A, T₄ *Trifolium pratense*; T₅₀ *Medicago sativa* 6984A and T₉ *Trifolium repens* 6896A of perennial cycle. These materials must be considered part of the "Core collection" and move to the next phase of agronomic evaluation in small plots.

Key words: Forage leguminous, forage yield, *Vicia*, *Medicago*, *Trifolium*.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas son de suma importancia en la recuperación de suelos agrícolas, al tener la propiedad muchas de sus especies de fijar nitrógeno atmosférico; tienen gran capacidad de adaptación a condiciones adversas debido a su sistema radicular profundo y al tipo de dispersión de sus semillas (Siqueiros, 1996); producen cantidades aceptables de forraje de alto contenido proteico, son versátiles ya que se pueden pastorear, henificar o ensilar y pueden ser sembradas en mezclas con cereales (Flores *et al.*, 2009).

En el altiplano de Zacatecas, a través del Campo Experimental Zacatecas, se han realizado evaluaciones bajo condiciones de riego con muy pocos géneros de leguminosas. Los registros encontrados, indican que de 1972 a 1974, se trabajó con la especie *Medicago sativa*, evaluando 25 variedades, sobresaliendo la XL-58, Excell 420-Brand, Moapa 183, Excell 320-Brand, Bajio-76, INIA-76 y Puebla 76; posteriormente de 1977 a 1981, se evaluaron otras variedades, sobresaliendo la Puebla-76, INIA-76, Bajio-76 y Mixteca-76, Hunter River, Aragón y Atoyac (García *et al.*, 1982; García y Sánchez, 1982). También se hizo un intento por evaluar una leguminosa arbustiva del género *Eysenhardtia* al sur del estado (Martínez y Covarrubias, 1982). De 1989 a 1993 (Rubio, 1993) evaluó 10 variedades de alfalfa, concluyendo que la producción de forraje verde y seco fue mayor con las variedades Puebla-76, INIA-76 y El Camino-95. En últimos años, otros géneros de legumbres como *Veza*, *Lathyrus* y *Pisum*, han sido sometidos a varios estudios de comportamiento productivo, solos o intercalados con cereales (Flores *et al.*, 2007; Flores *et al.*, 2009; Flores y Sánchez, 2010; Flores, 2011; Flores y Sánchez, 2011 y Sánchez *et al.*, 2012), lo cual indica que en Zacatecas hace falta generar y validar otras leguminosas de diferentes géneros y especies.

Al respecto, Olivera y Machado (2005), indican que la caracterización y evaluación de germoplasma forrajero debe continuar como línea de investigación, con un enfoque eminentemente estratégico, no sólo por las ventajas que implica acceder a un material sobresaliente, sino como un elemento imprescindible para programas de mejoramiento del germoplasma, prever la erosión genética, mantener el intercambio internacional y buscar otras fuentes de mejora para disponer de recursos genéticos forrajeros con potencialidad aceptable para la alimentación animal, entre ellos la colecta y la donación en los ámbitos nacional e internacional. En base a lo anterior, el **objetivo** del presente estudio fue conocer el comportamiento agronómico, basado en la altura, longitud y producción forrajera de 73 leguminosas forrajeras procedentes del ILRI-Etiopia bajo las condiciones agroecológicas del Altiplano de Zacatecas durante los años 2014 y 2015.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el CEZAC-INIFAP, situado a los 22° 54' 02" N y 102° 39' 31" W, a 2197 msnm. Las estadísticas climatológicas normales de la estación Campo Experimental Zacatecas, de un periodo de 43 años de acuerdo a Medina y Ruiz (2004), indican promedios anuales de temperatura en 14.8 °C; una temperatura máxima *maximorum* de 34.0 °C; una temperatura mínima *minimorum* de -12.0 °C; oscilación térmica de 15.8 °C; precipitación de

407.7 mm con un promedio de 54.1 días con lluvia; evaporación de 2357.5 mm; evapotranspiración potencial de 1609.0 mm y un fotoperiodo de 12.0 hrs. El suelo es agrícola de textura franca, pH de 8.18 ± 0.1 , rico en M.O. ($3.83 \pm 0.8\%$), pobre en N nítrico (10.0 kg ha^{-1}) y N amoniacal (20.0 kg ha^{-1}), medio en P (25.0 kg ha^{-1}), rico en K (300.0 kg ha^{-1}), extra rico Ca ($4000.0 \text{ kg ha}^{-1}$) y valores medios de Mg (25 kg ha^{-1}). Suelo no salino-no sódico.

Inicialmente, 73 accesiones de leguminosas fueron introducidas del International Livestock Research Institute (ILRI) en Etiopia, África, y resguardadas en el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) del INIFAP. De este sitio, las colectas fueron trasladadas al Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, ubicado en Ajuchitlán, mpio. de Colón, Querétaro. Ahí fueron incrementadas en macetas y charolas de poliuretano y el día 4 de julio del 2014, fueron trasladadas a Zacatecas, para ser puestas en campo el 16 de julio del mismo año, mediante trasplante a mano, colocando cada planta a una distancia entre surcos de 0.76 m y entre plantas a 0.75 m, usando cinco plantas/tratamiento, lo cual dio una parcela útil de 2.85 m^2 , sin repeticiones entre accesiones o tratamientos.

Los tratamientos evaluados estuvieron constituidos por los diferentes materiales de leguminosas, los cuales se detallan de acuerdo su género, especie y número de pasaporte original del ILRI: T₁) *Trifolium decorum* 9447T; T₂) *Trifolium semipilosum* 6235A; T₃) *Trifolium tembense* 7102T; T₄) *Trifolium pratense* 15991A; T₅) *Trifolium quartinianum* 6301; T₆) *Trifolium rueppellianum* 9690; T₇) *Trifolium steudneri* 9720; T₈) *Trifolium steudneri* 9712; T₉) *Trifolium repens* 6896A; T₁₀) *Trifolium simense* 7720D; T₁₁) *Trifolium abyssinicum* 8128D; T₁₂) *Trifolium quartinianum* 6301D; T₁₃) *Trifolium decorum* 8538D; T₁₄) *Trifolium masaiense* 888D; T₁₅) *Trifolium subterraneum* 7036A; T₁₆) *Trifolium burchellianum* 2277D; T₁₇) *Trifolium ambigum* 17609A; T₁₈) *Trifolium incarnatum* 7018A; T₁₉) *Trifolium cryptopodium* 9713D; T₂₀) *Trifolium arvense* 2204A; T₂₁) *Trifolium rueppellianum* 5791A; T₂₂) *Trifolium tembense* 7102D; T₂₃) *Trifolium polystachium* 7728D; T₂₄) *Trifolium fragiferum* 6742D; T₂₅) *Trifolium resopinatum* 9224A; T₂₆) *Trifolium alexandrinum* 6810A; T₂₇) *Trifolium hybridum* 6741A; T₂₈) *Trifolium semipilosum* 8756A; T₂₉) *Trifolium mattirolianum* 789D; T₃₀) *Trifolium africanum* 12471D; T₃₁) *Trifolium spananthum* 9366D; T₃₂) *Trifolium bilineatum* 7778D; T₃₃) *Trifolium baccarinii* 8600D; T₃₄) *Trifolium multinerve* 9440D; T₃₅) *Trifolium schimperii* 6290D; T₃₆) *Trifolium cherleri* 15105D; T₃₇) *Trifolium repens* 6896A; T₃₈) *Trifolium pratense* 13710A; T₃₉) *Trifolium pichisermollii* 8012D; T₄₀) *Trifolium acaule* 8262D; T₄₁) *Trifolium usambarensis* 997D; T₄₂) *Trifolium steudneri* 6261D; T₄₃) *Trifolium amabile* 9918D; T₄₄) *Vicia benghalensis* 6798; T₄₅) *Vicia villosa* 6792; T₄₆) *Vicia villosa* 6213; T₄₇) *Vicia sativa* 5127; T₄₈) *Melilotus albus* 7275A; T₄₉) *Medicago sativa* 15585A; T₅₀) *Medicago sativa* 6984A; T₅₁) *Medicago littoralis* 6502T; T₅₂) *Medicago scutellata* 9214A; T₅₃) *Medicago trunculata* 6843A; T₅₄) *Medicago sativa* 5681A; T₅₅) *Medicago lupulina* 7871D; T₅₆) *Medicago scutellata* 9214A; T₅₇) *Medicago truncatula* 9213A; T₅₈) *Medicago laciniata* 18293D; T₅₉) *Medicago radiata* 16113D; T₆₀) *Medicago rigidula* 16117A; T₆₁) *Medicago rugosa* 15091D; T₆₂) *Medicago arborea* 16546A; T₆₃) *Medicago murex* 15001D; T₆₄) *Medicago arborea* 7053A; T₆₅) *Medicago polymorpha* 7636D; T₆₆) *Medicago littoralis* 6502D; T₆₇) *Medicago doliata* 16130D; T₆₈) *Medicago minima* 16116D; T₆₉) *Medicago tornata* 6500D; T₇₀) *Medicago rotata* 16128D; T₇₁) *Medicago arabica* 16478D; T₇₂) *Medicago orticularis* 16139D y T₇₃) *Lotus halophilus* 16456D.

La precipitación durante el año 2014 fue de 413.2 mm, cuya distribución mensual fue: enero (15.6), febrero (0.0), marzo (0.4), abril (0.0), mayo (31.3), junio (99.2), julio (41.4); agosto

(75.5), septiembre (78.6), octubre (26.1), noviembre (23.4) y diciembre (22 mm). La precipitación durante el año 2015 fue de 730.9 mm, cuya distribución mensual fue: enero (9.0), febrero (35.5), marzo (89.9), abril (12.7), mayo (32.5), junio (182.4), julio (86.9), agosto (65.6), septiembre (75.3), octubre (119.8), noviembre (10.2) y diciembre (11.1 mm).

El primer año, se dieron riegos de auxilio con cintilla durante las etapas de establecimiento, floración y llenado de grano. El 2015, las plantas recibieron riegos parciales de agosto a noviembre, el resto del año no se aplicó riego alguno. Durante los dos años, no fue agregado ningún tipo de abono orgánico o de síntesis, ni fue removido el suelo por medios mecánicos, solo se realizó control de arvenses a mano y azadón.

Las variables evaluadas fueron: a) **Altura y longitud de la planta** (cm) de acuerdo a los procedimientos descritos por Quero *et al.* (2012). Estas se llevaron a cabo con una regla rígida graduada en cm, la medición de altura fue desde la superficie del suelo hasta el punto más alto de las hojas en su estado erecto normal o a su inflorescencia del nivel de jerarquía más avanzado, escogiendo cada planta al azar dentro de la parcela útil; la longitud fue haciendo la medición desde la base de la corona hasta el punto terminal de hojas o la inflorescencia, escogiendo cada planta al azar dentro de la parcela útil. Las fechas de muestreo fueron para ambas variables: 18 septiembre y 7 octubre del 2014, y 30 abril, 29 mayo, 14 julio, 14 agosto, 17 septiembre, 13 octubre y 13 noviembre del 2015; y b) **Rendimiento de fitomasa aérea** (g m^2 y kg ha^{-1}). Los cortes se llevaron a cabo con rozadera la primera semana de diciembre de los años 2014 y 2015 en la totalidad de la parcela útil. Las muestras de forraje fueron deshidratadas al ambiente hasta peso constante. La información de altura y longitud fue analizada mediante un diseño completamente al azar, mientras que la comparación de medias fue con la prueba de rango múltiple DMS al 0.01 mediante el paquete de la FAUANL (Olivares, S/F). El rendimiento de fitomasa no fue analizado estadísticamente por ser parcela con muestra única.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura y longitud de plantas

Año 2014. En general, se encontraron diferencias ($P \leq 0.01$) entre accesiones para altura y longitud de plantas en cada fecha de muestreo (Cuadro 1). Los datos de altura del 7 de octubre 2014, mostraron diferencias ($P \leq 0.01$) entre tratamientos, encontrando que las accesiones más sobresalientes fueron: T₄₈ *Melilotus albus* 7275A, T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A y T₅₀ *Medicago sativa* 6984A, con 111.6, 80.6 y 40.0 cm, respectivamente. Los datos de longitud del 7 de octubre 2014, también mostraron diferencias ($P \leq 0.01$) entre tratamientos, encontrando que las accesiones más con mayor longitud fueron: T₄₈ *Melilotus albus* 7275A, T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A y T₅₂ *Medicago scutellata* 9214A, con 111.6, 80.6 y 74.6 cm, respectivamente.

Año 2015. Se cuenta con el promedio de altura alcanzado por cada accesión sobreviviente en cada una de las siete fechas de muestreo de este año, sin embargo, estos datos no se detallan en el presente escrito. En este caso, se muestra la máxima altura alcanzada por cada material al 17 de septiembre, sobresaliendo ($P \leq 0.01$) las accesiones: T₄₈ *Melilotus albus* 7275A con 129.3 cm; T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A, con 127.0 cm; T₅₀ *Medicago sativa* 6984A con 86.0 y T₅₄ *Medicago sativa* 5681A con 70.7 cm.

Rendimiento de fitomasa aérea

Años 2014 y 2015. Durante el año 2014 se muestrearon 54 accesiones para determinar el rendimiento de forraje seco, dentro de estas, las que alcanzaron mayor producción fueron: T₄₆ *Vicia villosa* 6213; T₄₅ *Vicia villosa* 6792; T₄₄ *Vicia benghalensis* 6798; T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A y T₃₈ *Trifolium pratense* 13710A, con rendimientos de 1739.3, 1202.1, 934.7, 711.9 y 686.3 g m⁻², respectivamente, y su equivalente en kg ha⁻¹ (Cuadro 1). Los resultados encontrados son muy diferentes a los reportados por Flores *et al* (2007), ya que líneas de *Vicia sativa* evaluadas en estos mismos suelos, lograron rendimientos de entre 3.08 a 9.24 ton ha⁻¹, mientras que el material de T₄₇ de *Vicia sativa* 5127, solo rindió 0.361 ton ha⁻¹, en cambio los materiales T₄₆ *Vicia villosa* 6213 y T₄₅ *Vicia villosa* 6792, lograron rendimientos de 17.3 y 12.0 ton ha⁻¹, respectivamente. El año 2015, las accesiones con mayor peso seco fueron los T₄ *Trifolium pratense* 15991A, T₅₀ *Medicago sativa* 6984A, T₃₈ *Trifolium pratense* 13710A, T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A y T₉ *Trifolium repens* 6896A, con 907.0, 760.0, 479.2, 279.6 y 245.2 g m⁻², respectivamente, y su equivalente en kg ha⁻¹ (Cuadro 1). Aunque el T₅₀ *Medicago sativa* 6984A, logró obtener un equivalente acumulado a 7.6 ton ha⁻¹, en dos cortes al año, el rendimiento es bajo en relación a las variedades evaluadas por García y Sánchez (1982) en este mismo sitio, quienes reportan rendimientos de 2.8 a 3.3 ton ha⁻¹ por corte, donde lograron hasta ocho cortes por año con las variedades mexicanas Puebla-76, INIA-76 y Bajío-76.



Figura 1. Accesoión T₄₆ *Vicia villosa* 6213 procedente del ILRI Etiopia, en el CEZAC-INIFAP, mpio. de Calera, Zac. 27 octubre 2014.



Figura 2. Accesoión T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A, procedente del ILRI Etiopia, en el CEZAC-INIFAP, Mpio. de Calera, Zac. 27 octubre 2014.

Cuadro 1. Altura (cm), longitud (cm) y rendimiento de forraje seco durante 2014 y 2015, de diferentes accesiones de leguminosas procedentes del ILRI Etiopia en el CEZAC-INIFAP, mpio. de Calera, Zac.

No. de tratamiento	Género y especie	No. pasaporte de ILRI	Altura (cm) 07-oct-14	Longitud (cm) 07-oct-14	Altura (cm) 30-abr-15	Altura (cm) 17-sep-15	Rendimiento (g m ²) 2014	Rendimiento (kg ha ⁻¹) 2014	Rendimiento (g m ²) 2015	Rendimiento (kg ha ⁻¹) 2015
1	<i>Trifolium decorum</i>	9447T	4.0 ijk	5.5 rs	-	-	17.54	175.4		0
3	<i>Trifolium tembense</i>	7102T	7.3 hijk	11.6 pqrs	-	-	104.91	1049.1		0
4	<i>Trifolium pratense</i>	15991A	20.0 ef	24.5 j...r	18.5	58.5	150.87	1508.7	907	9070
5	<i>Trifolium quartinianum</i>	6301	13.0 f...j	32.3 g...n	-	-	246.31	2463.1		0
6	<i>Trifolium rueppellianum</i>	9690	12.0 f...j	30.6 h...o	-	-	157.89	1578.9		0
7	<i>Trifolium steudneri</i>	9720	15.0 fgh	28.6 i...p	-	-	20.7	207		0
8	<i>Trifolium steudneri</i>	9712	17.3 fg	28.3 i...q	-	-	38.24	382.4		0
9	<i>Trifolium repens</i>	6896A	9.6 ghij	21.0 l...r	5.6	11.3	114.73	1147.3	245.2	2452
10	<i>Trifolium simense</i>	7720D	11.6 f...j	15.3 m...s	-	-	46.49	464.9		0
11	<i>Trifolium abyssinicum</i>	8128D	6.0 hijk	16.0 m...s	3.3		28.07	280.7		0
12	<i>Trifolium quartinianum</i>	6301D	14.0 fghi	40.6 f...j	-	-	223.86	2238.6		0
13	<i>Trifolium decorum</i>	8538D	6.0 hijk	14.6 n...s	-	-	42.45	424.5		0
14	<i>Trifolium masaiense</i>	888D	14.3 fghi	29.6 h...p	-	7.3	341.52	3415.2		0
15	<i>Trifolium subterraneum</i>	7036A	6.6 hijk	21.3 k...r	-	-	116.95	1169.5		0
16	<i>Trifolium burchellianum</i>	2277D	10.3 ghij	27.3 i...q	3.3	3.3	105.96	1059.6	92.1	921
17	<i>Trifolium ambigum</i>	17609A	7.6 hijk	13.0 opqrs	2.3	10.7	9.35	93.5	14	140
19	<i>Trifolium cryptopodium</i>	7713D	0.0 k	0.0 s	2	-	32.45	324.5		0
20	<i>Trifolium arvense</i>	2204A	0.0 k	0.0 s	-	-	8.18	81.8		0
21	<i>Trifolium rueppellianum</i>	5791A	0.0 k	0.0 s	-	-	107.01	1070.1		0
22	<i>Trifolium tembense</i>	7102D	0.0 k	0.0 s	-	-	49.47	494.7		0
25	<i>Trifolium resopinatum</i>	9224A	27.6 de	27.6 i...q	6	-	191.22	1912.2		0
38	<i>Trifolium pratense</i>	13710A	20.0 ef	39.3 g...k	26.3	50.3	686.31	6863.1	479.2	4792.0*
40	<i>Trifolium acaule</i>	8262D	0.0 k	0.0 s	-	-	48.42	484.2		0
42	<i>Trifolium steudneri</i>	6261D	12.6 f...j	17.0 m...s	-	-	1.75	17.5		0
43	<i>Trifolium amabile</i>	9918D	8.3 g...k	13.3 o...s	-	-	14	140		0

44	<i>Vicia benghalensis</i>	6798	13.3 fghij	66.6 bcd	-	-	934.73	9347.3		0
45	<i>Vicia villosa</i>	6792	9.0 g...k	58.3 cdef	-	-	1202.1	12021		0
46	<i>Vicia villosa</i>	6213	12.3 f...j	61.0 cde	-	-	1739.29	17392.9		0
47	<i>Vicia sativa</i>	5127	14.0 fghi	17.0 m...s	-	-	36.14	361.4		0
48	<i>Melilotus albus</i>	7275A	111.6 a	111.6 a	54.3	129.3	299.65	2996.5	144.2	1442
50	<i>Medicago sativa</i>	6984A	40.0 c	47.6 efgh	66.7	86	212.63	2126.3	760	7600.0*
51	<i>Medicago littoralis</i>	6502T	6.3 hijk	28.3 i...q	4	-	113.59	1135.9		0
52	<i>Medicago scutellata</i>	9214A	12.3 f...j	74.6 bc	3	-	136.14	1361.4		0
53	<i>Medicago trunculata</i>	6843A	9.6 ghij	47.6 efgh	-	-	276.49	2764.9		0
54	<i>Medicago sativa</i>	5681A	31.3 cd	37.3 g...l	49	70.7	103.94	1039.4	282.8	2828
55	<i>Medicago lupulina</i>	7871D	8.6 g...k	32.0 g...n	11.5	6.3	93.42	934.2		0
56	<i>Medicago scutellata</i>	9214A	12.3 f...j	33.3 g...m	19		20.46	204.6		0
57	<i>Medicago truncatula</i>	9213A	11.3 f...j	38.0 g...l	-	11	238.59	2385.9		0
58	<i>Medicago laciniata</i>	18293D	7.6 hijk	27.6 i...q	-	-	85.96	859.6		0
59	<i>Medicago radiata</i>	16113D	6.3 hijk	23.0 j...r	-	-	63.15	631.5		0
60	<i>Medicago rigidula</i>	16117A	80.6 b	80.6 b	95	127	711.93	7119.3	279.6	2796
61	<i>Medicago rugosa</i>	15091D	10.3 ghij	44.6 e...i	-	-	247.95	2479.5	0	0
62	<i>Medicago arborea</i>	16546A	8.0 hijk	10.3 qrs	-	-	37.28	372.8	0	0
64	<i>Medicago arborea</i>	7053A	11.6 f...j	13.0 opqrs	2	-	22.8	228	0	0
66	<i>Medicago littoralis</i>	6502D	5.3 ijk	49.3 defg	3.5	-	186.4	1864	0	0
67	<i>Medicago doliata</i>	16130D	7.0 hijk	28.5 i...q	-	-	84.21	842.1	0	0
68	<i>Medicago minima</i>	16116D	-	-	-	-	15.78	157.8	0	0
69	<i>Medicago tornata</i>	6500D	8.0 hijk	43.6 e...i	3	9.7	225.87	2258.7	0	0
71	<i>Medicago arabica</i>	16478D	3.5 jk	13.5 n...s	-	-	29.82	298.2	0	0
72	<i>Medicago orticularis</i>	16139D	5.6 ijk	24.6 j...r	-	-	38.59	385.9	0	0
73	<i>Lotus halophilus</i>	16456D	5.5 ijk	19.0 l...s	-	-	110.52	1105.2	0	0
C.V. (%)			45.2	27.9						

Literales diferentes indican diferencias ($p < 0.01$) entre tratamientos dentro de cada accesión. *Producto de dos cortes, el resto un solo corte al año.

CONCLUSIONES

En base al rendimiento de materia seca, las leguminosas introducidas de ciclo anual sobresalientes fueron: T₄₆ *Vicia villosa* 6213; T₄₅ *Vicia villosa* 6792 y T₄₄ *Vicia benghalensis* 6798, así como las de ciclo perenne: T₆₀ *Medicago rigidula* 16117A y T₃₈ *Trifolium pratense* 13710A, T₄ *Trifolium pratense* 15991A; T₅₀ *Medicago sativa* 6984A y T₉ *Trifolium repens* 6896A, para ser consideradas y evaluadas bajo un esquema agronómico y productivo como parte de los materiales que integran la Colecta Núcleo.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado con fondos fiscales SAGARPA-INIFAP, mediante el proyecto titulado “*Preservación, Caracterización y Evaluación de Recursos Genéticos Forrajeros en Tres Regiones Agroecológicas de México*”. Se agradece al International Livestock Research Institute (ILRI) su apoyo con las accesiones evaluadas en este trabajo.

LITERATURA CITADA

García, C.A. y C. Sánchez B. 1982. Evaluación de variedades de alfalfa bajo condiciones de riego. Resúmenes de Investigación Forrajes 1980. CIANOC-INIA-SARH. Calera de V.R., Zac. p. 15.

García, C.A., C. Sánchez B. y J. García D. 1982. Ensayo comparativo de veinte variedades de alfalfa. Resúmenes de Investigación CIANOC No. 10. Forrajes 1981. CIANOC-INIA-SARH. Calera de V.R., Zac. p. 9.

Flores, O.M.A., R. Gutiérrez L. y M. Palomo R. 2007. Veza común y *Lathyrus sativus* L.: Alternativas para producir forraje en Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas CIRNOC-INIFAP. Folleto científico No. 13. Calera de V.R., Zac. 38 p.

Flores, O.M.A., U. Figueroa V., R. Gutiérrez L. y M. Palomo R. 2009. Producción de forraje con veza común. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Folleto técnico No. 18. Calera de V.R., Zac. 41 p.

Flores, O.M.A y R.A. Sánchez G., 2010. Rendimiento y calidad del forraje de mezclas de triticale-ebo (*Vicia sativa* L.) a diferentes densidades. 1^{er} Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Flores, O.M.A. 2011. Compatibilidad del ebo (*Vicia sativa* L.) y chícharo (*Pisum sativum* L.) con avena y triticale para producción de forraje en mezclas. Memoria de la XXIII Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. 661-664 p.

Flores, O.M.A y R.A. Sánchez G., 2011. Efecto de la densidad de ebo (*Vicia sativa* L.) en el rendimiento y calidad del forraje de mezclas de avena-ebo. Memoria de la XXIII Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. 656-659 p.

Martínez, J.A. y S. Covarrubias. 1982. Domesticación de varaduz (*Eysenhardtia polistachya*). Resúmenes de Investigación CIANOC No. 10. Forrajes 1981. CIANOC-INIA-SARH. Calera de V.R., Zac. p. 17.

Medina, G.G. y J.A. Ruiz C. 2004. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Zacatecas (período 1961-2003). Libro técnico No. 3. CEZAC-CIRNOC-INIFAP-SAGARAPA. Calera de V. R., Zacatecas, México. 240 pp.

Olivares, S.E. S/F. Paquete de "Diseños Experimentales FAUANL". Venus 1443. Col. Nueva Lindavista, Guadalupe, N. L C.P. 67110. Tel. (8)3-64-57-51.

Olivera, Y. y R. Machado. 2005. Caracterización de germoplasma forrajero: su papel en la obtención de variedades comerciales para la ganadería. Revista: Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). En: <http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2005/REVISTA%2004/13%20CARACTERIZACION%20DE%20GERMOPLASMA.pdf>

Quero - Carrillo, A.R., J.F. Villanueva – Avalos, J.F. Enríquez – Quiroz, C.R. Morales – Nieto, E.D. Bolaños – Aguilar, J. Castillo – Huchim, J.J. Maldonado – Méndez y F. Herrera - Cedano. 2012. Manual de Evaluación de Recursos Genéticos de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 22. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 41 p.

Rubio, A.F.A. 1993. Ensayo de rendimiento de 10 variedades de alfalfa en Calera, Zac. Informe técnico de Forrajes 1993, Sin publicar. Campo Experimental Calera. CIRNOC-INIFAP-SARH. Calera de V.R., Zac. 34-44 p.

Siqueiros, D.M. 1996. Leguminosas de Aguascalientes. Universidad de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags. 193 p.

Sánchez, G.A.R., L.E. Arias CH., F. González C. y G. Núñez H. 2012. El uso de chícharo forrajero en siembra intercalada con avena incrementa el rendimiento de materia seca. Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. 338-340 p.

Reconstrucción del NDVI para el norte de Coahuila empleando índices de ancho de anillo.

Martínez-Sifuentes Aldo Rafael^{1*}, Villanueva-Díaz José², Segura-Castruita Miguel Ángel³

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agronomía y Zootecnia

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. ³Instituto Tecnológico de Torreón

*Autor de correspondencia: im_aldo09@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En percepción remota existe un conjunto de parámetros numéricos que permiten estimar y evaluar el estado de salud de la vegetación con base a la medición de la radiación que las plantas emiten o reflejan. Estos parámetros permiten la construcción de índices, dentro de los cuales el más conocido y usado es el Índice Normalizado Diferencial de Vegetación (NDVI, por sus siglas en inglés). El NDVI se utiliza ampliamente para mejorar la discriminación de cubiertas vegetales, medir el vigor de las plantas y la producción de la biomasa. El peculiar comportamiento radiométrico de la vegetación, relacionado con la actividad fotosintética y la estructura foliar de las plantas, permite determinar si la vegetación se encuentra sana o si tiene algún grado de estrés. La respuesta espectral que tiene la vegetación sana, muestra un claro contraste entre el espectro del visible, especialmente la banda roja, y el infrarrojo cercano (IRC). Mientras que en el visible los pigmentos de la hoja absorben la mayor parte de la energía que reciben, en el IRC, las paredes de las células de las hojas, que se encuentran llenas de agua, reflejan la mayor cantidad de energía. En contraste, cuando la vegetación sufre algún tipo de estrés, ya sea por presencia de plagas o por sequía, la cantidad de agua disminuye en las paredes celulares, por lo que la reflectividad y la señal en el IRC disminuye, sin embargo aumenta paralelamente en el rojo, al tener menor absorción clorofílica. Esta diferencia en la respuesta espectral permite separar con relativa facilidad la vegetación sana con la de otras condiciones (Tun *et al.*, 2008). Es de vital importancia el índice NDVI para el seguimiento y medición de diferentes procesos y funciones ligadas a cuestiones de rendimiento productivo de los cultivos, degradación, incendios y manejo forestal, así como a los procesos fenológicos ligados a la vegetación. El objetivo del presente estudio es generar un modelo en función de las series de tiempo generadas con núcleos de crecimiento radial de especies de coníferas a través de técnicas dendrocronológicas, con el fin de establecer una reconstrucción del índice de vegetación NDVI para observar el comportamiento de éste en función del tiempo, y extenderse a lo largo que las series lo permitan.

Palabras clave: Dendrocronología, NDVI, Reconstrucción, Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio se sitúa al norte del estado de Coahuila, donde se diversifica el clima en un ambiente árido y templado, con una temperatura anual entre 12°C y 18°C, y una precipitación media anual de 400 a 500 mm. (COANBIO, 1998), el tipo de vegetación existente en los sitios

seleccionados se sitúan en los bosques de encino-pino, bosques de pino localizados en la parte alta, por otro lado en la parte baja se tiene matorral espinoso tamaulipeco. Se seleccionaron cinco cronologías o series de ancho de anillo de especies tales como *Pinus arizonica* para los sitios de Maderas del Carmen (MDC) y Serranías del Burro (SBU), *Pseudotsuga menziesii* para El Pajarito (PAJ) y Sierra La Madera (SMD), así como *Taxodium mucronatum* para el sitio conocido como Río Sabinas (RSA), mediante una matriz de correlación, las cinco cronologías fueron evaluadas para establecer aquellas que tengan una asociación mayor, propiciando que sea la menor cantidad de series, pero que éstas tengan una influencia y representen de manera significativa la variabilidad de eventos, según el análisis de la matriz de correlación, las series de MDC y SBU generaron una ($r=0.65$, $n=20$), cronologías agrupadas por su correlación, así como por su proximidad y son series generadas con la misma especie de *Pinus arizonica*. Se seleccionaron ambas cronologías y se agruparon en una cronología de zona, estableciendo el periodo total en la extensión de la serie. Se obtuvieron las firmas espectrales del NDVI de cada escena satelital, generando así una base de datos de índices cronológicos y de NDVI para cada sitio del estudio, un análisis en relación al NDVI observado y la serie regional arrojó la relación existente entre ellas, dando pie a la formulación de una ecuación polinómica de segundo orden, la cual fue la que tuvo un mejor ajuste entre las variables, con dicha ecuación se obtuvo un NDVI reconstruido, que fue normalizada empleando el valor más alto reconstruido, se determinó su validez y confianza con la subrutina “verify” del paquete de la librería de programas dendrocronológicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se generó un modelo con los periodos coincidentes del NDVI observado y la serie agrupada por MDC y SBU, el cual es una ecuación polinómica de segundo orden ($n=20$, $r^2=0.61$), que fue normalizada para establecer rangos que se agrupen en los valores de 1 a -1:

$$Y = 7.6408x^2 - 3.3135x + 1.0808$$

X representa el valor del índice de ancho de anillo de la serie.

Y es el valor de NDVI reconstruido.

El resultado obtenido refleja que es posible generar reconstrucciones de diferentes índices de vegetación para obtener datos confiables a través de fuentes “proxys”, en este caso anillos de árboles. Srur *et al.*, 2011, mencionan que es posible generar una reconstrucción del NDVI empleando la especie *Anarthrophyllum rigidum*, la cual tiene sensibilidad para la reconstrucción de esta variable, reconstrucción generada en la Patagonia. En gran medida el NDVI está influenciado por la precipitación y la temperatura, la cual, son variables totalmente reconstruibles paleoclimáticamente empleando cronologías de anillos de árboles (Villanueva *et al.*, 2008 y 2016).

CONCLUSIONES

El uso de fuentes “proxy” como los anillos de árboles, permiten generar reconstrucciones de diversas variables, entre ellas el índice NDVI, el cual, es de vital importancia para el ámbito forestal, porque arroja datos espaciales y temporales de las condiciones de los bosques o rodales, permitiendo un entendimiento del pasado para una proyección al futuro.

LITERATURA CITADA

Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).1998. Carta temática de clima y uso de suelo y vegetación serie V.

Srur, A. M., R. Villalba, G. Baldi. 2011. Variations in *Anarthrophyllum rigidum* radial growth, NDVI and ecosystem productivity in the Patagonian shrubby stepps. *Plan Ecology*. 324 p.

Tun, F. J., R. Durán G. y B. Schmook. 2008. Estructura arbórea y variabilidad temporal del NDVI en los bajos inundables de la Península de Yucatán, México. *Polibotánica*. Num. 25. pp. 69-73. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62102506> verificado el día 28 de agosto de 2016.

Villanueva-Díaz J., J. Cerano-Paredes, D. W. Stahle, J. Estrada-Ávalos y V. Constante-García. 2008. Potencial Dendrocronológico de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco y Reconstrucciones de Precipitación y Flujo en México. Folleto Científico No. 23. INIFAP CENID-RASPA. Gómez Palacio, Durango. 49 p.

Cambios en el perfil polifenólico en plantas de chile (*Capsicum annuum*) infectadas por fitoplasma.

Herrera Mayra Denise*, Esqueda-Dávila Karla Caren Jacquelin, Velásquez-Valle Rodolfo

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatecas, Carretera Zacatecas-Fresnillo Km 24.5, Calera de V.R., Zacatecas.

*Autor de correspondencia: herrera.mayra@inifap.gob.mx

RESUMEN

El cultivo de chile para secado en Zacatecas ocupa el primer lugar nacional debido a su superficie sembrada, sin embargo, a lo largo del proceso de producción y frecuentemente después de la cosecha, el cultivo se ve afectado por diversos microorganismos que provocan enfermedades. Actualmente existen pocos estudios que demuestren el efecto de la infección por fitoplasmas en chile, sobre el metabolismo de las plantas. El objetivo fue determinar los cambios bioquímicos en diferentes tejidos (radicular, foliar y fruto) de plantas de chile de la variedad Mirasol con sintomatología de yema grande en tres etapas de la enfermedad: inicial, intermedia y avanzada, y un control sano. Se realizó la cuantificación de compuestos fenilpropanoides encontrando diferencias significativas en su concentración entre los diferentes tejidos, con valores de 3.28-41 mg eq. ácido gálico/g para los fenoles, taninos condensados con 11-161 y flavonoides con 2.25-92 mg eq. catequina/g y antocianinas con 5.18-141 mg eq. cianidina-3-glucósido/g; en la mayoría de los casos, los valores superiores se obtuvieron de plantas enfermas con la etapa avanzada de la enfermedad. La incidencia de la infección por fitoplasmas modifica el perfil de metabolitos, por lo que permite cambios bioquímicos en los procesos metabólicos en las plantas de chile.

Palabras clave: Chile, fitoplasmas, polifenoles

ABSTRACT

The pepper cultivar, for drying purposes, occupies the first place in Zacatecas at a national level due to its sown area, however, during its production process and frequently after harvest, this crop is often affected by different microorganism that contribute to crop diseases. Currently there is a lack of studies that reveal the effect of phytoplasma, on the pepper plant metabolism. The objective of this study was to determine the biochemical changes in different plant tissues (root, leaf and fruit) of pepper cv Mirasol for drying purposes, with the ‘big bud’ symptom, recollected during three stages of the disease: initial, intermediate and advance, comparing to a healthy control. The phenylpropanoid compounds quantification was performed, finding significant differences in its concentration among different tissues; values of 3.28-41 mg of gallic acid equivalents/g were found for phenols, meanwhile, 11-161 and 2.25-92 mg of catechin equivalents/g were obtained for condensed tannins and total flavonoids respectively, and 5.18-141 mg of cianidin 3-glucoside equivalents/g for total anthocyanins; in most cases, higher values were obtained from infected plants with an advance stage of the disease. The infection caused by phytoplasma modifies the metabolite profiles which contributes to biochemical changes at the metabolic processes in the pepper plants.

Key words: Pepper, phytoplasma, polyphenols

INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annuum*) es un importante cultivo hortícola producido en Zacatecas en más de 30 040 hectáreas cosechadas, ocupando el primer lugar a nivel nacional por su superficie sembrada, y con una aportación al valor de la producción del 14.8% (SIAP, 2013). Sin embargo, el rendimiento y la calidad del chile dependen de varios factores, como el genotipo del cultivar y los factores abióticos y bióticos, por ejemplo, la presencia de plagas y enfermedades (Castro et al., 2000; Pineda et al., 2008). Adicionalmente, se ha reportado la incidencia de infecciones causadas por fitoplasmas los cuales desencadenan un aumento en la biosíntesis de fenilpropanoides los cuales están presentes en mayores cantidades, es decir, los cambios bioquímicos causados por la infección de estos patógenos causan una mayor concentración de compuestos fenólicos (Choi et al., 2004). El objetivo del presente trabajo fue realizar una descripción de cambios bioquímicos en plantas de chile para secado de la variedad Mirasol, por efecto de un estrés biótico causado por fitoplasmas con la sintomatología denominada farol chino o yema grande.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectó muestras de plantas de chile de la variedad Mirasol infectadas por fitoplasma (tejido radicular, foliar y fruto), esto se realizó en tres etapas de la infección por “yema grande”: inicial, intermedia y avanzada. En cada colecta realizada, se tomó plantas sanas las cuales se determinaron como el control sano. Los tejidos recolectados se congelaron en nitrógeno líquido para detener los procesos metabólicos y posteriormente estos se liofilizaron y molieron. Las muestras secas se almacenaron a temperatura ambiente hasta su uso.

Se obtuvo un extracto acetónico de los compuestos fenólicos siguiendo la metodología de Xu et al., (2007), se pesó un gramo de muestra de tejido y se diluyó con 10 mL de acetona acidificada al 70 % con 0.5 % de ácido acético [(acetona/agua/ácido acético (70:29.5:0.5 v/v/v)], se protegió de la luz y se agitó durante 24 h, posteriormente se centrifugó a 5000 x g durante 10 min a temperatura ambiente, para obtener el sobrenadante. Este sobrenadante se utilizó para la cuantificación de los compuestos fenólicos totales mediante el ensayo de Folin-Ciocalteu (Singleton et al., 1999) y los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg EAG g⁻¹). Los taninos condensados se cuantificaron con el método de la vainillina-HCl descrito por Desphande et al. (1985) y los flavonoides totales mediante el ensayo colorimétrico AlCl₃ (Liu et al., 2002). Ambas determinaciones se expresaron como mg equivalentes de (+) catequina por gramo de muestra (mg EC g⁻¹). Finalmente, las antocianinas se cuantificaron por el método diferencial de pH descrito por Abdel-Aal et al. (1999) y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de cianidina-3-glucósido por kg de frijol (mg EC3G kg⁻¹).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha demostrado que el contenido de polifenoles es mayor en plantas infectadas por fitoplasmas que en las sanas (Musseti et al., 2000). Por otro lado, Serce et al (2010) menciona que los compuestos fenólicos desempeñan un papel en la defensa de las plantas frente a patógenos.

En la Tabla 1 se observan los resultados del análisis del perfil fenólico en las muestras de tejido radicular sano y enfermo de plantas de chile Mirasol infectadas por fitoplasmas, en las etapas inicial, intermedia y avanzada. Los resultados indican que, en la etapa inicial de la enfermedad, las plantas aparentemente sanas tienen mayor eficiencia en la síntesis de fenoles totales en comparación con las plantas de chile infectadas, con un incremento del 172%. A pesar de que para las etapas intermedia y avanzada se cuantificó una mayor concentración de estos compuestos, en la etapa avanzada la planta enferma sintetizó la mayor cantidad de fenoles totales con un incremento del 281%.

Tabla 1. Perfil fenólico en tejido radicular de plantas de chile Mirasol.

Compuesto	Condición de la planta	Etapas		
		Inicial	Intermedia	Avanzada
Fenoles totales¹	Sana	8.96 ± 0.15 ^a	4.28 ± 0.16 ^b	1.08 ± 0.14 ^d
	Enferma	3.28 ± 0.28 ^c	3.79 ± 0.43 ^{bc}	4.11 ± 0.15 ^{bc}
Flavonoides totales²	Sana	26.59 ± 3.41 ^a	5.93 ± 0.35 ^{bc}	2.25 ± 0.17 ^c
	Enferma	6.44 ± 0.35 ^{bc}	11.85 ± 2.78 ^b	12.61 ± 0.08 ^b
Taninos condensados²	Sana	20.80 ± 0.05 ^a	11.80 ± 4.10 ^a	10.59 ± 0.41 ^a
	Enferma	13.37 ± 7.46 ^a	23.94 ± 5.08 ^a	21.61 ± 2.21 ^a
Antocianinas totales³	Sana	28.01 ± 2.93 ^a	5.18 ± 0.00 ^c	25.07 ± 1.71 ^a
	Enferma	32.33 ± 1.22 ^a	16.60 ± 0.48 ^b	29.91 ± 3.66 ^a

Los datos se expresan como la media ± la DE. Letras diferentes entre columnas representa diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. ¹mg EAG/g; ²mg ECT/g; ³mg EC3G/g.

En el caso de los flavonoides totales del tejido radicular, la mayor síntesis de estos metabolitos secundarios se encontró en las plantas sanas obtenidas de la etapa inicial, con 314% mayor contenido de flavonoides en comparación con las plantas enfermas. No obstante, en la etapa intermedia y avanzada se observa que las plantas sanas comienzan a disminuir la síntesis de estos compuestos; el segundo valor más alto se obtuvo a partir de las plantas enfermas, con un incremento del 461% en comparación con el control sano. En la síntesis de taninos condensados, el tejido radicular enfermo disminuyó en un 36% en comparación con el sano en la etapa inicial de la enfermedad; contrariamente, las concentraciones del tejido enfermo en la etapa intermedia y avanzada aumentaron en un 103 y 104% respectivamente. Para la cuantificación de las antocianinas totales, los niveles de estos compuestos aumentaron en las plantas enfermas en comparación con las sanas con incrementos de 15, 220 y 19% para las etapas inicial, intermedia y avanzada respectivamente. En este análisis no se muestra una gráfica de interacción debido a que no existe interacción entre los diferentes niveles de los dos factores considerados en este análisis. La Tabla 2 muestra el efecto que tiene la etapa de la enfermedad sobre el perfil fenólico de plantas de Chile Mirasol. Se puede observar que el tejido foliar enfermo tuvo mayor síntesis de fenoles totales en la etapa inicial con un 45% respecto al control sano, y mantuvo esta tendencia de incremento en las etapas intermedia (87%) y avanzada (18%) realizando la comparación contra el mismo control. En la cuantificación de flavonoides totales el mayor incremento es para el tejido foliar enfermo de la etapa avanzada, con un aumento del 12% respecto al valor obtenido a partir de las plantas sanas. Contrariamente, la síntesis de flavonoides aumenta en los tejidos sanos en la etapa inicial con un 28% y en la intermedia con un 40% en comparación con las plantas enfermas.

Por otro lado, la menor síntesis de taninos condensados la presentaron los tejidos foliares enfermos en la etapa intermedia, con una disminución del 73% respecto al control sano, seguido de la inicial con 67% y la avanzada con un 17% respecto a los tejidos sanos. En la cuantificación de antocianinas el incremento de metabolitos en los tejidos enfermos es significativo ($p < 0.05$).

Tabla 2. Perfil fenólico de tejido foliar en plantas de Chile Mirasol.

Compuesto	Condición de la planta	Etapas		
		Inicial	Intermedia	Avanzada
Fenoles totales	Sana	28.18 ± 0.48 ^{bc}	12.69 ± 0.68 ^e	25.68 ± 0.10 ^{cd}
	Enferma	40.96 ± 2.30 ^a	23.76 ± 0.80 ^d	30.37 ± 0.38 ^b
Flavonoides totales	Sana	79.26 ± 1.16 ^{bc}	70.30 ± 0.53 ^c	81.68 ± 2.42 ^b
	Enferma	56.69 ± 3.41 ^d	42.21 ± 2.06 ^e	91.54 ± 3.05 ^a
Taninos condensados	Sana	161.34 ± 0.45 ^a	147.89 ± 15.91 ^a	86.28 ± 0.16 ^b
	Enferma	53.86 ± 7.30 ^{cd}	39.76 ± 0.98 ^d	71.67 ± 0.00 ^{bc}
Antocianinas totales	Sana	71.41 ± 2.20 ^{cd}	43.57 ± 1.95 ^d	85.77 ± 1.95 ^{bc}
	Enferma	88.71 ± 16.38 ^{bc}	121.04 ± 7.33 ^a	107.73 ± 3.17 ^{ab}

Los datos se expresan como la media ± la DE. Letras diferentes entre columnas representa diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. ¹mg EAG/g; ²mg ECT/g; ³mg EC3G/g.

Desde el inicio de la enfermedad los tejidos enfermos tuvieron un incremento del 24%, este aumento en la concentración de antocianinas fue similar al obtenido a partir de las plantas pertenecientes a la etapa avanzada (26%). No obstante, en la etapa intermedia permitió el máximo incremento con un 178% respecto a los tejidos foliares sanos.

En la Figura 1A se muestra la concentración de compuestos fenólicos totales en tejidos de fruto sano y enfermo (yema grande) de plantas que presentaron una etapa avanzada de la infección por fitoplasmas; se puede observar que existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en la cuantificación de estos compuestos con un incremento de aproximadamente 11% en el tejido del fruto enfermo en comparación con el control sano. Lo que indica que el incremento de polifenoles en frutos de plantas infectadas es hasta 3 veces mayor que en las plantas libres de infección. Por otro lado, en la Figura 1B se muestra la concentración de flavonoides totales, en la cual se puede observar que el tejido de la yema grande contiene 171% más flavonoides que el fruto sano. El incremento en la concentración de taninos condensados en tejidos de la yema grande, respecto del fruto sano, fue superior a los incrementos obtenidos en las determinaciones de fenoles y flavonoides totales, con 285% mayor contenido de taninos condensados (Figura 1C).

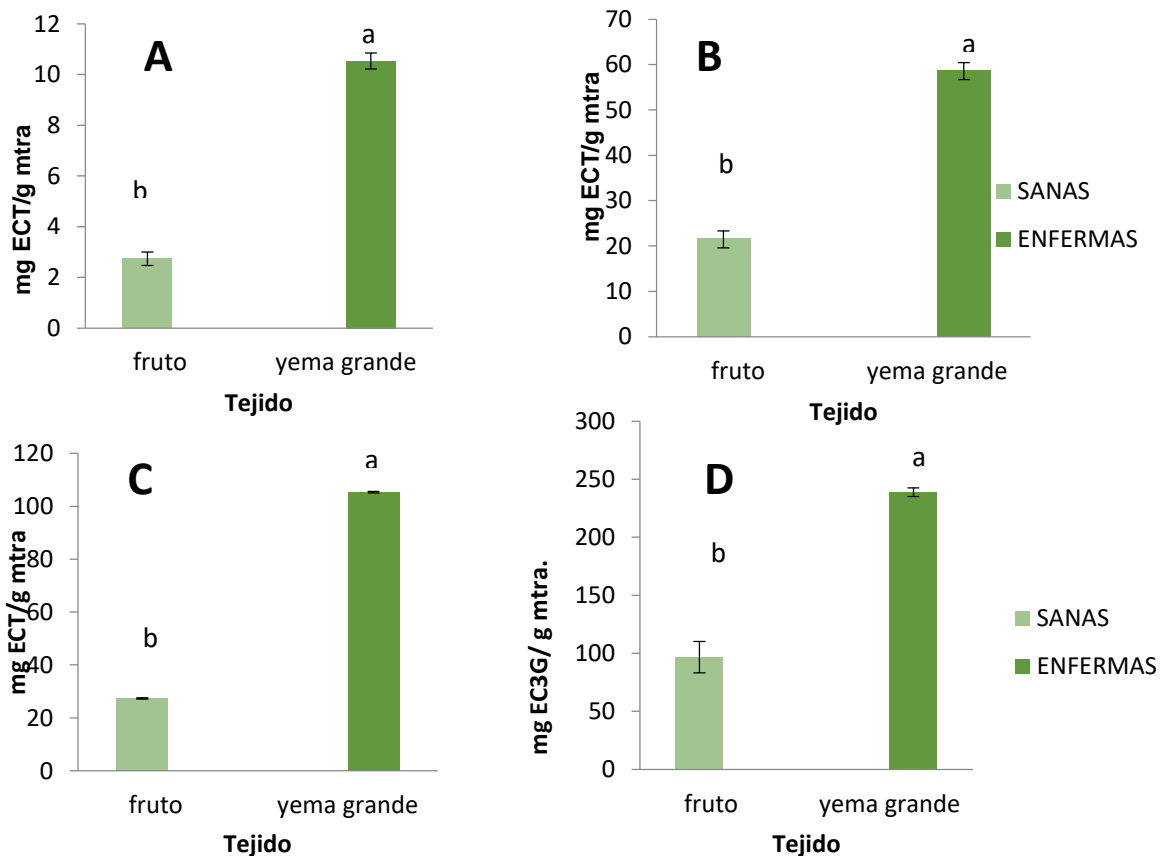


Figura 1. Contenido de polifenoles en los tejidos sanos y enfermos de fruto en plantas de Chile Mirasol infectadas por fitoplasmas. A, fenoles totales; B, Flavonoides totales, C, taninos condensados; D, Antocianinas totales. Los datos se expresan como la media \pm la DE. ($p \leq 0.05$). Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey.

A pesar de que estos son parte del grupo de los flavonoides, los resultados indican que las plantas de Chile infectadas por fitoplasmas activan rutas metabólicas más específicas de la síntesis de taninos compuestos por polímeros de proantocianidinas. Finalmente, la concentración de antocianinas en los tejidos de yema grande y fruto sano se muestran en la Figura 1D. Los resultados indican que las plantas de Chile Mirasol son eficientes en la producción de antocianinas debido a la incidencia de patógenos como son los fitoplasmas. Un incremento del 147% de antocianinas totales en la yema grande manifiesta que se obtuvo una diferencia significativa ($p < 0.05$) en estos resultados. Como parte de la respuesta de la defensa bioquímica contra el daño que ocasionan las heridas y el ataque de microorganismos patógenos en las plantas superiores, se induce la síntesis y acumulación de compuestos de bajo peso molecular, conocidos como metabolitos secundarios. Durante la respuesta hipersensible, algunos compuestos pertenecientes a los grupos de los alcaloides, los terpenoides y los fenilpropanoides, participan activamente matando directamente al microorganismo patógeno o restringiendo su invasión al resto de la planta (Sepúlveda-Jiménez et al., 2003).

CONCLUSIONES

El estrés biótico ocasionado por fitoplasmas en las plantas de Chile Mirasol produce cambios metabólicos en estas, debido a que se observó alteraciones en el contenido de fenoles totales, flavonoides totales, taninos condensados y antocianinas totales en los diferentes tejidos enfermos y etapas de la planta. El aumento de metabolitos secundarios está relacionado con la condición de la planta y la etapa de la enfermedad en la que se encuentra. La incidencia de la infección por fitoplasmas modifican el perfil de metabolitos, por lo que permite cambios bioquímicos en los procesos metabólicos en las plantas de Chile.

LITERATURA CITADA

- Abdel-Aal, E. S., y Hucl, P. (1999). A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal chemistry*, 76(3), 350-354.
- Deshpande, S. S., y Cheryan, M. (1985). Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. *Journal of Food Science*, 50(4), 905-910.
- Castro, B.R., Sánchez, G.P., Peña, L.A., Alcántar, G.G., Baca, C.G., López, R.R.M., 2000. Niveles críticos, de suficiencia y toxicidad de N-NO₃ en el extracto celular de pecíolos de tomate de cáscara. *Terra Latinoamericana*; 18: 141-145.
- Choi, Y.H., Tapias, E.C., Kim, H.K., Lefeber, A.W.M., Erkelens, C., Verhoeven, J.T.J., Brzin, J., Zel, J. and Verpoorte, R. (2004) Metabolic discrimination of *Catharanthus roseus* leaves infected

by phytoplasma using HNMR spectroscopy and multivariate data analysis. *Plant Physiology* 135, 2398–2410.

Liu, M., Li, X. Q., Weber, C., Lee, C. Y., Brown, J., y Liu, R. H. (2002). Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(10), 2926-2930.

Musetti, R., Favali, M.A. and Pressacco, L. (2000) Histopathology and polyphenol content in plants infected by phytoplasmas. *Cytobios* 102, 133–147.

Pineda, P.J., Avitia, G.E., Castillo, G.A.M., Corona, T.T., Valdez, A.L.A., Gómez, H.J., 2008. Extracción de macronutrientes en frambueso rojo. *Terra Latinoamericana*; 26: 333-340.

Sepúlveda-Jiménez, G., Porta-Ducoing, H., y Rocha-Sosa, M. (2003). La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3), 355-362.

Serce, S., Ercisli, S., Sengul, M., Gunduz, K., y Orhan, E. (2010). Antioxidant activities and fatty acid composition of wild grown myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits. *Pharmacognosy magazine*, 6(21), 9.

SIAP Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2013). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola <http://www.siap.gob.mx> (Consultado en línea, mayo 19, 2016).

Singleton, V. L., Orthofer, R., y Lamuela-Raventos, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299, 152-178.

Xu BJ, Chang SKC. (2007). A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of Food Science*. 2: 159-166.

Diferenciación en la expresión de metabolitos secundarios de dos variedades de frijol común.

Herrera Mayra Denise*, Rosales-Bugarín Olivia Gabriela, Servín-Palestina Miguel

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatecas, Carretera Zacatecas-Fresnillo Km 24.5, Calera de V.R., Zacatecas.

*Autor de correspondencia: herrera.mayra@inifap.gob.mx

RESUMEN

El frijol común es un cultivo tradicional en México el cual se siembra en todas las regiones agrícolas del país. Sin embargo, su calidad depende de factores ambientales que tienen lugar durante el desarrollo de la planta. La respuesta metabólica a estos factores inicia en etapas tempranas del cultivo. El objetivo fue obtener la diferenciación de metabolitos secundarios específicos de la ruta de los fenilpropanoides, de dos variedades de frijol Flor de Junio (FJ). En Julio del 2016 se realizó la siembra de las variedades FJ Dalia y Victoria en el CE Zacatecas del INIFAP; posteriormente, se realizó la colecta de muestras cuando las plantas alcanzaron el desarrollo de la primera hoja trifoliada. Según los resultados obtenidos, se puede afirmar que la variedad FJ Victoria es más eficiente en la síntesis de taninos y flavonoides con incrementos del 14 y 17 % respectivamente, mientras que FJ Dalia sintetizó más fenoles totales (9%). Por otro lado, las antocianinas se concentraron en mayor cantidad en los tejidos recolectados de plantas de FJ Victoria. Esto indica que el genotipo de estos materiales permite una diferenciación en su metabolismo no solo a nivel de variedades, sino que ocurre también según el tejido recolectado.

Palabras clave: Frijol, metabolitos, etapa del cultivo

ABSTRACT

The common bean is a traditional crop in México which is produced in many agricultural regions throughout the country. Nonetheless, its quality depends of environmental factors that have place during the plant development. The metabolic response to these factors starts at early stages of the cultivar. The objective was to obtain a secondary metabolites differentiation regarding the phenylpropanoid pathway of two Flor de Junio (FJ) bean cultivars. Cultivars FJ Dalia and Victoria were sown in July 2016 at the INIFAP-Zacatecas Research Center; sampling was conducted when plants reached the first trifoliolate leaf development. Results suggest that FJ Victoria is the outstanding cultivar on the tannins and flavonoids synthesis, with an upsurge of 14 and 17% respectively, meanwhile, FJ Dalia had the highest concentration of total phenols (9%). Regarding the anthocyanin concentration, FJ Victoria synthesized the maximum content of these compounds in all tissues recollected. These findings indicate that the genotype of the cultivar is important in order to identify differential changes, not only at a cultivar differences levels, but in tissue recollected.

Key words: Common bean, metabolites, cultivar stage

INTRODUCCIÓN

El frijol común ha ganado atención como alimento funcional debido a los fitoquímicos (productos del metabolismo secundario) presentes en el grano, los cuales aportan beneficios a la salud. Sin embargo, la calidad funcional del alimento está definido por dos factores: los ambientales (bióticos y abióticos), y el genotipo del cultivar (Kigel, 1999); respecto a este último, se puede decir que la inducción de rutas metabólicas es diferente entre variedades, aun cuando estas pertenezcan a la misma clase comercial. Por otro lado, es importante mencionar que la síntesis de metabolitos secundarios no solo se ha relacionado con la calidad del alimento, ya que están ampliamente relacionados con la interacción de la planta con el medio ambiente y, por lo tanto, con su capacidad para sobrevivir ante condiciones adversas (Jansen et al., 2009). Igualmente, la síntesis de estos compuestos comienza desde que la semilla ha germinada para comenzar el desarrollo de una nueva planta. Es decir, la síntesis de compuestos fenólicos se activa desde que la semilla encuentra las condiciones para germinar, y prosigue durante todo el ciclo de la planta; el nivel de expresión de estos componentes será diferente según la etapa de desarrollo en la que se encuentre el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras del tejido foliar primario y primera hoja trifoliada fueron recolectadas de plantas de frijol de las variedades FJ Victoria y Dalia. El cultivo se estableció en parcelas experimentales del CE Zacatecas del INIFAP durante el mes de julio del 2016. Las muestras colectadas se congelaron inmediatamente después del corte, por medio de inmersión en nitrógeno líquido y se liofilizaron. Una vez deshidratadas las muestras, se molieron y se almacenaron hasta su uso.

Se obtuvo un extracto acetónico de los compuestos fenólicos siguiendo la metodología de Xu et al., (2007), se pesó un gramo de muestra de tejido y se diluyó con 10 mL de acetona acidificada al 70 % con 0.5 % de ácido acético [(acetona/agua/ácido acético (70:29.5:0.5 v/v/v)], se protegió de la luz y se agitó durante 24 h, posteriormente se centrifugó a 5000 x g durante 10 min a temperatura ambiente, para obtener el sobrenadante. Este sobrenadante se utilizó para la cuantificación de los compuestos fenólicos totales mediante el ensayo de Folin-Cioacaltea (Singleton et al., 1999) y los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (mg EAG g⁻¹). Los taninos condensados se cuantificaron con el método de la vainillina-HCl descrito por Desphande et al. (1985) y los flavonoides totales mediante el ensayo colorimétrico AlCl₃ (Liu et al., 2002). Ambas determinaciones se expresaron como mg equivalentes de (+) catequina por gramo de muestra (mg EC g⁻¹). Finalmente, las antocianinas se cuantificaron por el método diferencial de pH descrito por Abdel-Aal et al. (1999) y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de cianidina-3-glucósido por kg de frijol (mg EC3G kg⁻¹).

RESULTADOS Y DISCUSION

En las Figuras 1, 2 y 3 se muestran los resultados del perfil de compuestos fenólicos en los tejidos foliares primarios, trifoliados y la planta completa, respectivamente, de dos variedades de frijol Flor de Junio (FJ): Victoria y Dalia. Según los resultados obtenidos, se puede afirmar que la variedad FJ Victoria es más eficiente en la síntesis de los diferentes compuestos analizados a partir del tejido foliar primario con diferencias significativas ($p < 0.5$) en comparación con la

variedad FJ Dalia. Los incrementos obtenidos fueron del 16, 8, 31 y 15% para fenoles totales, flavonoides totales, taninos condensados y antocianinas totales, respectivamente.

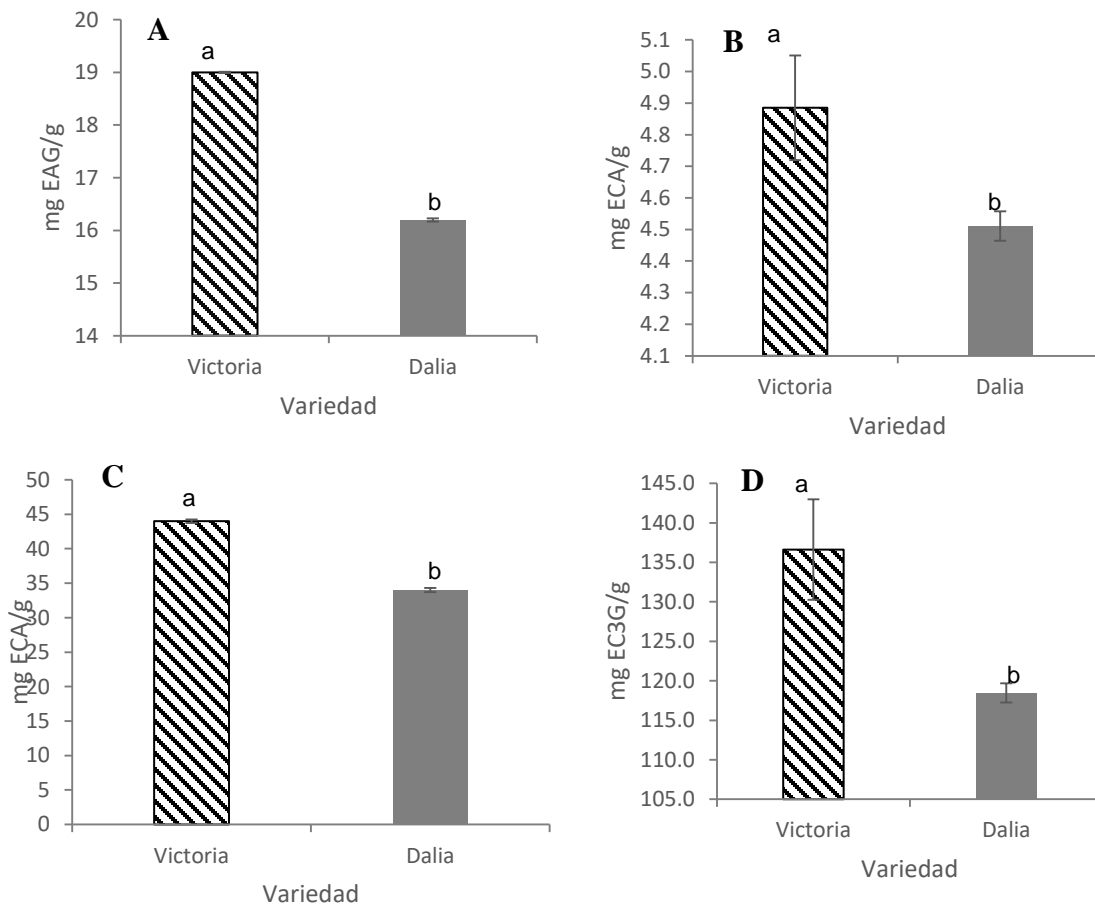


Figura 1. Contenido de polifenoles en tejido foliar primario de plantas de frijol. A, fenoles totales; B, Flavonoides totales, C, taninos condensados; D, Antocianinas totales.

Los datos se expresan como la media \pm la DE. ($p \leq 0.05$). Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. EAG, equivalentes de ácido gálico; ECA, Equivalentes de (+) catequina; EC3G, equivalentes de cianidina 3 glucósido.

No obstante, en algunos casos la máxima concentración de los compuestos fenólicos depende ampliamente del tejido evaluado; por ejemplo, la concentración de taninos condensados y flavonoides totales fue únicamente mayor en el tejido trifoliado en esta misma variedad, con incrementos del 14 y 17 % respectivamente, mientras que FJ Dalia sintetizó más fenoles totales (11%). Sin embargo, nuevamente FJ Victoria tuvo mayor concentración antocianinas totales en el tejido trifoliado en comparación con FJ Dalia con un aumento en la concentración de estos metabolitos del 12% (Figura 2), lo que pudiera indicar que la diferencia en la síntesis de polifenoles respecto a la etapa de las plantas, está relacionada con su habilidad de adaptación a las condiciones ambientales.

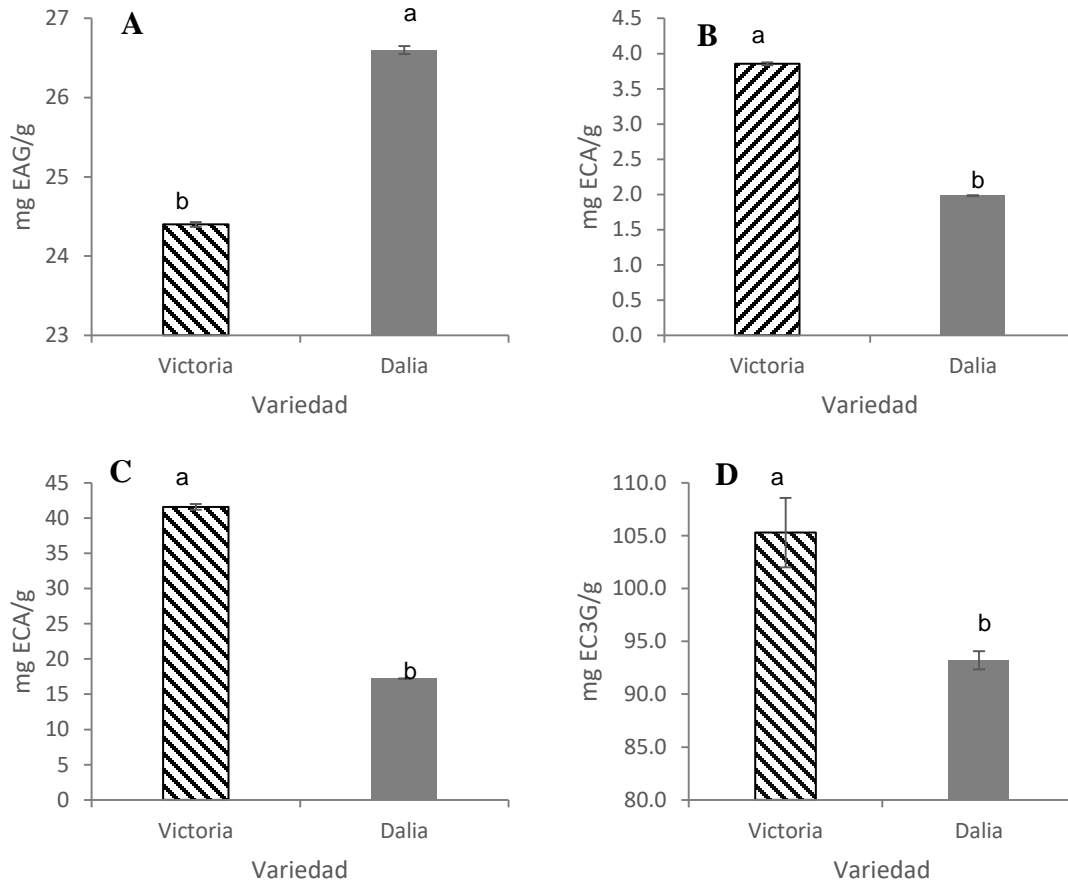


Figura 2. Contenido de polifenoles en tejido trifoliar de plantas de frijol. A, fenoles totales; B, Flavonoides totales, C, taninos condensados; D, Antocianinas totales

Los datos se expresan como la media \pm la DE. ($p \leq 0.05$). Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. EAG, equivalentes de ácido gálico; ECA, Equivalentes de (+) catequina; EC3G, equivalentes de cianidina 3 glucósido.

En la Figura 3 se puede observar que la síntesis de polifenoles es diferente entre variedades, es decir, cuando se realiza el análisis de estos compuestos en la planta completa la diferenciación es similar a lo que resulta de realizar la determinación de compuestos fenólicos en tejidos independientes de la planta. La concentración de fenoles totales incrementó en un 33% en FJ Dalia al comparar el valor contra el obtenido por FJ Victoria, mientras que 17% más flavonoides se obtuvo a partir de esta variedad. Los taninos condensados y antocianinas totales también se sintetizaron en mayor concentración en la planta completa de FJ Victoria, con un aumento de 14 y 118%, respectivamente.

En general se puede decir que los metabolitos son producidos por las plantas como parte de un inmenso número de compuestos secundarios, principalmente como compuestos de señalización y fitoquímicos de defensa (Leiss et al., 2012). Bajo el contexto anterior, los metabolitos son los productos finales de la expresión génica, por lo tanto, se puede considerar que los cambios existentes en su perfil es una de las principales características en cuanto a la interacción de la planta con el medio ambiente, es decir, la descripción metabólica es una herramienta que ayuda a

revelar la compleja naturaleza interactiva entre las redes metabólicas de la planta y sus respuestas a los cambios ambientales (Ying-Ping et al., 2014).

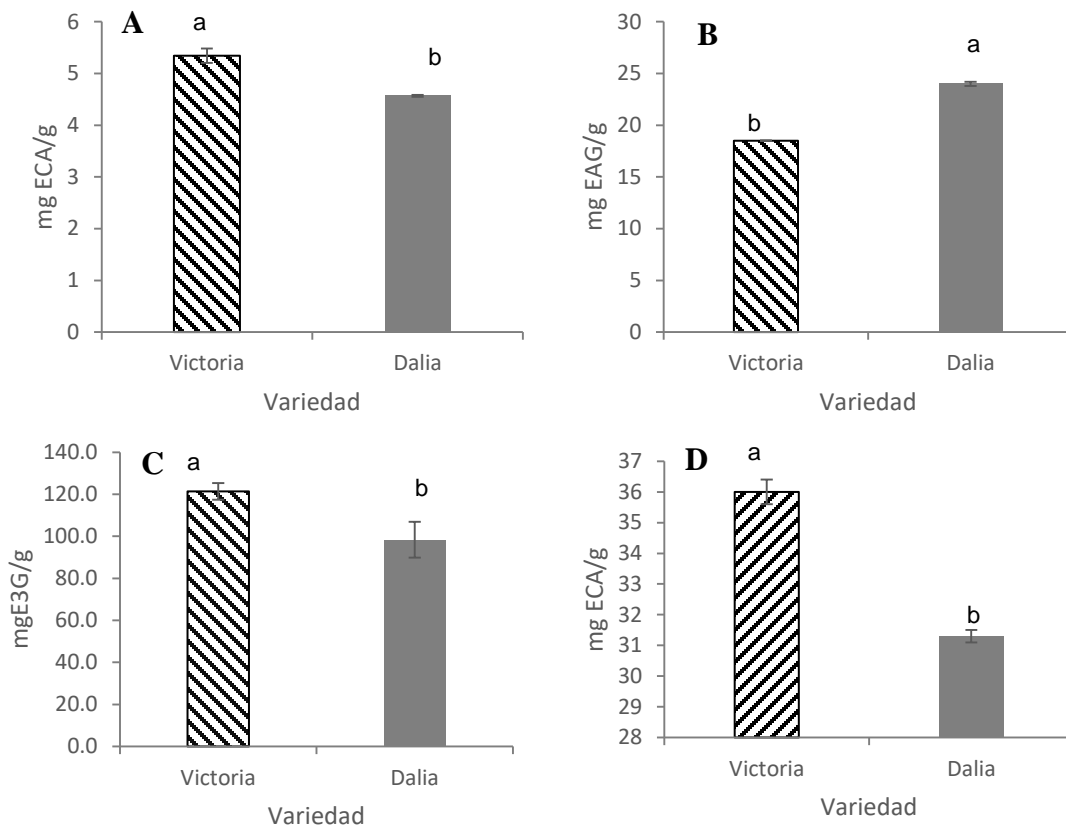


Figura 3. Contenido de polifenoles en tejido de plantas completas de frijol. A, flavonoides totales; B, fenoles totales, C, taninos condensados; D, antocianinas totales

Los datos se expresan como la media \pm la DE. ($p \leq 0.05$). Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. EAG, equivalentes de ácido gálico; ECA, Equivalentes de (+) catequina; EC3G, equivalentes de cianidina 3 glucósido.

CONCLUSIÓN

En conclusión, se puede sugerir que la síntesis de metabolitos secundarios es el resultado de la interacción entre el material genético y el tejido, lo que pudiera indicar que la producción de estos compuestos está en función de la capacidad de la planta para adaptarse a las diferentes condiciones de desarrollo.

LITERATURA CITADA

Abdel-Aal, E. S., y Hucl, P. (1999). A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal chemistry*, 76(3), 350-354.

Deshpande, S.S. & Cheryan M. 1985. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. *Journal of Food Science* 50: 905-910.

Jensen, J.J., Allwood, J.W., Marsden-Edwards, E., van der Putten, W., Goodacre, R., van Dam, M. 2009. Metabolomic and analysis of the interaction between plants and herbivores. *Metabolomics*. 5:150-161.

Kigel J. Culinary and nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* seeds as affected by environmental factors. 1999. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 3: 205-209.

Leiss, K.; Choi, H.Y.; Verpoorte, R.; Klinkhamer, P.G.L. 2010. An overview of NMR-based metabolomics to identify secondary plant compounds involved in host plant resistance. *Phytochemistry Reviews*. 10: 205-216.

Liu, M., Qi Li, X., Weber, C., Yong, L.C., Brown, J. & Hai, L.R. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 2926-2930.

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

Xu, B.J. & Chang, S.K.C. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of Food Science* 2: 159-166.

Ying-Ping, G.; Xue-Juan, H.; Yi-Qun, L.; Chuan-Zhong, Y.; Yao-Yao, M.; Fang-Yue, G.; Qing-Xin, L. 2014. Metabolomic analysis reveals the potential metabolites and pathogenesis involved in mulberry yellow dwarf disease. *Plant, Cell and Environment*. 37: 1474-1490.

Efecto del estrés abiótico causado por altas temperaturas sobre la concentración de prolina en plantas de chile (*Capsicum annuum*)

Herrera Mayra Denise^{1*}, Esqueda-Dávila Karla Caren Jacquelin, Rosales-Bugarín Olivia Gabriela¹, Santiago-López Ulises², Mena-Covarrubias Jaime¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatecas, Carretera Zacatecas-Fresnillo Km 24.5, Calera de V.R., Zacatecas. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental San Luis, Carretera San Luis-Matehuala km 14.5, Ejido Palma de la Cruz, San Luis Potosí. *Autor de correspondencia: herrera.mayra@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las altas temperaturas afectan los rangos fotosintéticos e incrementan la síntesis de algunos productos del metabolismo, siendo la prolina uno de los más estudiados por este tipo de estrés abiótico. Se ha propuesto evaluar la concentración de prolina como indicador de estrés en diferentes tejidos de plantas de chile Ancho. En 2015 se estableció una parcela experimental en

Rio Verde, SLP en donde se identificó plantas que presentaron abscisión de la flor, de estas, se recolectó la flor, tejido foliar de la yema axilar y del ápice de la planta. Adicionalmente, se tomó los mismos tejidos de plantas que presentaron “amarre” de la flor (control). Los resultados obtenidos demostraron que la concentración de este aminoácido fue mayor en los tejidos de las plantas que mostraron abscisión de la flor. El máximo incremento se observó en la flor (26%), seguido del tejido de la yema axilar con 10% y 2% para tejido foliar del ápice de la planta. Esto demuestra que las plantas de Chile del tipo Ancho sometidas a altas temperaturas son eficientes en cuanto a la síntesis de prolina, sin embargo, existe una diferenciación de su expresión según el tejido analizado.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, altas temperaturas, prolina.

ABSTRACT

High temperatures affect photosynthetic range and increase the synthesis of some metabolic products, proline being one of the most studied for this type of abiotic stress. It has been proposed to determine the concentration of proline as an indicator of stress in different tissues of Ancho pepper plants. In 2015 an experimental plot was established in Rio Verde, SLP, where plants with flower abscission were identified in order to collect sample from different tissues, such as flowers, leaf tissue of the axillary bud and the apex of the plant. Additionally, same tissues of plants that were not identified with flower abscission were collected (control). Our results showed that the concentration of this amino acid was higher in all tissues corresponding to the flower abscission plants. The highest concentration was observed in flowers (26%), followed by the axillary bud tissue with 10%, an increase of 2% was obtained from the apex plant leaf tissue. These results demonstrate that Ancho pepper plants subjected to high temperatures synthesized more proline than the control plants, however, a differentiation regarding to the plant tissue was observed.

Key words: *Capsicum annuum*, high temperatures, proline.

INTRODUCCIÓN

Se ha predicho que el calentamiento global tiene un efecto negativo en el crecimiento de cultivos de interés agrícola debido al daño causado por las altas temperaturas, lo que provoca pérdidas en el rendimiento debido a que los órganos reproductores son sensibles a dicho efecto y esto se manifiesta por la abscisión de los mismos. En este sentido, se sabe que las altas temperaturas afectan los rangos fotosintéticos e incrementan la síntesis de algunos productos del metabolismo (Bita et al., 2013; Aloni et al., 1996).

Este tipo de estrés abiótico causa cambios morfológicos, fisiológicos, bioquímicos y moleculares, lo que se traduce en daños a nivel celular en cualquier planta; según Aloni et al. (1991), uno de los cambios bioquímicos más importantes en las plantas, debido al estrés por altas temperaturas (al menos 5 °C por encima de su condición óptima de crecimiento), es la modificación que sufren a nivel metabólico primario y secundario, lo que estimula o inhibe la síntesis de ciertos metabolitos con el propósito de sobrevivir (Guy, 1999).

Uno de los metabolitos más estudiados en cuanto al estrés biótico es la prolina, un aminoácido precedido del glutamato (Carrillo et al., 2008). Por otro lado, se ha reportado que el cultivo del chile es ampliamente afectado por las altas temperaturas registradas en la zona productora del estado de San Luis Potosí lo que ha llamado la atención de productores e investigadores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció parcelas experimentales con de las variedades de chile Pasilla, Mirasol y Ancho en Río Verde, SLP en el ciclo O-I del 2015. Los muestreos se realizaron haciendo cortes del tejido foliar de hojas del ápice, hojas de la yema axilar (más cercano a la flor colectada) y en pedúnculos florales de plantas de chile que presentaron flores abortadas y en plantas con la flor ‘amarrada’; una vez realizado el corte, el tejido se congeló en nitrógeno líquido con el fin de detener su metabolismo. En laboratorio, los tejidos fueron almacenados a -80°C , posteriormente se liofilizaron y molieron con el uso de un molino doméstico y se almacenaron en un lugar fresco y seco hasta su uso.

Para la extracción de prolina se empleó el método descrito por Cross et al. (2006). Los diferentes tejidos de las plantas se sometieron a una extracción por calor (70°C) con etanol al 80 % durante 30 min, posteriormente se centrifugó la muestra a 5000 RPM durante 10 min y se recuperó el sobrenadante, este procedimiento se repitió 2 veces. Finalmente, se realizó una tercera extracción bajo la misma condición de temperatura con etanol al 50%. La cuantificación de este aminoácido se realizó siguiendo la metodología propuesta por Bates et al. (1973), se tomó 500 μL del extracto etanólico el cual se mezcló con 1000 μL del reactivo de mezclado (ninhidrina 1% (p/v) en ácido acético 60% (v/v), etanol 20% (v/v)). Posteriormente se mezcló e incubó a 95°C durante 20 min, se centrifugaron las muestras a 10000 RPM durante 1 min y se tomó lectura de la absorbancia a una longitud de onda de 520 nm. El contenido de prolina por cada muestra se calculó en relación a una curva estándar de prolina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por último, la prolina es un aminoácido que se ha asociado al efecto del estrés causado por altas temperaturas (Carrillo et al., 2008), en las Figuras 1,2 y 3 se ilustran las concentraciones de este aminoácido en los diferentes tejidos tomados de plantas con la flor amarrada y plantas con flor abortada de chile del tipo Ancho. En general, la concentración de prolina fue mayor en todos los tejidos que presentaron abarce de la flor, sin embargo, la incidencia de este aminoácido en el tejido de flor-pedúnculo, fue superior al comparar la concentración de prolina con los valores obtenidos de los otros tejidos recolectados. Un incremento del 26%, se registró como el más alto, el cual se obtuvo a partir de las flores obtenidas de plantas que presentaron abscisión de la flor (Figura 1).

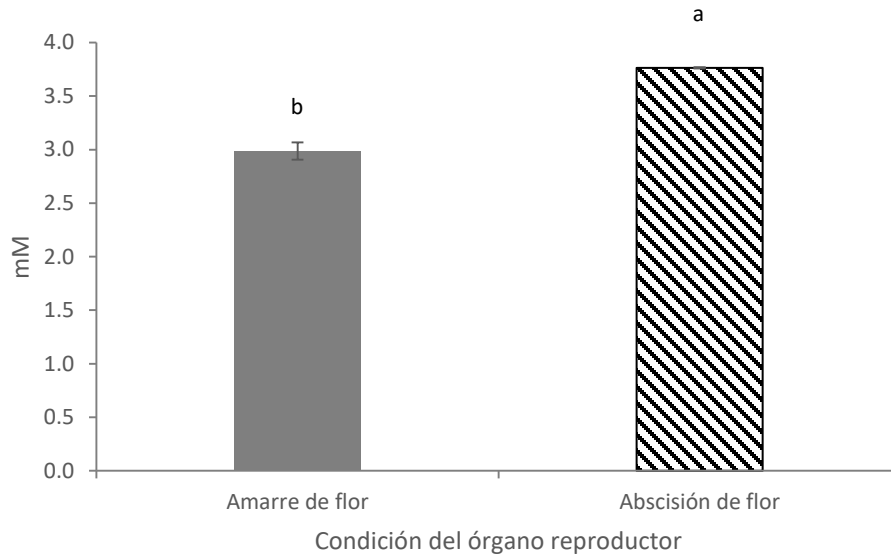


Figura 1. Concentración de prolina en el tejido de la flor-pedúnculo de plantas de Chile Ancho. Los datos se expresan como la media \pm la DE. ($p \leq 0.05$). Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey.

Por otro lado, el tejido foliar de la yema axilar de plantas que manifestaron efectos de estrés por temperatura, en cuanto al aborto del órgano reproductor, sintetizaron mayor concentración de prolina que las plantas control, este aumento fue del 10% (Figura 2), lo que indica que la síntesis de este aminoácido es mayor en la parte de la planta que presenta el mayor daño, es decir, el pedúnculo floral presente en las plantas estresadas, es más eficiente en la síntesis de metabolitos marcadores de estrés abiótico.

En la Figura 3 se observa que a pesar de que existió una mayor concentración de prolina en el tejido foliar del ápice de la planta estresada, no existe diferencia significativa ($p < 0.5$) entre estas plantas y las plantas control, con un incremento solo del 2%. Estos resultados son interesantes ya que se confirma la hipótesis de que mientras más cercano está el tejido al daño físico en las plantas (yema axilar cercana a la flor abortada) la síntesis de este metabolito primario es mayor, lo que permite asegurar que la incidencia en la activación de la ruta biosintética encargada de la producción de este aminoácido, depende ampliamente del tejido de la planta y a la cercanía de éste con el daño presente. Sin embargo, es necesario realizar más estudios que respalden esta teoría, ya que se sabe que el estrés por temperatura está ampliamente relacionado con problemas de falta de agua en el suelo y el estrés osmótico (Rivero et al., 2001), los cuales pudieran afectar tejidos “lejanos” al pedúnculo floral, como el tejido radicular.

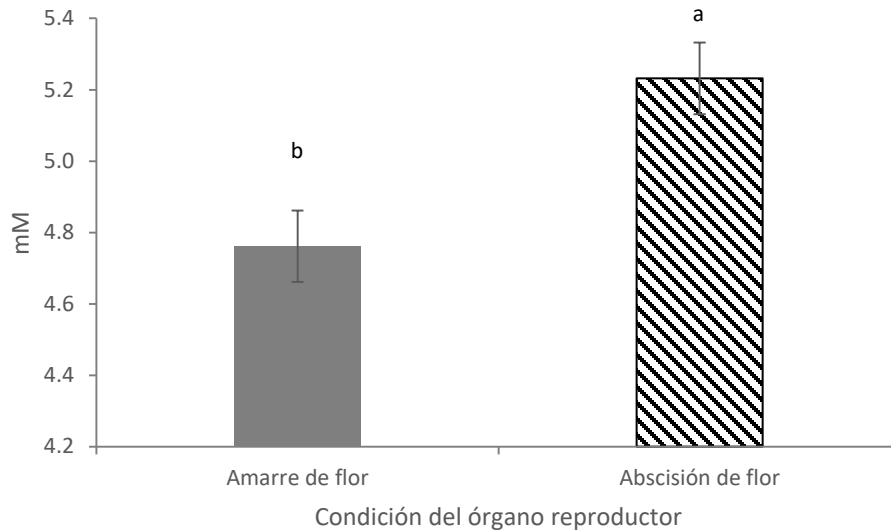


Figura 2. Concentración de prolina en el tejido foliar de la yema axilar de plantas de chile Ancho. Los datos se expresan como la media \pm la DE. ($p \leq 0.05$). Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey.

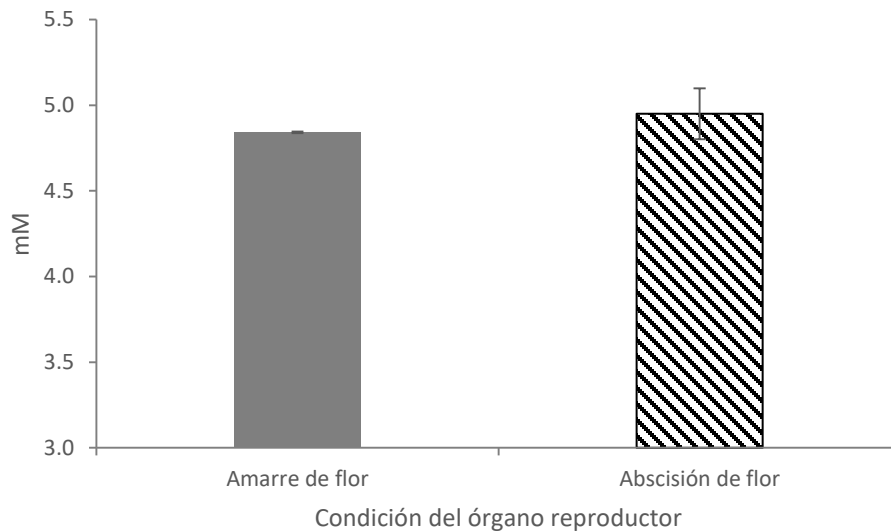


Figura 3. Concentración de prolina en el tejido foliar del ápice de plantas de chile Ancho. Los datos se expresan como la media \pm la DE. ($p \leq 0.05$). Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey.

CONCLUSIONES

El efecto que tiene la incidencia de factores abióticos, en este caso, el efecto de altas temperaturas sobre plantas de chile a nivel metabólico y bioquímico, es ampliamente dependiente de la variedad, es decir, a pesar de que la tendencia en la síntesis de algunos metabolitos secundarios es similar, se observó algunas diferencias específicamente en la producción de prolina.

Esto demuestra que las plantas de Chile del tipo Ancho sometidas a altas temperaturas son eficientes en cuanto a la síntesis de prolina, sin embargo, existe una diferenciación de su expresión según el tejido analizado.

LITERATURA CITADA

Aloni, B., Karin, L., Zaidman, Z., Schaffer, A.A. 1996. changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in relation to their abscission under different shading regimes. *Annals of Botany*. 78: 163-168.

Aloni, B, Pashkar, T., Karni, L. 1991. Partitioning of [¹⁴C] sucrose and acid invertase activity in reproductive organs of pepper plants in relation to their abscission under heat stress. *Annals of Botany*. 67: 371-377.

Bates LS, Waldren RP, Teare ID. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil* 39: 205-207.

Bitá, C., Gerats, T. 2013. Planta tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Frontiers in Plant Science*. 4: 1-18.

Carrillo, P., Mastrolonardo, G., Nacca, F., Parisi, D., Verlotta, A., Fuggi, A. 2008. Nitrogen metabolism in durum wheat under salinity: accumulation of proline and glycine betaine. *Functional Plant Biology*. 35: 412-426.

Cross JM, von Korff M, Altmann T, Bartzetko L, Sulpice R, Gibon Y, Palacios N, Stitt M. 2006. Variation of Enzyme Activities and Metabolite Levels in 24 *Arabidopsis* Accessions Growing in Carbon-Limited Conditions. *Plant Physiology* 142: 1574-1588.

Guy, C. 1999. Molecular responses of plants to cold shock and cold acclimation. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*. 1: 231-242.

Rivero, R.M., Ruiz, J.M., Garcia, P., López-Lefebvre, L.R., Sánchez, E., Romero, L. 2001. Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. *Plant Science*. 160: 315-321.

Contribución al conocimiento de plantas con uso medicinal en la Comarca Lagunera, México.

Morales Correa- Clara ¹, Sánchez Jaime ¹, Valenzuela Luis Manuel ¹, Estrada Eduardo ² Aguilar Abigail ³, Muro Gisela ¹

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Botánica y Herbario JAAA – Universidad Juárez del Estado de Durango, Av. Universidad sin número, Fracc. Filadelfia, CP. 35010, Gómez Palacio, Durango, México. ²Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Apartado postal 41, 67700, Linares, N.L., México.

³Herbario Medicinal del IMSS, Av. Cuauhtémoc No. 330 Sótano de la Unidad de Congreso del Centro Médico Nacional Siglo XXI, Colonia Doctores, Delegación Benito Juárez, C.P. 66725, México, D.F.

*Autor de correspondencia: correa.mclara@gmail.com

RESUMEN

Al buscar datos de la flora medicinal mexicana se presenta un problema fundamental: existen en México dos niveles de difusión de la información. En primero tiene lugar en el ámbito académico-científico y desafortunadamente, circula solo en revistas y libros especializados cuyo tiraje es reducido y el lenguaje en que se dan a conocer las ventajas y desventajas de las plantas está dirigido a un público limitado (linares, 1988). El segundo nivel esta, por el contrario, dirigido al público en general y en ediciones de carácter popular pero la calidad y sobre todo, veracidad de la información de estas publicaciones es lamentable. Tales materiales repiten en letra impresa lo que hace cien años se escribió y dijo acerca de las propiedades atribuidas a las plantas medicinales mexicanas sin confrontar estos datos con la información científica que se ha producido de entonces a la fecha. Debido a esto, es importante recabar información confiable, que sirva para conocer más, del uso herbolario de las plantas mexicanas locales en la región de la comarca lagunera. Determinar los procedimientos para preparación de los remedios etnobotánicos de acuerdo a los usos de cada especie utilizada, Constituir una colección herborizada de especies con uso etnobotánico de la región de la comarca lagunera. Se realizaran entrevistas no estructurada de tipo abierta en los distintos mercados de la comarca lagunera con la finalidad de conocer el tipo de vegetación que circula en dichos lugares, así como el uso, preparación, dosis, proveedor y localidad de cosecha. Para posteriormente su identificación e integración a la colección herbolaria de la Facultad.

Palabras clave Herbolaria, etnobotánica, plantas medicinales,

Producción de bioetanol a partir de bagazo de *Agave tequilana* a nivel planta piloto.

Ríos González Leopoldo Javier^{1*}, Castillo Quiroz David², Morales Martínez Thelma Karina¹, Hernández Enríquez Gabriela Guadalupe¹, Rodríguez de la Garza José Antonio¹, Urtusuastegui Carrillo Máximo David³

¹Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Saltillo.

³Comercializadora de Productos de Transformación Ecológica S.A. de C.V.

* leopoldo.rios@uadec.edu.mx

RESUMEN

El bagazo de *Agave* es un residuo lignocelulósico generado durante la elaboración de diversas bebidas alcohólicas como el tequila, mezcal, bacanora, sotol y pulque, obtenidas a partir de plantas de la familia *Asparagaceae*. Actualmente la industria del tequila procesa alrededor de 1.5 millones de toneladas por año de plantas de *Agave tequilana*, generando alrededor de 360 mil toneladas de bagazo, convirtiendo a este subproducto como una materia prima potencial para la producción de etanol de segunda generación (2G). El escalamiento de un proceso significa un cambio en la escala de volumen de proceso. Este cambio generalmente viene acompañado de dificultades debido a que muchos de los parámetros se encuentran directamente relacionados con el tamaño y geometría del reactor. Dependiendo de las necesidades, el escalamiento puede hacerse desde un resultado de laboratorio o desde determinadas condiciones ambientales obtenidas a nivel de producción industrial. Si se selecciona el segundo criterio, es necesario determinar el tamaño mínimo a utilizarse a nivel de laboratorio o planta piloto, que posteriormente pueda trasladarse a escala industrial. La solución de estos problemas depende de la manera que se escoja para atacarlos, y esa manera dependerá a su vez del tipo de problema particular que se trate. Las principales etapas del proceso de producción de etanol 2G son: 1) pretratamiento; 2) sacarificación; 3) fermentación y 4) separación, por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el escalamiento piloto del proceso de producción de bioetanol a partir del bagazo de *Agave tequilana*.

Palabras claves: bioetanol, escalamiento piloto, bagazo, *Agave tequilana*.

ABSTRACT

Agave bagasse is a lignocellulosic residue that is generated during alcoholic beverage production, such as tequila, mezcal, bacanora, sotol and pulque, all obtained from plants of the *Asparagaceae* family. Present production of tequila industry per year demands about 1.5 million tons of *Agave tequilana*, generating 360,000 tons of agave bagasse. This amount of residue has the potential to be use as feedstock for 2nd generation bioethanol production (2G). Scaling up the process brings up a series of technical difficulties, since many parameters are directly related to the size and geometry of the reactor. Depending on the needs, scaling up can be done from a lab result or from certain parameter conditions used during production at industrial scale. When selecting the criteria of industrial scale parameters, it necessary to determine the minimum reactor size that can be extrapolate to lab or pilot scale and then extrapolate again to industrial scale. These

technicalities would depend on the approach on the scaling process. 2G ethanol production consist of 4 main stages: 1) pretreatment; 2) saccharification; 3) fermentation; 4) separation. The aim of the present study was to assess pilot scale production of 2G ethanol from agave bagasse.

Key words: bioethanol, pilot scale, bagasse, *Agave tequilana*.

INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento de la población mundial, así como a los niveles de industrialización en algunos países, la demanda energética global se ha incrementado gradualmente. Actualmente se consumen 91.6 millones de barriles de petróleo al día en todo el mundo, y las estimaciones indican que esta cifra aumentará hasta llegar a los 112 millones de barriles diarios en 2020 (IEA, OMR Septiembre 2013). El suministro futuro de petróleo depende de la búsqueda de nuevos yacimientos, que serán de pequeño tamaño, y de la mejora de las tecnologías de extracción de los ya existentes. En este escenario, la escasez de petróleo está asegurada en el futuro, y dado que nuestra movilidad depende de dicha fuente energética es necesario plantearse un cambio en el modelo energético.

El bioetanol es el biocombustible más utilizado mundialmente en el sector transporte (Balat, 2011). La mayor parte del bioetanol comercializado procede de caña de azúcar o remolacha o granos de cereales. El etanol obtenido de estos cultivos se denomina etanol de primera generación (1G). Dado que dichas materias primas constituyen parte del sustento humano y animal, y su disponibilidad es limitada, tanto por el exceso de demanda de bioetanol por parte de los países industrializados como por la controversia generada por la competencia con la alimentación, actualmente se desarrollan tecnologías de producción a base de diferentes tipos de materiales lignocelulósicos (Alvira *et al.*, 2010; Sun y Cheng, 2002). El fomento y utilización de biomasa con fines energéticos, tanto para la producción de calor y electricidad como materia prima para la producción de biocombustibles, cuenta con políticas ambientales en diferentes países que están especialmente dirigidas a cumplir los objetivos establecidos en el protocolo de Kyoto y mitigar la dependencia del suministro de combustibles fósiles. El bioetanol así obtenido se denomina etanol de segunda generación (2G), y se estima que la producción mundial a partir de biomasa lignocelulósica podría alcanzar niveles 16 veces superiores a la actual (Sarkar *et al.*, 2012). Estudios del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) (ISO 14040), sugieren una reducción de hasta un 60% en emisiones de gases de efecto invernadero para los biocombustibles producidos a partir de biomasa lignocelulósica con respecto a los combustibles fósiles (Singh *et al.*, 2010).

El bagazo de agave es un residuo lignocelulósico acumulado durante la fabricación de bebidas alcohólicas a partir de plantas de la familia Asparagaceae tales como: tequila, mezcal, bacanora, sotol y pulque (Valdez-Vázquez *et al.*, 2010). Actualmente la industria del tequila procesa alrededor de 1.5 millones de toneladas de plantas de agave por año (Núñez *et al.*, 2011), generando alrededor de 360 mil toneladas (base seca) de bagazo, mientras que la industria del pulque produce cerca de 1.7 millones de toneladas (base seca).

La etapa de fermentación consiste en transformar los azúcares liberados en la etapa de hidrólisis enzimática en etanol y dióxido de carbono por medio de microorganismos adecuados, levaduras principalmente. Estos microorganismos pueden ser cepas naturales que metabolizan azúcares de seis carbonos, cepas naturales que consuman tanto azúcares de seis como de cinco carbonos,

microorganismos modificados genéticamente con la finalidad de aprovechar todo el sustrato presente en el medio o un cultivo mixto para realizar una co-fermentación.

Con el objetivo de aumentar la eficiencia del proceso de producción de bioetanol y hacerlo económicamente viable, las cualidades que debe cumplir el microorganismo ideal son las siguientes: i) ser capaz de utilizar una amplia variedad de sustratos, ii) tener elevados rendimientos de etanol y productividad, iii) ser capaz de soportar elevadas concentraciones de etanol y altas temperaturas, iv) ser tolerante a los inhibidores presentes en los hidrolizados, y v) tener actividad celulolítica (Sarkar *et al.*, 2012).

Algunos de los microorganismos que pueden llevar a cabo la fermentación alcohólica son *Saccharomyces cerevisiae*, *Zymomonas mobilis*, *Pachysolen tannophilus*, *Candida shehatae*, *Pichia stipitis*, *Candida brassicae*, *Mucor indicus*, etc. (Sarkar *et al.*, 2012). La fermentación de glucosa puede llevarse a cabo de forma eficiente por medio de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* o la bacteria *Zymomonas mobilis*. *S. cerevisiae* ha sido comúnmente utilizada a nivel industrial en los procesos de fermentación alcohólica ya que posee buenos rendimientos de obtención de etanol a partir de todo tipo de hexosas.

Por otra parte, su escalamiento significa un cambio en la escala de volumen de proceso. Este cambio generalmente viene acompañado de dificultades debido a que muchos de los parámetros de proceso se encuentran directamente relacionados con el tamaño y geometría del reactor. El propósito es cambiar la escala de una reacción biológica aumentando o disminuyendo el volumen de trabajo, evitando que se reduzca su productividad (Parra, 2004).

Dependiendo de las necesidades, el escalamiento puede hacerse desde un resultado de laboratorio o desde determinadas condiciones ambientales obtenidas a nivel de producción industrial. Si se selecciona el segundo criterio, es necesario determinar el tamaño mínimo a utilizarse a nivel de laboratorio o planta piloto, que posteriormente pueda trasladarse a escala industrial. La solución de estos problemas depende de la manera que se escoja para atacarlos, y de esa manera dependerá a su vez del tipo de problema particular que se trate (Quintero, 1981).

Por lo general el escalamiento consta de tres etapas. A nivel de laboratorio se opera en frascos agitados (~ 500 mL) o pequeños fermentadores, donde se buscan nuevos productos, se estudian mecanismos de control, se mejoran las cepas de producción y se ajustan las condiciones óptimas para el crecimiento del microorganismo (temperatura, pH y composición del medio de cultivo). En la planta piloto (5-500 L), se selecciona un parámetro de escalamiento y se estudian efectos de aireación, agitación, temperatura y control de pH. En los fermentadores de producción (5.000-400.000 L) se validan los resultados obtenidos en la planta piloto y se debe operar siguiendo un calendario fijo (Jiménez y Rojas, 2003).

Los diferentes escenarios que pueden presentarse son: un proceso nuevo y una planta nueva, un proceso nuevo en un equipo existente, o la modificación del equipo existente para lograr una optimización del proceso (Parra, 2004; Quintero, 1981). En el caso en el que se tienen los equipos y se pretende trasladar las condiciones de operación de uno a otro (revoluciones por minuto, cantidad de aire por minuto, potencia por unidad de volumen), lo importante es establecer relaciones entre las variables que aseguren la similitud en el medio ambiente al cambiar de escala. Desde el punto de vista de diseño se debe tratar de delinear las variables

físicas (geometría, número de impulsores, etc.) del fermentador y procurar que se mantengan las mismas condiciones de mezclado, agitación y aireación, aunque esta no es una tarea fácil debido a las limitaciones dimensionales y económicas que restringen los procedimientos de escalamiento (Quintero, 1981).

El objetivo principal del presente estudio fue evaluar el escalamiento piloto de las etapas de pretratamiento, sacarificación enzimática y fermentación del proceso de producción de etanol a partir de bagazo de *Agave tequilana* para su aplicación como carburante en motores de combustible flexible.

METODOLOGÍA

Materia prima

Bagazo de *Agave tequilana* compuesto de fibras gruesas largas (5-13 cm) fue proporcionado por la destilería Tequila El Charro S.A. de C.V., localizada en Arandas, Jalisco, México. La fábrica recibe las piñas jimadas de plantas de *Agave tequilana* con edades entre 5-8 años. Las piñas son cortadas en trozos y cocinados a 90 °C en un horno de vapor. Las piñas cocidas son trituradas para separar el jarabe del bagazo húmedo, que se apila cerca de la fábrica.

Acondicionamiento de materia prima y caracterización química

El acondicionamiento de la materia prima consistió en la deshidratación y molienda, hasta una humedad relativa promedio del 8% y un tamaño de partícula de 2 mm. El material fue caracterizado de acuerdo con los protocolos establecidos por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de E.U.A. (National Renewable Energy Laboratory – NREL).

Pretratamiento del bagazo de *Agave tequilana* por autohidrólisis

El pretratamiento del bagazo de *A. tequilana* se llevó a cabo en un reactor de acero inoxidable de alta presión Marca Vichi de 19 L de capacidad, el cual forma parte de la planta piloto del Laboratorio de Biotecnología Ambiental de la Universidad Autónoma de Coahuila. Se realizaron un total de once lotes, diez de estos fueron llevados a cabo al 85% de capacidad del reactor, agregando 2.2 kg de bagazo (base seca) y 13.14 L de agua destilada; el último lote se llevó a cabo al 40% de capacidad, utilizando 858.7 g de bagazo (base seca) y 5.15 L de agua destilada. 22.86 kg totales fueron pretratados a condiciones óptimas: 190°C durante 30 minutos y una velocidad de agitación de 200 rpm.

Al finalizar cada reacción del pretratamiento, la biomasa con licor fue retirada del reactor. La mezcla se dejó en reposo para sedimentar la biomasa en un recipiente de plástico de 20 L de capacidad y posteriormente se retiró el licor por decantación. La biomasa obtenida, fue agregada a un filtro de tela de 100 L de capacidad, en donde fue lavada con 30 volúmenes de agua para retirar compuestos inhibitorios adheridos al material. La biomasa lavada se almacenó en congelación a -4 °C en bolsa de plástico, hasta que fue trasladada a la planta piloto de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), en la Cd. De Morelia, Michoacán, en charolas de plástico, para desarrollar los procesos de sacarificación enzimática, fermentación y separación de etanol.

Una pequeña muestra de biomasa de cada reacción del pretratamiento fue secada a 40°C durante 24 horas para la cuantificación del contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina, de acuerdo a los

métodos descritos anteriormente.

Sacarificación enzimática del bagazo de *Agave tequilana* pretratado

La sacarificación enzimática del bagazo de *Agave tequilana* pretratado se llevó a cabo en un reactor de acero inoxidable de 40 L de capacidad el cual forma parte de la planta piloto de la UMSNH. El proceso se realizó utilizando el complejo enzimático Cellic CTec3® (Novozymes A/S Dinamarca) durante 3 días. Las condiciones a las que se llevó a cabo la sacarificación se muestran en el Cuadro 1. Previo al proceso de hidrólisis, el material fue deshidratado a temperatura ambiente, hasta llegar a una humedad relativa del 70%.

Cuadro 1. Condiciones de óptimas de sacarificación enzimática del bagazo de *Agave tequilana* pretratado por autohidrólisis.

Parámetros	Valor
Carga de sólidos (%)	25
Relación enzima/sustrato (UPF - Unidades de Papel Filtro/g de glucanos)	30
Temperatura (°C)	50
pH buffer de citratos 0.05 M	4.8
Velocidad de agitación (rpm)	200

Debido a estudios previos positivos, sobre eficiencia de conversión a etanol terminado el proceso de hidrólisis (72 h), inoculando con *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 4126 en el mismo sistema (sin separar hidrolizado de residuo sólido), proceso que se conoce como Prehidrólisis, Sacarificación y Fermentación Simultánea (PSFS), el proceso de fermentación se llevó a cabo bajo esta configuración.

La cuantificación de glucosa de las muestras de obtenidas durante la sacarificación enzimática fue llevada a cabo en un HPLC Agilent Mod. 1200 Infinity equipado con detector de índice de refracción y una columna Aminex Hi-Plex-H, utilizando ácido sulfúrico (H₂SO₄) 5 Mm como fase móvil a un flujo de 0.5 ml/min, a una temperatura del detector y del horno de la columna de 40°C y 35°C respectivamente. Previamente al análisis, las muestras fueron centrifugados a 1,000 rpm por 15 minutos y los sobrenadantes fueron separados y filtrados a través de filtros de PVDF (Polifluoruro de vinilideno) con tamaño de poro de 0.22 µ y pasados a viales ámbar de 1.5 mL. El rendimiento de hidrólisis enzimática fue calculado de acuerdo a la ecuación 1:

$$\text{Rendimiento de hidrólisis (\%)} = \frac{[\text{Glucosa liberada (g)}][\text{Factor de hidratación}][100]}{[\text{Contenido de glucanos iniciales en el material (g)}]} \quad (\text{Ec. 1})$$

Fermentación de hidrolizados enzimáticos del bagazo de *Agave tequilana*.

La fermentación del hidrolizado obtenido fue realizado en el mismo reactor de 40 L utilizado en la etapa anterior. El ensayo fue realizado con la cepa de *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 4126; a una temperatura de 30°C; con control de pH a 5.5; a una velocidad de agitación de 100 rpm; con una concentración de inóculo del 10% (v/v); y un tiempo de incubación de 24 horas.

La separación del caldo de fermentación de la levadura, fue llevada a cabo por filtración. Este proceso fue realizado utilizando una malla con tamaño de poro que permitió la retención de la levadura y una buena separación del caldo de fermentación.

Terminado el proceso de fermentación, la concentración de glucosa y etanol fueron cuantificadas por HPLC. Se determinó la productividad del proceso (PP), que expresa la cantidad de etanol producido por litro y por hora; el rendimiento del proceso es ($Y_{P/S}$), que es la cantidad de etanol producido por azúcar consumida; y la eficiencia de conversión de acuerdo al valor teórico. Estos parámetros se calcularon de acuerdo a las ecuaciones 2, 3 y 4:

$$= \frac{\text{Productividad (PP)} \\ \text{Concentración final de etanol producido (g/L)}}{h} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$= \frac{\text{Rendimiento (Y}_{P/S}\text{)} \\ \text{Concentración final de etanol producido (g)}}{\text{Concentración de glucosa consumida (g)}} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$\text{Eficiencia de conversión (\%)} = \frac{\text{Rendimiento}}{\text{Rendimiento máximo teórico}} * 100 \quad (\text{Ec. 4})$$

*Rendimiento máximo teórico de etanol: 0.51 g etanol/g glucosa

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización química de materia prima

Los resultados obtenidos del análisis de composición química del bagazo de *Agave tequilana* mostraron un contenido de carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) del 42.58% y 15.67% respectivamente, con un contenido de lignina del 19.84%. Los extractivos resultaron el cuarto mayor componente con un 14.94%, seguido de las cenizas (4.61%) y finalmente las proteínas (1.36%). La suma de los componentes analizados de acuerdo a los procedimientos analíticos de laboratorio fue de un total del 99% de masa en base seca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición de la muestra cruda del bagazo de *Agave tequilana*, en base seca.

Componente	% Base seca (p/p)
Celulosa	42.58
Hemicelulosa	15.67
Lignina	19.84
Extractos	14.94
Proteína	1.36
Cenizas	4.61
Otros	1.00
Total	100

Pretratamiento del bagazo de *Agave tequilana* por autohidrólisis

El análisis realizado a la muestra pretratada mostró un contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina Klason (insoluble) del 62.17%, 1.33% y 35.03% respectivamente, teniéndose un 98.53% de material lignocelulósico (Cuadro 3). Se registró una disminución considerable de la

hemicelulosa después del pretratamiento, lo que junto con la remoción de los extractivos provocó un incremento (concentración) de celulosa y lignina en la fracción sólida obtenida. Estos resultados son similares a los obtenidos en las pruebas a nivel laboratorio, pues a esta escala se obtuvo una composición del 61.8% para la celulosa, 0.33% para la hemicelulosa y 36.9% para la lignina Klason.

Cuadro 3. Composición de la muestra pretratada del bagazo de *Agave tequilana*, en base seca.

Componente	% Base seca (p/p)
Celulosa	62.17
Hemicelulosa	1.33
Lignina Klason	35.03

Sacarificación enzimática del bagazo de *Agave tequilana* pretratado

El Cuadro 4 muestra los resultados obtenidos en la etapa de sacarificación enzimática de la biomasa pretratada. En esta se puede observar que la máxima concentración de glucosa alcanzada fue de 101.7 g/L correspondiendo un rendimiento de hidrólisis del 62.08%. Se puede apreciar una notable disminución en la concentración de glucosa respecto a la alcanzada en la escala laboratorio, pues en este nivel se produjeron 130 g/L de glucosa con un rendimiento de hidrólisis del 74.3%. Esta disminución se atribuye a problemas relacionados a la eficiencia del mezclado en el reactor empleado.

Cuadro 4. Resultados de la sacarificación enzimática.

Glucosa (g/L)	Rendimiento (%)
101.7	62.08

Fermentación de hidrolizados enzimáticos de bagazo de *Agave tequilana*

En la etapa de fermentación se registró una concentración de etanol de 46.17 g/L con una eficiencia de conversión del 89.01% (Cuadro 5). Nuevamente se puede apreciar una disminución de la concentración, y por tanto de la eficiencia de conversión del etanol respecto a los resultados obtenidos en el nivel laboratorio. Para el caso de las pruebas realizadas en laboratorio, se logró una concentración de etanol de 65.26 g/L y una eficiencia de conversión del 98.4%, siendo notablemente más altos que los resultados producidos a nivel planta piloto.

Cuadro 5. Resultados de la fermentación de hidrolizados enzimáticos de bagazo de *Agave tequilana*.

Concentración Etanol (g/L)	$Y_{(P/S)}$	Eficiencia de la conversión (%)
46.17	0.454	89.01

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos tras realizar las pruebas en planta piloto son aceptables, por lo que se puede decir que el escalado se llevó a cabo satisfactoriamente. Se presentan variaciones con respecto a los resultados obtenidos en el nivel laboratorio, principalmente en las etapas de sacarificación enzimática y fermentación. Estas disminuciones considerables en las concentraciones de la glucosa y etanol se atribuyen a los efectos de escalado, que llegan a alterar

significativamente la eficiencia del proceso en planta piloto con respecto al nivel laboratorio. Se recomienda realizar modificaciones en estas etapas para alcanzar la eficiencia lograda en la etapa anterior del proyecto, y así hacer factible este proceso.

LITERATURA CITADA

Alvira, P., Tomás-Pejó, E., Ballesteros, M., and Negro, M.J. (2010). Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review. *Bioresource Technol.* 101(13), 4851-4861.

Balat, M.(2011). Production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical pathway: a review. *Energy Conversion and Management* 52, 858–875.

IEA releases Oil Market Report. How to ensure energy supplies underground can be tapped in the future. (2013). Amid boom in unconventional oil and gas, Resources to Reserves 2013 sees adequate supply but also challenges to viable and sustainable recovery.

Jiménez, I. y Rojas, C. (2003). Escalamiento para la producción de un biopesticida a partir de *Bacillus thuringiensis* subesp. *kurstaki* en fermentadores de 14 y 250L con base en la transferencia de oxígeno. Tesis (Ingeniera Química). Bogotá: Universidad de los Andes. Departamento de Ingeniería Química. 130 p.

Núñez, H. M., Rodríguez, L. F. y Khanna, M. (2011). Agave for tequila and biofuels: an economic assessment and potential opportunities. *GCB Bioenergy*. 3(1), 43–57.

Parra, M.E. (2004). Diseño y escalamiento de un reactor biológico para la producción de microorganismos probióticos en un medio de cultivo no lácteo. Tesis de grado (Ingeniera Química). Bogotá: Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería Química.

Quintero, R. (1981). Ingeniería Bioquímica, Teoría y Aplicaciones. México D.F: Universidad Nacional Autónoma de México. 332 p.

Sarkar, N., Ghosh, S.K., Bannerjee, S. y Aikat, K. (2012). Bioethanol production from agricultural wastes: an overview. *Renewable Energy*. 37, 19–27.

Singh, A., Pant, D., Korres, N.E., Nizami, A., Prasad, S. y Murphy, J.D. (2010). Key issues in life cycle assessment of ethanol production from lignocellulosic biomass: challenges and perspectives. *Bioresource Technology*. 101, 5003-5012.

Sun, Y. y Cheng, J.Y. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review. *Bioresource Technology* 83 (1), 1-11.

Valdez-Vázquez, I., Acevedo-Benítez, J.A. y Hernández-Santiago, C. (2010). Distribution and potential of bioenergy resources from agricultural activities in Mexico. *Renewable Sustainable Energy Reviews*. 14(7), 2147–53

Sacarificación y fermentación de biomasa de *Agave lechuguilla* Torr. para la obtención de etanol.

Ríos González, Leopoldo Javier^{1*}, Castillo Quiroz, David², De La Cruz Rivas, Jesús Ramiro¹, Díaz Blanco, Deniss Ithzel¹, Morales Martínez, Thelma Karina¹, Rodríguez de la Garza, José Antonio¹ y Garza García, Yolanda¹

¹ Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas Blvd. Venustiano Carranza esquina con Ing. José Cárdenas Valdés. C.P. 25280, Saltillo. Coah.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Saltillo.

* leopoldo.rios@uadec.edu.mx

RESUMEN

La producción de biocombustibles a partir de biomasa de plantas de zonas áridas se ha convertido en un tema de interés para el sector energético de nuestro país. El objetivo de este trabajo fue optimizar del proceso de sacarificación enzimática de biomasa de *Agave lechuguilla*. En este trabajo, biomasa de *A. lechuguilla* pretratada por autohidrólisis fue utilizada para realizar la optimización del proceso de sacarificación enzimática utilizando el complejo enzimático Cellic CTec3®. Los ensayos fueron realizados basados en un diseño factorial completo 2³, los factores estudiados fueron: 1) carga de sólidos (15, 20 y 25%) y 2) la relación enzima/sustrato (15, 20 y 25 UPF (Unidades de Papel Filtro/g de glucanos), a una temperatura de 50 °C y una velocidad de agitación de 200 rpm durante 24 h. La fermentación de hidrolizados obtenidos bajo condiciones seleccionadas fue realizada en un reactor Applikon® 1 L de capacidad, bajo las siguientes condiciones: control de pH del medio 5.5, temperatura de 30°C, velocidad de agitación 100 rpm y 10% (v/v) de inóculo (*Saccharomyces cerevisiae* ATCC 4126). Los resultados mostraron hidrolizados con una máxima concentración de glucosa de 98.4 g/L, correspondiendo a un máximo rendimiento de hidrólisis del 94.6%. La fermentación de los hidrolizados enzimáticos en el reactor de tanque agitado mostró un máximo rendimiento de etanol de acuerdo al valor teórico del 94%, con una concentración de etanol en el fermentado >6%, demostrando la factibilidad del uso de biomasa de *A. lechuguilla* como materia prima para la producción de etanol con altos rendimientos.

Palabras claves: *Agave lechuguilla*, sacarificación, fermentación, bioetanol.

ABSTRACT

Biofuels production from biomass of plants of the semidesert has recently attracted the attention of the energy sector in Mexico. The aim of this study was optimize the saccharification process of *Agave lechuguilla* biomass. Pretreated *Agave lechuguilla* biomass by autohydrolysis was used to optimize the enzymatic saccharification process using Cellic CTec3®. A complete factorial design was employed, factors assessed were: 1) Solid loading (15, 20 and 25%) and 2) enzyme/substrate ratio (15, 20 and 25 FPU; paper filter units). For all cases temperature was 50°C, stirring rate 200 rpm for 24 h. Fermentation process was carried out in a 1L Applikon Fermenter at the following conditions: pH 5.5, 30°C, 100 rpm and inoculum (*Saccharomyces cerevisiae* ATCC 4126) 10% (v/v). Maximum glucose concentration of 98.4 g/L was obtained, that corresponds to a maximum hydrolysis yield of 94.6%, obtaining an ethanol concentration

>6%. Results obtained show the feasibility of *Agave lechuguilla* as feedstock for ethanol production.

Key words: *Agave lechuguilla*, saccharification, fermentation, bioethanol.

INTRODUCCIÓN

El bioetanol es el biocombustible más utilizado a nivel mundial en el sector transporte. La mayor parte del bioetanol comercializado procede de caña de azúcar, remolacha o granos de cereales. El bioetanol obtenido de estos cultivos se denomina de primera generación (1G). Dado que dichas materias primas constituyen forman parte del suministro de alimentos, y su disponibilidad es limitada, actualmente se desarrollan tecnologías de producción a base de diferentes tipos de materiales lignocelulósicos (Caspeta *et al.*, 2014). El fomento y utilización de biomasa con fines energéticos, tanto para la producción de calor y electricidad como materia prima para la producción de biocombustibles, cuenta con políticas ambientales en diferentes países que están especialmente dirigidas a cumplir los objetivos establecidos en el protocolo de Kyoto y mitigar la dependencia del suministro de combustibles fósiles (Cara *et al.*, 2007). El bioetanol así obtenido se denomina de segunda generación (2G), y se estima que la producción mundial a partir de biomasa lignocelulósica podría alcanzar niveles 16 veces superiores a la actual (García-Aparicio *et al.*, 2001).

Las etapas para la producción de bioetanol 2G a partir de biomasa lignocelulósica conllevan en principio la obtención de un sustrato óptimo para generar rendimientos rentables, mediante una etapa de pretratamiento del material que puede ser realizada bajo diferentes métodos físicos y químicos, seguida del proceso de hidrólisis o sacarificación, por último la fermentación de los azúcares libres generados en la hidrólisis para su posterior destilación/deshidratación y obtención del bioetanol anhidro (Hernández-Salas *et al.*, 2009) (Kristensen *et al.*, 2009). La hidrólisis llevada a cabo por medio de enzimas es más ventajosa ya que requiere menos energía, produce una alta conversión del material lignocelulósico a glucosa libre, además de ser un proceso amigable con medio ambiente. En teoría, concentraciones altas de azúcares se traducirán en una mayor concentración de bioetanol, que podría reducir el uso de energía y los costos asociados con el proceso de destilación (Gupta *et al.*, 2015, Hodge *et al.*, 2008).

El objetivo de este trabajo de investigación fue optimizar del proceso de sacarificación enzimática de biomasa de *Agave lechuguilla* Torr. y evaluar la producción de bioetanol en reactores de tanque agitado.

METODOLOGÍA

Materia prima

Biomasa de *A. lechuguilla* pretratada por autohidrólisis a un factor de severidad (FS) de 4.127, con una composición de glucanos de 40.46% (base seca) fue utilizada como materia prima.

Enzima

El complejo enzimático celulolítico Cellic CTec3® proporcionado por Novozymes, Dinamarca, con una actividad de 217 UPF (Unidades de Papel Filtro)/mL fue utilizado para el estudio de optimización de proceso de sacarificación enzimática.

Optimización de sacarificación enzimática

La optimización del proceso de sacarificación enzimática de biomasa de *A. lechuguilla* pretratada fue llevada a cabo utilizando una metodología de superficie de respuesta. Los ensayos fueron realizados basados en un diseño factorial completo 2^3 , los factores estudiados fueron: 1) la carga de sólidos (15%, 20% y 25%) y 2) la relación enzima/sustrato (15, 20 y 25 UPF/ g de glucanos) en buffer de citratos a pH 4.8. Todos los ensayos fueron llevados a cabo por triplicado en matraces Erlenmeyer de 125 mL, a una temperatura de 50 °C y una velocidad de agitación de 200 rpm durante 24 horas.

Los hidrolizados obtenidos fueron separados y filtrados a través de filtros de PVDF de 0.22 micras y se cuantificó la concentración de glucosa por HPLC. El rendimiento de la hidrólisis enzimática (sacarificación) fue expresado por la relación entre la concentración de glucosa liberada en la sacarificación enzimática y la concentración de glucanos iniciales en el material pretratado (Ecuación 1)

$$\text{Rendimiento de hidrólisis (\%)} = \frac{[\text{Glucosa liberada (g)}][\text{Factor de hidratación}][100]}{[\text{Contenido de glucanos iniciales en el material (g)}]} \quad (1)$$

Fermentación de hidrolizados enzimáticos

La fermentación de hidrolizados obtenidos bajo condiciones seleccionadas fue realizada en un reactor Applikon® 1 L de capacidad, bajo las siguientes condiciones: control de pH del medio a 5.5, temperatura de 30°C, velocidad de agitación 100 rpm, 10% (v/v) de inóculo (*Saccharomyces cerevisiae* ATCC 4126), durante 20 h. Los ensayos fueron llevados a cabo por triplicado, utilizando 250 mL de hidrolizado enriquecido con los nutrientes optimizados del medio estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra las cinéticas de conversión de glucosa durante el estudio de optimización del proceso de sacarificación enzimática de biomasa de *A. lechuguilla* con Cellic CTeC3®, a diferentes cargas de sólidos y relación enzima/sustrato. Esta Figura ilustra una conversión de glucosa > al 90% en todos los casos durante las primeras 24 h, demostrando la efectividad de este complejo enzimático. Estudios previos mostraron rendimientos bajos de hidrólisis (58% y 60% utilizando el complejo Celluclast 1.5L de Novozymes®, Denmark y el complejo Acellerase 1500 de Genencor®, USA respectivamente) a tiempos más largos 162 h y 48 h respectivamente.

La Figura 2 muestra la concentración de glucosa (g/L) liberada a las 24 h de incubación. En esta figura se observa un marcado incremento en la concentración de glucosa con el aumento de la carga de sólidos y menor medida con el incremento de la relación enzima/sustrato (de 56.6 g/L a 66.4 g/L en los ensayos a una carga de sólidos de 15%; de 78.9 g/L a 88 g/L a 20% y de 91 g/L a 98.4 g/L a 25%).

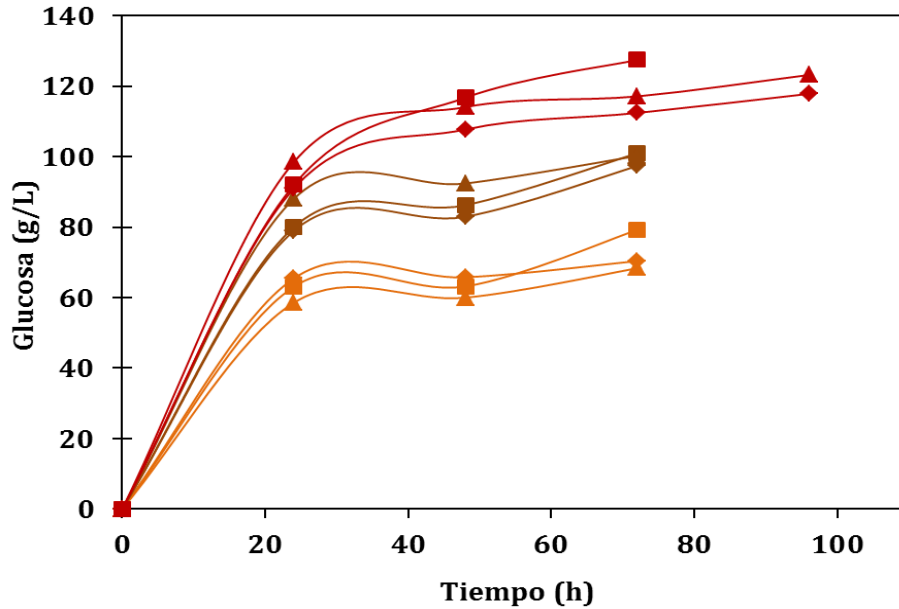


Figura 1. Cinética de conversión de glucosa durante estudio de optimización de sacarificación enzimática de biomasa de *Agave lechuguilla* con Cellic CTeC3®, a diferentes cargas de sólidos (%): — 5, — 20, — 25; y relación enzima/sustrato (UPF/g de glucanos): ◆ 15; ■ 20 y ▲ 25; temperatura de 50 °C y 200 rpm.

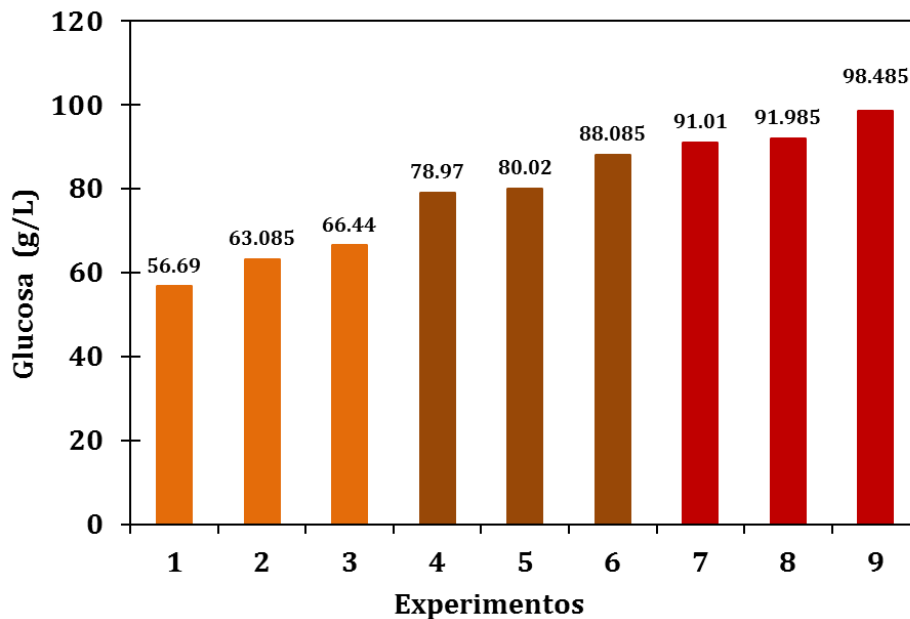


Figura 2. Conversión de glucosa durante estudio de optimización de sacarificación enzimática de biomasa de *Agave lechuguilla* con Cellic CTeC3®, a diferentes cargas de sólidos (%): 15 ■; 20 ■; 25 ■; y relación enzima/sustrato (UPF/g de glucanos: 15, 20 y 25); temperatura de 50 °C; 200 rpm; a las 24 h de incubación.

La Figura 3 muestra la cinética de consumo de glucosa y producción de etanol a partir de hidrolizados enzimáticos de biomasa de *Agave lechuguilla* en biorreactor de tanque agitado. Esta Figura ilustra un consumo total de la glucosa a las 10 horas de incubación, tiempo que coincide con la estabilización de la producción de etanol (46.8 g/L), alcanzando un máximo de 48 g de

etanol/L a las 15 horas, correspondiendo a un rendimiento de etanol ($Y_{E/G}$) de 0.48 g_{etanol}/g_{glucosa} consumida y una eficiencia de conversión de acuerdo al valor teórico del 94% (Cuadro 1).

El rendimiento de etanol y la concentración final de etanol a partir de hidrolizados enzimáticos de biomasa de *A. lechuguilla*, son superiores a los obtenidos por Hernández-Salas *et al.* (2009) con residuos de *Agave atrovirens* y Saucedo-Luna *et al.* (2011) con bagazo de *Agave tequilana*. La concentración de etanol reportada por Caspeta *et al.* (2014) es ligeramente superior a la obtenida en este estudio (64 g/L), pero una eficiencia de conversión inferior (85%) a partir de hidrolizados enzimáticos obtenidos bajo una carga de sólidos del 30%.

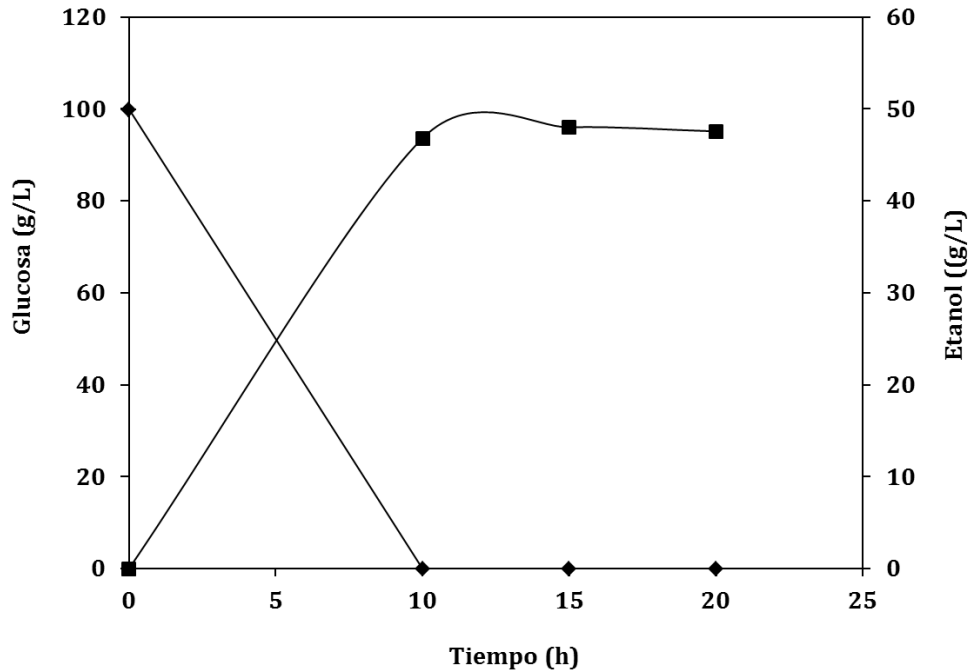


Figura 3. Cinéticas de consumo de glucosa ◆ y producción de etanol ■ a partir de hidrolizados enzimáticos de biomasa de *Agave lechuguilla* en biorreactor de tanque agitado de 1 L.

Cuadro 1. Parámetros de cinéticos de estudio de fermentación de hidrolizados enzimáticos de biomasa de *Agave lechuguilla* en biorreactor de tanque agitado de 1 L, a 30 °C, pH 5.5, 100 rpm y con 10% de inóculo (v/v).

Tiempo	Glucosa (g/L)	Etanol (g/L)	$Y_{E/G}$	EC (%)
0	99.8	0	0	0
10	0	46.8	0.46	91
15	0	48.0	0.48	94
20	0	47.5	0.47	93

^a $Y_{E/G}$: Rendimiento de etanol (g_{etanol}/g_{glucosa}).

^bEC: Eficiencia de conversión (Rendimiento de etanol/Rendimiento de etanol máximo teórico * 100); Rendimiento de etanol máximo teórico: 0.51 g etanol/g glucosa.

CONCLUSIONES

Se optimizó el proceso de sacarificación enzimática de biomasa de *Agave lechuguilla* utilizando el complejo enzimático Cellic® CTec3 permitió la obtención de altos rendimientos de hidrólisis (96.15%) con hidrolizados con una concentración de glucosa de 100 g/L, en un tiempo de tan solo 24 h. Estos resultados permitieron la obtención de fermentados con una concentración de etanol > al 6%, lo que permitirá mejorar la economía del proceso.

LITERATURA CITADA

Cara, C., M. Moya, I. Ballesteros, M.J. Negro, A. González, 2007. Influence of solid loading on enzymatic hydrolysis of steam exploded or liquid hot water pretreated olive tree biomass. *Process Biochemistry*. 42(6), 1003-1009.

Caspeta, L., M.A. Caro-Bermúdez, T. Ponce-Noyola, A. Martínez, 2014. Enzymatic hydrolysis at high-solids loadings for the conversion of agave bagasse to fuel ethanol. *Applied Energy*. 113, 277-286.

García-Aparicio, M.P., J.M. Oliva, P. Manzanares, M. Ballesteros, A. González, 2001. Second-generation ethanol production from steam exploded barley straw by *Kluyveromyces marxianus* CECT 10875. *Fuel*. 90(4), 1624-1630.

Gupta A, J.P. Verma, 2015. Sustainable bio-ethanol production from agro-residues: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 41, 550-567.

Hernández-Salas, J.M., M.S. Villa-Ramírez, J.S. Veloz-Rendón, K.M. Rivera-Hernández, 2009. Comparative hydrolysis and fermentation of sugarcane and agave bagasse. *Bioresource Technology*. 100, 1238-1245.

Hodge, D.B., M.N. Karim, D.J. Schell, J.D. McMillan, 2008. Soluble and insoluble solids contributions to high-solids enzymatic hydrolysis of lignocellulose. *Bioresource Technol.* 99(18), 8940-8948.

Kristensen, J.B., C. Felby, H. Jorgensen, 2009. Yield-determining factors in high-solids enzymatic hydrolysis of lignocellulose. *Biotechnology Biofuels*. 2(11) 1-10.

Importancia del nodrizaje de *Agave lechuguilla* como estrategia de conservación para *Astrophytum myriostigma*.

Gisela Muro Pérez^{1*}, Jaime Sánchez Salas¹, Jorge Sáenz Mata¹, Joel Flores² y Enrique Jurado³

¹Facultad de Ciencias Biológicas-UJED, Av. Universidad sin número, Fracc. Filadelfia, CP. 35010, Gómez Palacio, Durango, México. ²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. A.C, División de Ciencias Ambientales. Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas 4a Sección, C.P. 78216, San Luis Potosí, México.

³Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Apartado postal 41, 67700, Linares, N.L., México.

* Autor de Correspondencia: giselamuro@ujed.mx

RESUMEN

El bonete de obispo (*Astrophytum myriostigma*) es una cactácea endémica y amenazada. El saqueo es una de las principales causas de extinción, provocado por los traficantes. El nodrizaje es una estrategia utilizada por cactáceas, consiste en la interacción entre plantas denominadas “nodrizas” y plántulas de otras especies. Las plantas nodrizas generan un microambiente favorable que permite la protección y crecimiento de cactáceas. Se evaluó el nodrizaje en la Sierra El Sarnoso, Durango. Se censó una población de 102 individuos junto con las diferentes plantas asociadas. Se determinó que esta cactácea utiliza 11 especies vegetales como nodrizas, y que más del 50% de *A. myriostigma* crece bajo resguardo de *Agave lechuguilla*. Entre las plantas nodrizas, se identificaron especies no maderables de importancia económica para Durango como *Jatropha dioica* y *Euphorbia antisyphilitica*. Se determinó que *A. myriostigma* requiere forzosamente de *A. lechuguilla* para su desarrollo y mantenimiento poblacional. Esto quiere decir que al desaparecer las comunidades de lechuguilla, el bonete de obispo se extinguirá junto con ella. Para evitar la desaparición de estas especies, se recomienda una estrategia de conservación, que incluya una evaluación del estatus actual de *A. myriostigma* y *A. lechuguilla* distribuidas en las zonas áridas y semiáridas de Durango.

Palabras clave: facilitación, crecimiento, poblaciones vegetales, conservación y extinción.

Estimación del turno técnico de *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck bajo plantaciones en el sureste de Coahuila.

Sáenz Reyes, J. Trinidad¹; Castillo Quiroz, David², Muñoz Flores, Jesús Hipólito¹ Castillo Reyes, Francisco² y Ávila Flores, Diana Yemilet²

¹Investigador del Campo Experimental Uruapan-INIFAP. Av. Latinoamericana No. 1101. Col. Revolución Uruapan C.P. 60150, Michoacán Tel: 01 800 088 2222 ext. 84215. ²Investigador del Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP, Carretera Saltillo-Zacatecas km 8.5 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila. C.P 25315 saenz.j.trinidad@inifap.gob.mx

RESUMEN

En el estado de Coahuila, el maguey *Agave salmiana* tiene una gran variedad de usos como la extracción de aguamiel, que en forma de pulque se utiliza en la industria panificadora. Para que una planta de maguey alcance el turno técnico, requiere de varios años de crecimiento vegetativo y dependerá de la especie y del método de propagación utilizado. El objetivo de la presente investigación fue determinar el turno técnico para la extracción de aguamiel de *A. salmiana*, bajo plantaciones comerciales. Estas se establecieron en el municipio de General Cepeda, Coahuila, con densidad de 850 plantas ha⁻¹; al momento de la plantación y hasta el quinto año, se registraron las alturas de los hijuelos en categorías en altura y con los datos se elaboraron diagramas de dispersión y análisis de regresión para la prueba de modelos estadísticos. En base al menor cuadrado medio del error, menor coeficiente de variación, mayor coeficiente de determinación y mayor coeficiente de correlación, se seleccionó el modelo exponencial $Y = a e^{bX}$ y con él se determinó que para establecimiento de plantaciones comerciales de *A. salmiana*, empleando hijuelos con altura menor a 30 cm (entre 10 y 30 cm) el turno técnico para extracción de aguamiel es de 11 años y se reduce a 9 años cuando se utiliza planta con altura mayor a 30 cm al momento de la plantación. Los resultados sirven de base para programas de plantaciones forestales comerciales con el propósito de mantener una producción anual sostenida de aguamiel, ya que la planta de maguey al terminar su ciclo productivo muere, por lo que se requerirán nuevas plantaciones.

Palabras clave: Turno técnico, *Agave salmiana*, zonas áridas, Coahuila.

ABSTRACT

In Coahuila State, northern Mexico, maguey (*Agave salmiana*) has a variety of uses, such extraction of mead, which as pulque is used in the baking industry. When a maguey plant reaches a technical shift, it requires several years for vegetative growth, and it depends by the species and the method of propagation used. The aim of this research was to determine the technical shift for the extraction of mead from maguey (*A. salmiana*) within commercial plantations. We established plantations in the municipality of General Cepeda, Coahuila, with a density of 850 plantas ha⁻¹. At time of planting and until the fifth year, the height of tillers was recorded according height categories. With data obtained, we did scatter plots and regression test to evaluate statistical models. According to mean square, error lower, lower coefficient of variation,

higher coefficient of determination and highest correlation coefficient, the exponential model $Y = a e^{bX}$ was selected. With this model, we determined that, for establishment of commercial plantations of *A. salmiana* using tillers height less than 30 cm (10 to 30 cm), the technical turn for extraction of mead is 11 years old, and reduced to 9 years old if a plant height is more than 30 cm when planting. The results provide a basis for commercial forest plantation programs in order to maintain a sustainable annual production of mead, because maguey plant dies at the end of its production cycle; so, new plantings are required.

Key words: Technical Shift, *Agave salmiana*, arid lands, Coahuila.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Coahuila, el maguey *Agave salmiana* Otto ex Salm (Asparagaceae) (Tropicos.org.,2016) tiene una gran variedad de usos como la extracción de aguamiel, que en forma de pulque es empleado en la industria panificadora, actividad tradicional en los municipios de Saltillo, General Cepeda y Ramos Arizpe; también se utiliza como forraje en períodos secos, es considerado como una planta de gran importancia desde el punto de vista ecológico dada su capacidad para la formación y conservación del suelo (Castillo *et al.*, 2006; Castillo *et al.*, 2007 y Gentry, 1982). Por su alto contenido de fructosa, se utiliza como endulzante en la industria alimentaria y en la elaboración de bebidas ricas en antioxidantes y vitaminas para personas con diabetes (BIMI Company, 2014).

A partir del año 2000 en la región sureste de Coahuila, la extracción de aguamiel de maguey presentó un repunte debido a su demanda internacional y con la finalidad de satisfacer la demanda de aguamiel para el mercado local y de exportación, productores de los municipios de General Cepeda y Saltillo, establecieron plantaciones de maguey, con el propósito de asegurar el abastecimiento de esta materia prima, esto se dificulta debido a la limitada superficie con plantaciones comerciales de maguey en ese momento y a la falta de la cultura para el establecimiento de estas plantaciones (Castillo y Cano, 2006).

Para que una planta de maguey alcance el turno técnico, requiere de varios años de crecimiento vegetativo (Gentry, 1982); diversos estudios citan que el turno técnico en plantaciones de maguey, puede variar entre 8 a 20 años (Cortés y Basurto, 2014; Castillo y Cano, 2006; Torres, 1995); sin embargo, el turno dependerá de la especie y del método de propagación utilizado: sexual o asexual (hijuelos o clones); ésta última es la forma más común, segura y exitosa de propagación de la mayoría de las especies de agaves; (Castillo y Cano 2006; Santacruz-Ruvalcaba, 2006; Arizaga y Ezcurra 2002). En el ámbito forestal el turno técnico, se define como el tiempo necesario para que una especie alcance su etapa óptima, por la cantidad de productos extraíbles y depende de aspectos como: calidad de la planta, los ecotipos, condiciones climáticas en el sitio de plantación, características edáficas; en el caso del maguey, el turno técnico se definiría como el tiempo necesario para que alcance su madurez de cosecha para iniciar la extracción de aguamiel (Castillo y Cano, 2006; Benavides, 1991; Mendoza, 1983).

El INIFAP generó información acerca del establecimiento y manejo de plantaciones de maguey para la región sureste de Coahuila, (Castillo y Cano, 2006), sin embargo, se carece con información sobre el turno técnico, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue estimar su turno técnico, que sirva de base para elaborar programas de nuevas plantaciones y

mantener una producción anual sostenida de la materia prima, ya que el maguey es una planta monocárpica que florece solo una vez y muere después de florecer y fructificar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Las plantaciones comerciales de *A. salmiana* se establecieron en los ejidos: Fermín y Anexo San Francisco y Guelatao, en el municipio de General Cepeda, Coahuila. La primera ubicada en las coordenadas geográficas 25° 22' 59.05" N y 101° 18' 16.46" O, con una altitud de 1,630 m y la segunda ubicada a 25° 23' 30.01" N y 101° 24' 33.65" O a una altitud de 1,476 m, temperatura media anual de 31 °C y precipitación media anual de 300 mm, con pendientes de 1.5 a 2.0%, suelos de tipo aluvial, fuertemente compactados y ubicadas en terrenos abandonados a cultivos agrícolas.

Metodología

Las plantaciones comerciales se establecieron con espaciamientos de 3.0 m entre plantas y 4.0 m entre bordos (850 plantas ha⁻¹) y se registraron las alturas de los hijuelos desde el momento de la plantación hasta el quinto año. Para la determinación del turno técnico, se tomó como referencia el parámetro la altura de la planta (2.0 m), ya que la experiencia de los productores indican que una planta de esta dimensión posee las características adecuadas para la extracción de aguamiel, asimismo, además se realizaron recorridos por el área de estudio, para observar la altura de plantas que inician la emisión del escapo floral, lo que indica la madurez fisiológica de la planta.

Para estimar del turno técnico, con los datos de los hijuelos en las dos localidades, se realizaron diagramas de dispersión y análisis de regresión y correlación con Statistical Analysis System, 1999, considerando como variable dependiente la altura y como variable independiente la edad. Los hijuelos se clasificaron en cuatro categorías de altura: 1).- de 8 a 34 cm, 2).- de 10 a 19 cm, 3).- entre 20 a 30 cm y 4).- mayor a 30 cm. Con los datos de cada categoría, se elaboraron los diagramas de dispersión. Para determinar el turno técnico para producción de aguamiel, se realizaron análisis de regresión lineal, logarítmica, exponencial y potencial (Cuadro 1); se probaron los modelos linearizados aplicando logaritmo natural (Ln) a las variables, de acuerdo a cada caso: Logarítmico (Ln edad), Exponencial (Ln altura) y Potencial (Ln edad y Ln altura)

Cuadro 1. Modelos empleados para determinar el turno técnico para producción de aguamiel del maguey *Agave salmiana* en el sureste de Coahuila.

Tipo de regresión	Modelo original
Lineal	$Y = a + bX$
Logarítmico	$Y = a + b \ln X$
Exponencial	$Y = a e^{bX}$
Potencial	$Y = a X^b$

La selección del modelo de mejor ajuste a los datos, se basó en el menor cuadrado medio del error, menor coeficiente de variación, mayor coeficiente de determinación y mayor coeficiente de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los diagramas de dispersión en cada categoría de altura de los hijuelos, mostraron tendencia a curvas (Figuras 1, 2, 3 y 4), por lo que se determinó que además de realizar análisis de regresión lineal, se probaran análisis de regresión logarítmica, exponencial y potencial; para ello, se emplearon modelos logarítmicos, exponenciales y potenciales, linearizados mediante la correspondiente transformación.

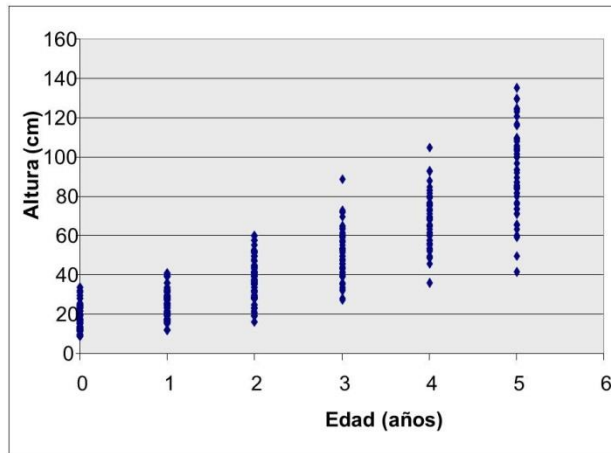


Figura 1. Diagrama de dispersión de la relación edad-altura en plantación de maguey con hijuelos de 8 a 34 cm al momento de la plantación.

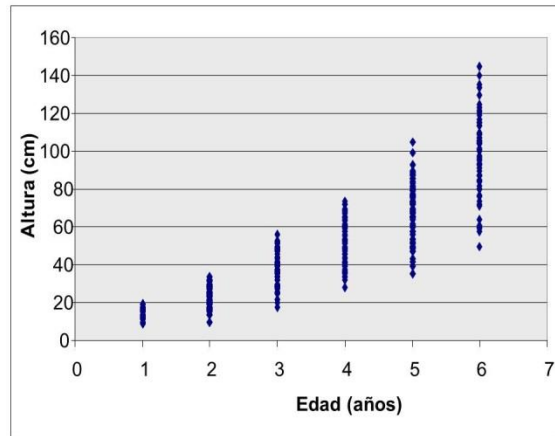


Figura 2. Diagrama de dispersión de la relación edad-altura en plantación de maguey con hijuelos de 10 a 19 cm al momento de la plantación.

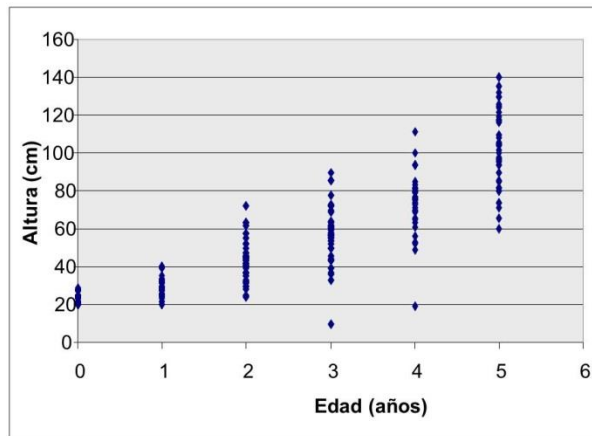


Figura 3. Diagrama de dispersión de la relación edad-altura en plantación de maguey con hijuelos de 20 a 30 cm al momento de la plantación.

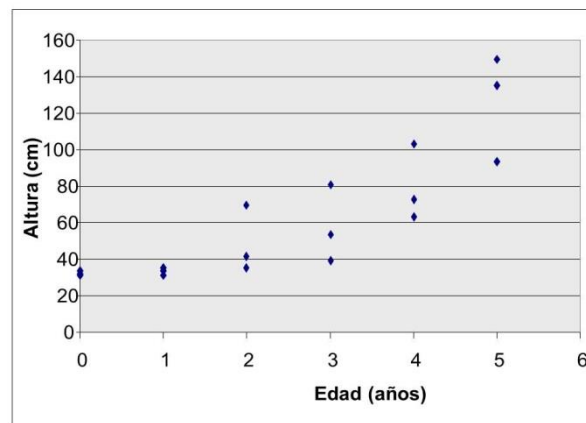


Figura 4. Diagrama de dispersión de la relación edad-altura en plantación de maguey con hijuelos mayores a 30 cm al momento de la plantación.

En base a los criterios de selección: menor cuadrado medio del error, menor coeficiente de variación, mayor coeficiente de determinación y mayor coeficiente de correlación se eligió el modelo exponencial $Y = a e^{bX}$ que mostró el mejor ajuste con el total de datos de los hijuelos y en cada categoría de altura (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estadísticos de regresión de los modelos probados para determinar el turno técnico para producción de aguamiel del magüey *A. salmiana* en el sureste de Coahuila.

Modelo		Cuadrado medio del error	Coefficiente de variación	Coefficiente de determinación	Coefficiente de correlación
Con hijuelos de 8 a 34 cm					
Lineal	$Y = a + bX$	181.8417	27.6996	0.7816	0.8840
Logarítmico	$Y = a + b \ln X$	279.9735	34.3704	0.6638	0.8147
Exponencial	$Y = a e^{bX}$	0.0737	7.3469	0.8192	0.9050
Potencial	$Y = a X^b$	0.0888	8.0621	0.7822	0.8844
Con hijuelos menores de 20 cm					
Lineal	$Y = a + bX$	182.6271	27.7521	0.8052	0.8973
Logarítmico	$Y = a + b \ln X$	290.1308	34.9792	0.6905	0.8310
Exponencial	$Y = a e^{bX}$	0.0584	6.5828	0.8735	0.9346
Potencial	$Y = a X^b$	0.0673	7.0649	0.8542	0.9242
Con hijuelos de 20 a 30 cm					
Lineal	$Y = a + bX$	190.6237	25.1304	0.7912	0.8894
Logarítmico	$Y = a + b \ln X$	304.5939	31.7666	0.6664	0.8163
Exponencial	$Y = a e^{bX}$	0.0523	5.9347	0.8334	0.9129
Potencial	$Y = a X^b$	0.0719	6.9587	0.7710	0.8780
Con hijuelos mayores de 30 cm					
Lineal	$Y = a + bX$	423.4754	32.6068	0.7072	0.8409
Logarítmico	$Y = a + b \ln X$	647.9313	40.3328	0.5521	0.7430
Exponencial	$Y = a e^{bX}$	0.0619	6.2191	0.7940	0.8910
Potencial	$Y = a X^b$	0.1004	7.9182	0.6660	0.8160

En los Cuadros 3 al 6, se muestran los análisis de varianza (ANVA's) de los modelos seleccionados para determinar el turno técnico para producción de aguamiel de *A. salamina*.

Cuadro 3. Análisis de varianza con hijuelos de 8 a 34 cm de altura, para determinar el turno técnico para producción de aguamiel de *A. salmiana* en el sureste de Coahuila.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	P > F
Modelo	1	133.02162	133.02162	1802.82	<.0001
Error	398	29.36660	0.07379		
Total	399	162.38822			

Coefficiente de variación: 7.34690

Intercepto (a): 2.51744

Coefficiente variable independiente (b): 0.33806

Modelo linearizado: $\ln Y = \ln(a) + (b)(X)$

$$\ln Y = \ln(2.51744) + (0.33806)(X)$$

Modelo original: $Y = 2.51744 e^{(0.33806)(X)}$

Con éste modelo, si se emplean hijuelos con una altura entre 8 y 34 cm al momento de la plantación, el maguey alcanzaría su turno técnico (altura de 200 cm) en un período de 12 años (considerando como año 1 cuando se tomó la primera lectura o sea al momento de la plantación).

Cuadro 4. Análisis de varianza con hijuelos menores a 20 cm de altura, para determinar el turno técnico para producción de aguamiel de *A. salmiana* en el sureste de Coahuila.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	P > F
Modelo	1	168.63649	168.63649	2885.19	<.0001
Error	418	24.43170	0.05845		
Total	419	193.06819			

Coefficiente de variación: 6.58288

Intercepto (a): 2.37399

Coefficiente variable independiente (b): 0.37103

Modelo linearizado: $\ln Y = \ln(a) + (b)(X)$

$$\ln Y = \ln(2.37399) + (0.37103)(X)$$

Modelo original: $Y = 2.37399e^{(0.37103)(X)}$

Con éste modelo, si se emplean hijuelos con una altura menor a 20 cm de altura (10 a 19 cm) al momento de la plantación, el maguey logra alcanzaría su turno para producción de aguamiel (altura de 200 cm) en un período de 11 años (considerando como año 1 cuando se tomó la primera lectura o momento de la plantación).

Cuadro 5. Análisis de varianza con hijuelos de 20 a 30 cm de altura, para determinar el turno técnico para producción de aguamiel de *A. salmiana* en el sureste de Coahuila.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	P > F
Modelo	1	78.01283	78.01283	1490.93	<.0001
Error	298	15.59281	0.05232		
Total	299	93.60565			

Coeficiente de variación: 5.93478

Intercepto (a): 2.80926

Coeficiente variable independiente (b): 0.35629

Modelo linearizado: $\ln Y = \ln(a) + (b)(X)$

$$\ln Y = \ln(2.80926) + (0.35629)(X)$$

Modelo original: $Y = 2.80926e^{(0.35629)(X)}$

Con éste modelo, si se utilizan hijuelos entre 20 a 30 cm de altura al momento de la plantación, el maguey alcanza una altura de 200 cm en un período de 11 años (considerando como año 1 cuando se tomó la primera lectura o momento de la plantación).

Cuadro 6. Análisis de varianza con hijuelos plantas con altura mayor a 30 cm, para determinar el turno técnico para producción de aguamiel del maguey *A. salmiana* en el sureste de Coahuila.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	P > F
Modelo	1	3.82153	3.82153	61.65	<.0001
Error	16	0.99174	0.06198		
Total	17	4.81327			

Coeficiente de variación: 6.21915

Intercepto (a): 3.05892

Coeficiente variable independiente (b): 0.41946

Modelo linearizado: $\ln Y = \ln(a) + (b)(X)$

$$\ln Y = \ln(3.05892) + (0.41946)(X)$$

Modelo original: $Y = 3.05892 e^{(0.41946)(X)}$

Con éste modelo, si se usan hijuelos con altura mayor a 30 cm al momento de la plantación, el maguey alcanza una altura de 200 cm en un período de 9 años (considerando como año 1 cuando se tomó la primera lectura o momento de la plantación). Comparado con el turno técnico de otros recursos forestales no maderables de zonas áridas, estos son menores para *Agave lechuguilla* Torr., en poblaciones naturales donde varía entre 16 a 24 meses después del aprovechamiento del cogollo hasta alcanzar una altura de aprovechamiento de 25 cm, en cambio en plantaciones comerciales con riego y fertilización se reduce según el ecotipo entre 8 a 11 meses; mientras que para el cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) es de 12 meses después del corte (Nobel y Quero, 1986; Berlanga, 1991; Pando *et al.*, 2004; Castillo *et al.*, 2008; Sáenz y Castillo, 2009 y Narcia *et al.*, 2012).

CONCLUSIONES

Para establecimiento de plantaciones comerciales de *A. salmiana*, empleando hijuelos con altura menor a 30 cm (entre 10 y 30 cm) el turno técnico para producción de aguamiel es de 11 años y se reduce a 9 años cuando se utiliza planta con altura mayor a 30 cm al momento de la plantación, en la región sureste del estado de Coahuila.

La determinación del turno técnico para la producción de aguamiel *A. salmiana*, en base al tamaño de los hijuelos al momento de la plantación, sirve de base para la elaboración de programas de plantaciones forestales comerciales con el propósito de mantener una producción anual sostenida de aguamiel, ya que la planta de maguey al terminar su ciclo productivo muere, por lo que se requerirán nuevas plantaciones.

LITERATURA CITADA

Arizaga S, E Ezcurra 2002. Propagation mechanism in *Agave macroacantha* (Agavaceae), a tropical arid-land succulent rosette. *Am. J. Bot.* 89:632-641.

Benavides S., J. D. 1991. “Índices de sitio” para estimar la “Calidad de sitio” en bosques de “Coníferas”. *Rev. Cien. For. Méx.* 16 (69):3-34.

BIMI Company. 2014. <http://innovacion-bimicompany.blogspot.mx/2014/03/aguamiel-de-maguey-organico.html> (Fecha de consulta: 25 de Junio de 2014).

Berlanga R., C. A. 1991. Producción y recuperación de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) en poblaciones naturales. *In: III Simposio Nacional sobre ecología, manejo y domesticación de plantas útiles del desierto.* INIFAP. Saltillo, Coah. México. 78 p.

Castillo Q., D., C. A. Berlanga R., M. Pando M. y A. Cano P. 2008. Regeneración del cogollo de *Agave lechuguilla* Torr. de cinco procedencias bajo cultivo. *Rev. Cien. For. Méx.* 103(33): 27-40.

Castillo Q., D., J. A. Villarreal Q. y A. Cano P. 2006. Identificación taxonómica de las especies del género *Agave* bajo cultivo en el sureste de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 26. Coahuila, México. 34 p.

Castillo Q., D., J. A. Villarreal Q. y A. Cano P. 2007. El género *Agave* L. Bajo cultivo, taxonomía, distribución y usos. *Revista Ciencias Forestales en México.* Vol. 32. Núm. 101. Pp. 57- 70.

Castillo Q., D. y A. Cano P. 2006. Establecimiento y manejo de plantaciones comerciales de maguey para la extracción de aguamiel en el sureste de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 23. Coahuila, México. 23 p.

Cortés Z. L. y Basurto P. F. 2014. *Agave salmiana* Otto Ex, Salm. Grupo Etnobotánico Latinoamericano GELA. <http://www.ibiologia.unam.mx/gela/pp-1.html>

Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. The University of Arizona Press. 670 p.

Mendoza B., M. A. 1983. Conceptos básicos de manejo forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Edo de México. México. 118 p.

Narcia, V.M., Castillo Q.D., Vázquez R. J.A. y Berlanga R. C.A. 2012. Turno Técnico de la lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) en el noreste de México. Cien. For. en Méx. 3(9):81-88.

Nobel, S, P and E. Quero 1986. Environmental productivity indices for a Chihuahuan, desert Cam plant, Agave lechuguilla. Department of Biology and Laboratory of Biomedical and Environmental Sciences. University of California. Los Angeles, CA. USA. 11 p.

Pando, M., O. Eufrazio, E. Jurado and E. Estrada. 2004. Post harvest growth of lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) in North-eastern Mexico. Economic Botany 58(1): 78-82. Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Castellano (Interamericana). México, D. F. México 759 p.

Ramírez, T. H. M., C. B. Peña V., J. R. Aguirre R., J. A. Reyes A., A. B. Sánchez U., S Valle G. 2011. Seed germination temperatures of eight Mexican Agave species with an extensive history of human use. Plant Species Biol. (*In press*). Doi: 10.1111/j.1442-1984-2011-00341.x

Sáenz R.J.T. y Castillo Q.D. 2009. Efecto de la época de corte en la regeneración de la hoja de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.). Resumen *In*: Memoria de la IV Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Saltillo, México. p 318.

Statistical Analysis System Institute (SAS–Institute). 1999. The SAS system for Windows. V 8.0, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. pp. 891–996.

Zapién B., M. 1981. Evaluación de la producción de ixtle de lechuguilla en cuatro sitios diferentes. *In*: Primera Reunión Regional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles del Desierto. Publicación Especial Núm. 31. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SARH. México, D. F. México. pp. 385-389.

Tardígrados en brioflora de la zona semiárida de Durango, México.

Aguirre Ureña Laura Lucia*, Sánchez Salas Jaime, Muro Pérez Gisela, Moreno Talamantes Antonio, Quetzali Siller, David Ramiro Aguilón Ramírez

Universidad Juárez Del Estado De Durango, Facultad De Ciencias Biológicas, Laboratorio De Botánica,

*Autor de correspondencia: coli7_llau@hotmail.com

RESUMEN

Los tardígrados son invertebrados microscópicos pertenecientes al Phylum *Tardigrada* y son considerados como pre-artrópodos antiguos. Requieren de un medio acuoso o húmedo y se pueden encontrar en tres tipos de hábitats principales: terrestres, agua dulce y marina. Son de distribución cosmopolita viviendo de manera común en ríos, arena, entre algas, raíces de vegetación acuática, líquenes y en briofitas. En México han realizado una revisión de los tardígrados donde se mencionaron que en un lapso de 61 años solo se registraron 30 especies en algunos de los estados de México sin embargo para la mayoría de los estados de México no hay registros entre ellos Durango debido a la falta de investigación de estos individuos. Para poder encontrarlos, se determinaron las zonas semiáridas del estado de Durango donde existiera presencia de brioflora (musgo) una vez determinadas las áreas se recolectaron las muestras, para esto se utilizó un método específico con un recipiente de plástico, un colador y una bomba para peceras se coloca la muestra de brioflora durante 1 o 3 días para después tomar del sedimento de la muestra y ser observada en el estereoscopio una vez encontrado el organismo se pasa a observar en el microscopio y es fijada en laminilla permanentes para volver a ser observada para su identificación en el microscopio. De las muestras de musgo tomadas en el estudio se obtuvieron algunas características, como la humedad y la temperatura. En el presente trabajo se estudió la diversidad de tardígrados de la zona semiárida del estado de Durango, en el cual se encontraron dos clases de tardígrados la clase *Heterotardigrada* y la *Eutardigrada*, el género más abundantes fue *Calcarabiotus* con cinco individuos, seguido de la familia más abundante que fue *Macrobotidae* con nueve individuos. Se encontraron individuos tanto de la clase *Heterotardigrada* como de la clase *Eutardigrada* de estos solamente un individuo de la clase *Heterotardigrada* se pudo identificar a especie el cual *Cornechiniscu Lobatus*. La humedad observada en las muestras de musgo no influyó en la abundancia de tardígrados encontrados, ya que las muestras recolectadas en Peñón Blanco (La Concha) y el palmito tenían una humedad del 100% y no se encontraron individuos, sin embargo en Mapimi en el (Puente de Ojuela) la humedad era de entre 65% a 70% y en este sitio fue el único lugar donde se encontraron los ejemplares debido a que el tiempo de recolección para el municipio de Mapimi fue en tiempo de lluvias y el tiempo de recolección de las demás muestras no fue en temporada de lluvias. Esto tiene relación con lo que menciona Ramazzotti & Maucci, (1983) sobre los tardígrados que se encuentran en tres condiciones básicas para sobrevivir por largo tiempo como: 1) difusión continua de oxígeno, 2) periodos intermitentes de humedad (lluvias) y deshidratación (viento), y 3) suficiente alimento. Al igual James H, et al. (2015) dice que existen especies que muestran limnoterrestrial distribuciones restringidas. Este análisis de conglomerados de la distribución de la fauna existentes ha demostrado que los tardígrados limnoterrestrial han limitado los rangos de distribución de género y familia. La diversidad de tardígrados en la zona semiárida de Durango es relativamente baja quizás sea por la escases de lluvias ya que los 4 municipios en los que se

colectaron las muestras de musgo solo en uno se encontraron ejemplares. De los ejemplares encontrados el género más abundantes fue Calcarabiotus con cinco individuos, La familia más abundante fue *Macrobiotidae* con nueve individuos. Se encontraron individuos tanto de la clase Heterotardigrada como de la clase Eutardigrada de estos solamente un individuo de la clase Heterotardigrada se pudo identificar a especie el cual *Cornechiniscu Lobatus*. Se mostró una clara relación entre los musgos y los tardígrados, pero también se mostró una clara relación con los cambios de clima temperatura y humedad, al igual otra causa de la ausencia de los tardígrados podría ser la depredación. Esta lista de diversidad de tardígrados es nuevo registro para el estado de Durango debido a que no hay ningún registro sobre este Phylum en este estado.

Palabras clave: Diversidad, Taxonomía, Factores abióticos, Hábitat, Distribución.

Comportamiento agronómico de cuatro variedades de higuera para la producción de biodiesel en zonas áridas.

Buendía-Tamariz Mali Nayv^{*1}, Trejo-Calzada Ricardo², Montejano-García Chrisa³

¹Estudiante de Doctorado en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas, UACH. ²Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, UACH. Km. 38 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua, Bermejillo, Dgo. CP 351230. ³Estudiante de Licenciatura en Sistemas Agroalimentarios de la URUZA, UACH.

*Correo electrónico mali.buendia@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los biocombustibles constituyen una alternativa importante para la demanda energética actual a nivel nacional y mundial. El biodiesel como fuente energética renovable y biodegradable, posee un alto contenido de oxígeno comparado con el diésel de petróleo. También muestra gran reducción en la emisión de dióxido y monóxido de carbono, materia particulada poliaromáticos, azufre, hidrocarburos, humo y ruido (Demirbas, 2008; LinLin *et al.*, 2009; Ilavarasiet *et al.*, 2011). Hasta el momento, las principales materias primas usadas para producir biodiesel son los cultivos oleaginosos más abundantes de los países líderes. Sin embargo, el conflicto entre los biocombustibles y el uso de alimentos como materias primas han abierto la posibilidad de investigar el uso de materias primas no comestibles (Guerrero *et al.*, 2010). Así, es necesario identificar fuentes alternativas para la producción de aceites vegetales como materia prima, que además requieran un bajo consumo de agua. En este sentido, la higuera (*Ricinus communis*) tiene un enorme potencial como un cultivo oleaginoso industrial debido a su alto contenido de aceite en la semilla (más de 480 g kg⁻¹), la composición de ácidos grasos única (900 g kg⁻¹ de ácido ricinoleico), rendimientos de aceite potencialmente altos y la capacidad de crecer bajo condiciones de sequía y salinidad (Severino *et al.*, 2012). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial productivo y de cuatro variedades de higuera para la producción de biodiesel en zonas áridas.

Palabras clave: Biocombustibles; *Ricinus Communis*; Rendimiento

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el campo experimental de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). El experimento se estableció en un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas con cuatro repeticiones. La parcela grande fue la fecha de siembra, la parcela mediana la variedad y la subparcela la densidad de población. Las fechas de siembra fueron el 12 de junio (F1) y el 13 de julio (F2). Cuatro variedades de higuera: Rincón, Cedaso, Treinta y seis (TS) y Gen A, fueron usadas en este trabajo. Las densidades de población fueron: 13,888, 9,259 y 6,944 plantas ha⁻¹, con camas de 1.20 m de ancho y distanciamientos de 0.6, 0.90 y 1.20 m entre plantas. Las variables medidas fueron porcentaje de germinación, tiempo a floración, área foliar, peso seco, tasa de asimilación neta, tasa relativa de crecimiento, índice de clorofila y rendimiento de semilla. A los datos se les realizó análisis de varianza y pruebas de medias (HSD $\alpha=0.05$) a través del programa SAS versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tres de las variedades: Rincón, Cedaso y Treinta y seis, presentaron su inicio de germinación al mismo tiempo. La variedad Gen A tardó un día más en iniciar la germinación. Sin embargo, el 50% de germinación ocurrió al mismo tiempo en las variedades Gen A, Cedaso y Treinta y seis. La variedad Rincón fue la que tardó más en alcanzar el 50% de las semillas germinadas, que ocurrió a los 13 días después de siembra (dds). Con respecto a la floración, esta se tomó en consideración cuando el 50% de las plantas presentaran la primera flor (V50). Los datos mostraron diferencias significativas (HSD a $\alpha = 0.05$) en la variedad Cedaso y TS cuando se compararon entre fechas, lo que significó que entre más rápido se sembró más rápidamente presentó la floración para el caso de la variedad Cedaso y de manera inversa en la variedad TS. En el presente trabajo, el rendimiento de semilla de las cuatro variedades de higuera no presentó diferencias significativas (HSD a $\alpha = 0.05$) cuando se compararon entre fechas y entre variedades. Sin embargo podemos separarlas en dos grupos. Un primer grupo compuesto por la variedad Gen A y Rincón los cuales presentaron los rendimientos más altos de hasta 789 kg ha⁻¹. Un segundo grupo estaría compuesto por la variedad TS y Cedaso, las cuales presentaron rendimientos similares. Cabe destacar que en todas las variedades se registró un rendimiento mayor cuando se sembró en la fecha 1. A pesar de que no existieron diferencias estadísticas significativas, los rendimientos de las variedades Gen A y Rincón fueron los más altos en este experimento. Estos rendimientos son comparables con lo reportados por Gonzalez y colaboradores (2011), ellos reportan de 2-4 ton ha⁻¹, pero con densidades que duplican las máximas empleadas en este estudio.

CONCLUSIONES

Las variedades Gen A y Rincón presentaron las mejores características fenológicas y agronómicas para su cultivo en la región de la Comarca Lagunera y representan una opción para su cultivo con propósitos de producción de biodiesel.

LITERATURA CITADA

Demirbas, A. (2008). Comparison of transesterification methods for production of biodiesel from vegetable oils and fats. *Energy Conversion and Management* 49:125–130

González Ávila, A., García Mariscal, K.P., Hernández García, M.A., Rico Ponce, H.R., Hernández Martínez, M., Solís Bonilla, J.L., y Zamarripa Colmenero, A. (2011). Guía para cultivar Higuierilla (*Ricinus communis*L.) en Jalisco. Folleto Técnico Núm.1 INIFAP-CIRPAC Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

Guerrero F., C. A., I. D. Osorio L. & F. E. Sierra V. 2010. Evaluación del efecto de la temperatura en la producción de biodiesel con aceite de higuierilla. *Ingeniería e Investigación* 30(2):52-61

Ilavarasi P., S., Parthiban R. & L. Rose M. (2011). Poultry Fat—A Cheap and Viable Source for Biodiesel Production. *In* 2nd International Conference on Environmental Science and Technology, Singapore. 6:371-374

Lin, L., Ying, D., Chaitep, S., & Vittayapadung, S. (2009). Biodiesel production from crude rice bran oil and properties as fuel. *Applied Energy*, 86(5), 681-688.

Severino, L. S., Auld, D. L., Baldanzi, M., Cândido, M. J., Chen, G., Crosby, W., & Zieler, H. (2012). A review on the challenges for increased production of castor. *Agronomy Journal*, 104(4), 853-880.

Endogamia en la tortuga de Mapimí (*Gopherus flavomarginatus*) bajo condiciones de cautiverio.

Castro-Franco Rafael¹, Varagnat Camille², Pereyra A. Benito³ y Trejo-Calzada Ricardo¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo. ²Université Jean Monnet, Faculté Sciences et Techniques, Saint Etienne, Francia. ³Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, San Nicolás de los Garza, N. L. *Autor de correspondencia: cafrfael@hotmail.com

RESUMEN

El aislamiento de las poblaciones de *Gopherus flavomarginatus* comportan el aumento de los apareamientos entre emparentados o endogamia incrementando el riesgo de extinción a corto plazo. El objetivo de este trabajo consistente en determinar los lazos de parentesco entre 18 individuos no adultos presentes en cautiverio con fines de crear un grupo de individuos con variabilidad genética bastante elevada que puedan ser utilizadas las generaciones siguientes para aumentar y diversificar las poblaciones naturales existentes. El estudio de polimorfismo de microsatélites utilizando PCR y electroforesis mostro la presencia de 4 grupos de individuos solamente, lo que puede resultar de la expresión simultánea de una jerarquía fuerte o de la endogamia.

SUMMARY

The isolation of *Gopherus flavomarginatus* populations leads to increase reproduction between related or inbreeding increasing short-term extinction risk. The main purpose of this study is to determine relationships between 18 non-adults individuals living in captivity with objective to create a group of tortoises with a sufficient genetic variability to use the next generations to increase the size and the genetic variability of natural populations. Microsatellites polymorphism study using PCR and electroforesis shows only 4 groups of juveniles, probably resulting of the simultaneous expressions of intense effects of hierarchy and reproduction between related.

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas o semiáridas del norte de México y sur de los Estados Unidos de Norteamérica las condiciones climáticas son muy adversas, esto tiene como consecuencia que en dichos ecosistemas se presenten adaptaciones de comportamiento y fisiológicas especiales, como sucede por ejemplo en los reptiles. México tiene la mayor diversidad de reptiles a nivel mundial: aproximadamente 750 especies se han reportado (10% de la totalidad mundial), de las cuales cerca de la mitad son endémicas. Existen cuatro especies de tortugas terrestres endémicas de los desiertos norte-americanos, todas pertenecen al género *Gopherus*, a saber, *G. agassizzi*, *G. flavomarginatus*, *G. berlandieri* y *G. polyphemus*.

La tortuga del desierto o tortuga del Bolsón de Mapimí, *Gopherus flavomarginatus* (Legler, 1959) es endémica del municipio de Mapimí, Dgo (Bury *et al.*, 1988), es el reptil terrestre más grande de Norteamérica (Adest *et al.*, 1989). Estas tortugas, mayoritariamente viven en hábitos excavadores en los bordes de pastizales de sabaneta o toboso. Pasan más del 90% de su existencia en las madrigueras que construyen (hasta 10 m de largo y 2 m de profundidad) concentradas en grupos de 5 hasta 50 (colonias de hasta 100 individuos) (González and Aguirre, 2006). La presencia de la tortuga en el Desierto Chihuahuense contribuye a la estructura y dinámica de este ecosistema. Las madrigueras representan una protección frente a los depredadores naturales y a las condiciones climáticas extremas al mantener un micro ambiente estable que constituye un refugio temporal para varios animales. Además, dispersando las semillas de las plantas que consumen, la riqueza y porcentaje de cobertura vegetal alrededor de las madrigueras incrementan, lo que favorece también el desarrollo de varias especies animales (Aguirre, 1995).

Desafortunadamente, la tortuga de Mapimí ha sufrido una baja considerable en su población, al grado que se encuentra catalogada como especie en peligro de extinción según la norma NOM-059-SEMARNAT-2001. La depredación natural es un factor importante acentuado en los huevos y las tortugas pequeñas (Aguirre *et al.*, 1997) pero el problema más fuerte es la depredación humana, de manera directa por captura de individuos o de manera indirecta por utilización de la tierra para actividades agrícolas (Morafka, 1988; González and Aguirre, 2006). Estos fenómenos permiten la disminución y fragmentación de su hábitat, aislando grupos de individuos lo que favorece inevitablemente apareamientos entre emparentados o endogamia. Aunque endogamia es ventajosa en unas especies (Hogg *et al.*, 2006), siempre es sinónima de baja de diversidad genética en la descendencia, arriesgando la sobrevivencia de las pequeñas poblaciones a corto plazo (Westemeier *et al.*, 1998). En efecto, la baja del índice de heterocigosidad sobrelleva la imposibilidad para la especie de evolucionar en respuesta a las diferentes presiones de selección (Lippé 2006) y es directamente relacionada con una reducción de fitness en muchas especies, se habla de depresión de consanguinidad (Reed and Frankham, 2003). Eso, asociado a la presencia

considerable de alelos recesivos deletéreos al estado homocigótico, acarea la población en la espiral de extinción (Tallmon *et al.*, 2004), disminuyendo su tamaño a cada generación hasta desaparición en algunas generaciones (Amos and Balmford, 2001).

Aunque ciertos autores insisten en las capacidades de los individuos a evitar los apareamientos endogámicos o sus consecuencias fenotípicas adversas, por un comportamiento o una fisiología adaptadas, en los hechos, esto, es poco eficiente (Crnokrak and Roff, 1999). Finalmente, la limpia de los alelos deletéreos tiene generalmente una eficacia muy limitada a las mutaciones nocivas, permitiendo mantener mutaciones menos severas particularmente propensas a fijarse en esas pequeñas poblaciones (Keller and Waller, 2002). Así, cuando una población tenga un índice alto de apareamientos consanguíneos, nada podrá oponerse a la extinción de la población salvo las aportaciones de nuevos alelos por mutación o sobre todo de nuevos individuos. De esta manera, para evitar las consecuencias negativas que podrían desarrollarse en las poblaciones aisladas de *Gopherus flavomarginatus*, se ha formulado el objetivo de este trabajo, consistió en crear en cautiverio un grupo de individuos con variabilidad genética bastante elevada que puedan ser utilizadas las generaciones siguientes para aumentar y diversificar las poblaciones naturales existentes. Así mismo, para definir cuáles serán los fundadores del grupo, el método consiste en estudiar el polimorfismo de 3 microsátélites para definir los lazos de parentesco entre diferentes tortugas no adultos presentes en cautiverio en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA), Universidad Autónoma Chapingo en Bermejillo, Dgo. Esos resultados también permitirán conocer el estado genético de la población estudiada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se extrajo sangre de 18 individuos presentes en cautiverio en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Cada tortuga utilizada fue identificada por un número único y su peso, su longitud, su anchura, su número de marginales y la presencia de problema de salud o no. Solo los individuos no adultos con una longitud de caparazón superior a 13 cm (lo que corresponde en general a un peso superior a 500g) fueron utilizados para el estudio. El estudio fue limitado a 18 tortugas. Después de lavar con alcohol, la zona para extracción, se tomaron entre 0.5 y 1 ml de sangre con una jeringuilla de insulina al nivel de la región axilar según Morafka *et al.* (1994). La sangre fue enfriada a 4°C en tubos estériles BD Vacutainer Lithium Heparin (87 USP Units REF 367886) hasta su utilización para extraer el ADN.

Análisis moleculares

Extracción de ADN

- A cada muestra se le añadieron 500 µl de lisis buffer (10 mM Tris-HCl pH 8,0; 100 mM NaCl ; 50 mM EDTA ; 1% SDS al 10% y 0,2% v/v 2-mercaptoetanol) (Moon *et al.*, 2006). Y se dejó reposar a temperatura ambiental durante 90 mín.
- Posteriormente se le añadieron a cada muestra 700 µl de fenol cloroformo y se centrifugo por 10 minutos a velocidad máxima (14 krpm) (centrifuga modelo “Centrifuge 5415 C”).
- se recuperó el sobrenadante en un tubo nuevo y se le añadió isopropanol en cantidad no precisa ligeramente superior a la mitad del volumen de la muestra y se nfrió 12 horas a 4°C.

- luego se centrifugó por 10 minutos a velocidad máxima y se eliminó el sobrenadante.
- A cada muestra se le añadieron 300 μ l de etanol 75% se centrifugó 1 minuto a velocidad máxima. Se eliminó el sobrenadante y se dejó secar durante 30 minutos.
- Posteriormente se resuspendió en 30 μ l de agua ultrapura para obtener ADN purificado en solución.

Amplificación de los microsatélites por PCR y electroforesis.

Después de una revisión (OligoAnalyzer de Integrated DNA Technologies (www.idtdna.com)) de los primers PCR correspondientes a los microsatélites presentados por Schwartz *et al.* (2003) para estudiar las especies del género *Gopherus*, se decidió utilizar los microsatélites GP 26, GP 55 et GP 96 para conocer el polimorfismo presente en la población. En efecto, el riesgo de hibridación entre primers es débil y la temperatura de hibridación está cerca de 60°C.

Después de haber verificado la presencia de ADN en las muestras por migración en un gel, se utilizó un PCR para cada uno de los primers seguida de una migración en un gel para visualizar el polimorfismo antes de analizar los resultados por procesamiento de datos computarizado.

Para cada PCR, se le añadió 5 μ l de ADN purificado a 45 μ l de MIX PCR (para una muestra : agua : 31,5 μ l ; buffer de PCR : 10 μ l ; dNTP : 1 μ l ; primers F : 1 μ l ; primers R : 1 μ l ; Taq polimerasa : 0,5 μ l).

Cada PCR (Termociclador PCR Sprint, Thermo Hybaid) se realizó según los parámetros de ciclos siguientes (Schwartz *et al.*, 2003):

- 2 minutos a 94°C.
- 35 ciclos de 30 segundos a 94°C, 30 segundos a 60°C y 30 segundos a 72°C.
- Extensión final de 30 minutos a 72°C.

En seguida, Primero, 5 μ l de cada producto PCR se mezclaron a 2 μ l de SYBR Green y 2 μ l de buffer GoTaq, los 9 μ l finales se depositaron en pozos de un gel de agarosa 1% (buffer TBE (Tris-Borato-EDTA) y se les dejó migrar (cuba de electroforesis CBS Scientific Co, P.O. Box 856, Del Mar, California 92014, modelo « MGU-602T »; generador de corriente Thermo EC, EC105).

Luego se repitió lo mismo con un gel de agarosa 1,5% para cada producto PCR. En un pozo de cada gel se encontraba el marcador hyper ladder IV (Bioline) (10 μ l de marcador con 2 μ l de SYBR Green).

Construcción de árboles filogenéticos

Con los resultados obtenidos de la electroforesis, se utilizó el software Fingerprinting II (versión 3.00; Bio-rad Laboratories, Inc) para construir los árboles filogenéticos correspondientes. Para lo cual se utilizó el índice de Ochiai a 5% de tolerancia.

Se construyeron los árboles filogenéticos de cada microsatélite solo; posteriormente se construyó el árbol final a partir de los datos de los 2 árboles aislados. La utilización de varios microsatélites

permite una mejor discriminación de los individuos para asegurar con más confianza los análogos y sus diferencias.

RESULTADOS

Análisis moleculares

Se obtuvieron resultados visibles después de las electroforesis solamente para los microsatélites GP 55 en gel de agarosa 1% y GP 96 en gel de agarosa 1% et 1,5%.

Las electroforesis realizadas con los productos PCR de GP 26 no dieron resultados.

Los geles de agarosa al 1,5% dieron resultados más precisos, de esta manera, se utilizaron por el análisis el único gel obtenido por GP 55 y el gel de GP 96 al 1,5% de agarosa.

Filogenia de los 18 individuos

Se construyeron los arboles filogenéticos separados de los geles citados.

Después, y así mismo, se construyó el árbol final (Figura 1) compilando los datos de los 2 primeros árboles. El árbol final se construyó con la tolerancia ya fija por los arboles separados pero dando más importancia al árbol obtenido por GP 96 porque este gel era más preciso.

La matriz de porcentajes de similitud entre individuos es presentada en la figura 3.

La utilización de 2 marcadores genéticos permite afirmar que individuos totalmente similares (100%) en el árbol filogenético final tienen un lazo de parentesco fuerte como hermano-hermana.

Para este estudio, se aconseja utilizar los grupos con 90% de similitud, el hecho de elegir un punto más grande comportaría el riesgo de introducir en el grupo fundador individuos con lazos fuertes. De esta manera, se obtuvieron 4 grupos de tortugas diferentes (Figura 2) mientras que solamente eran 3 grupos con la análisis de los resultados de GP 96 solos y 4 grupos (diferentes de los que tenemos al final) con la análisis de los resultados de GP 55 solos.

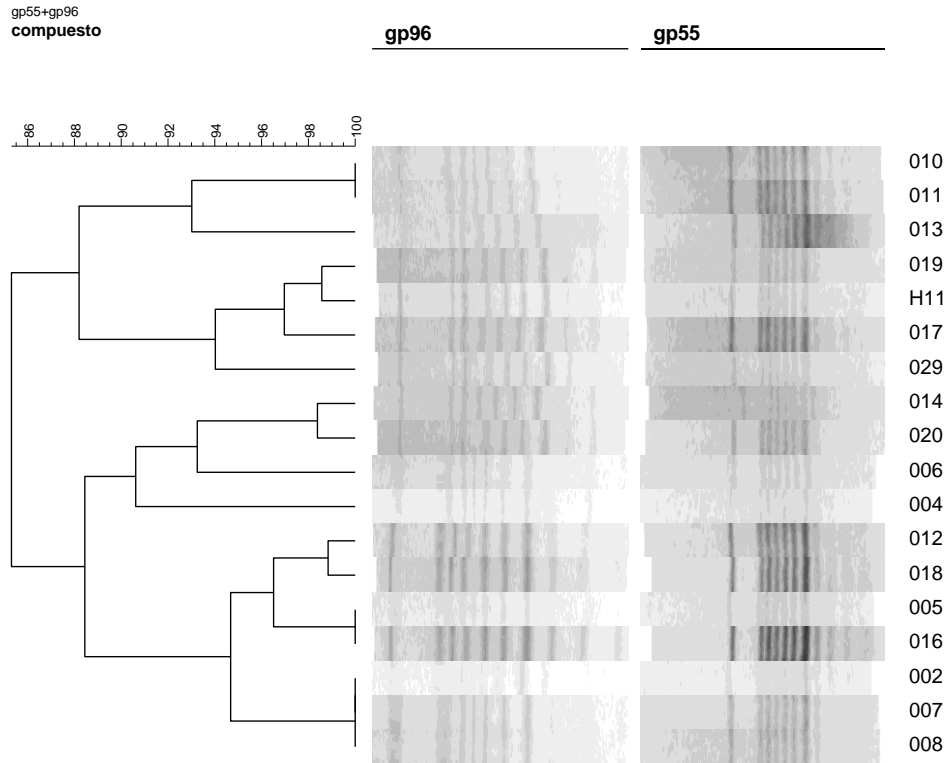


Figura 1. Árbol filogenético obtenido con las análisis de los microsatélites GP 55 y GP 96 con el detalle de los perfiles PCR de cada individuo.

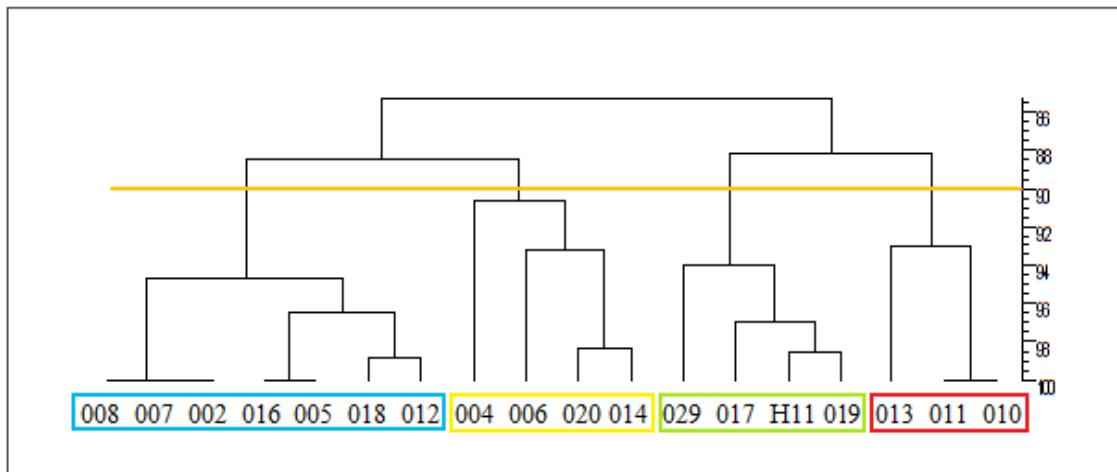


Figure 2. Árbol filogenético enseñando los 4 grupos de tortugas obtenidos (análisis de los microsatélites GP 55 y GP 96).

Se notó en la matriz de similitud (Figura 3) que los individuos los más diferentes, 013 y 016, tienen 67,75 % de similitud. De esta manera, se puede inferir que los individuos 010 y 011 por una parte, 005 y 016 por otra parte y por fin 002, 007 y 008 son respectivamente hermanos y hermanas con 100% de similitud para esos 2 microsatélites.

	010	011	013	019	H11	017	029	014	020	006	004	012	018	005	016	002	007	008	
010	100.00																		
011	100.00	100.00																	
013	91.92	94.10	100.00																
019	85.73	85.73	91.81	100.00															
H11	84.29	84.29	90.57	98.57	100.00														
017	97.73	88.36	94.10	97.61	96.33	100.00													
029	83.33	83.33	88.97	94.43	93.08	94.55	100.00												
014	87.81	87.81	85.24	92.77	90.76	87.81	87.59	100.00											
020	83.20	83.20	86.56	94.29	92.59	92.04	89.03	98.39	100.00										
006	90.66	90.66	85.24	83.93	85.27	81.82	79.25	96.43	90.06	100.00									
004	89.81	89.81	86.69	89.70	88.41	92.09	87.09	88.25	92.48	91.10	100.00								
012	88.54	88.54	67.65	82.42	81.07	82.54	80.34	89.09	85.61	92.07	91.35	100.00							
018	89.81	81.43	68.77	81.31	80.03	83.70	87.09	83.19	84.57	83.19	85.01	98.84	100.00						
005	91.03	91.03	85.67	80.35	79.11	82.64	78.17	87.53	83.67	90.25	91.45	97.83	91.45	100.00					
016	91.03	91.03	67.75	80.35	79.11	82.64	86.07	82.35	83.67	90.25	83.95	97.83	98.94	100.00	100.00				
002	93.45	86.88	80.63	84.49	83.20	86.88	82.17	83.77	87.99	86.61	88.25	94.99	96.16	87.19	95.09	100.00			
007	93.45	93.45	80.63	84.49	83.20	86.88	82.17	92.10	87.99	94.95	96.16	94.99	96.16	95.09	95.09	100.00	100.00		
008	93.45	93.45	71.19	84.49	83.20	86.88	82.17	92.10	87.99	94.95	96.16	94.99	96.16	95.09	95.09	100.00	100.00	100.00	

Figura 3. Matriz de los porcentajes de similitud entre individuos.

DISCUSION

Análisis moleculares

En lo que se refiere a los análisis moleculares, hay que señalar que es difícil extraer sangre a una tortuga y dado que los individuos elegidos no pesan mucho solamente es posible extraer una cantidad reducida (en teoría equivalente al máximo a 5% del peso del animal). Sin embargo, se pudo obtener ADN en cantidad suficiente para realizar el estudio.

La electroforesis de los productos PCR de GP 55 en gel de agarosa 1,5% no dieron los resultados esperados, mientras que los mismos productos dieron resultados concluyentes en gel de agarosa 1% y ningún resultado fue visible con las electroforesis de los productos PCR GP 26. El hecho que el marcador sea siempre visible en los geles nos permite deducir que la única razón que puede explicar la falta de resultados, es la destrucción rápida y sin causa aparente de las ampliaciones PCR y del ADN purificado. En efecto, la realización de otras PCR no nos permitió obtener nuevos resultados y todos los resultados que obtuvimos fueron los que se realizaron más rápidamente después de la purificación de ADN. Por lo cual se considera necesario tomar en cuenta este parámetro en caso de repetición de la metodología.

Sin embargo, los resultados finales fueron suficientes para construir una filogenia de los 18 individuos testados.

Filogenia obtenida

Se encontraron 4 grupos de tortugas diferentes. Según la matriz de similitud (Figura 3), los individuos los más similares ya tienen 67,75% de similitud para los 2 microsatélites utilizados lo que es un fuerte porcentaje.

Los individuos totalmente similares entre ellos representan 3 grupos es decir 7 individuos por 3 genotipos diferentes.

Al final, tenemos un total de 4 perfiles (con 90% de similitud) para 18 individuos lo que es poco en términos de diversidad (Figura 2). Sin embargo, hipotéticamente esperábamos resultados diferentes. En efecto, la población de *G. flavomarginatus* que vive en cautiverio sufrió de un primer cuello de botella en la naturaleza con la fragmentación y disminución de sus poblaciones con las consecuencias genéticas posibles como la pérdida de heterocigosidad por apareamientos entre emparentados (Hailer *et al.*, 2006; Leberg, 1992) y eso desde varias generaciones. Cuando fue creada la población en cautiverio en 1993 en la URUZA, la población sufrió de un efecto fundador que aumentará los efectos ya citados cuando la próxima generación será capaz de reproducirse si nada está hecho contra eso.

El número de reproductores en los parques es satisfactorio, 11 hembras y 8 machos, pero 2 hembras están aisladas en otro parque sin macho adulto, así el grupo se limita a 17 reproductores posibles al total lo que representa 72 apareamientos potenciales. Aunque unos individuos no fueron identificados, faltarían poco (en comparación, 10 hembras y 7 machos fueron identificados en 2007).

El problema es que los individuos no alcanzan su madurez sexual antes de los 15 a 20 años (González and Aguirre, 2006), así desde 1993, es decir 15 años, los mismos individuos se reproducen entre ellos, sin renovación del grupo reproductor y cuando por fin llegarán nuevos individuos en este grupo, solamente serán descendientes del grupo inicial así pues sin aportación de una nueva diversidad genética.

Además, es importante saber que existe una jerarquía en los machos *G. flavomarginatus* (Aguirre *et al.*, 1984; González and Aguirre, 2006) cuya consecuencia es que el tamaño eficaz o número de individuos que tienen acceso a la reproducción es inferior al tamaño del grupo. Eso se observa en particular con el hecho de que cada año, hay muy pocas camadas (la reproducción sucede una vez al año después de las lluvias del verano). Eso significaría que todas las hembras tampoco se reproducen cada año, sino, deberíamos tener más camadas cada año y más grupos diferentes en nuestro estudio.

Así, encontrar 4 grupos diferentes muestra que los apareamientos son pocos variados, lo que puede ser una consecuencia directa de una jerarquía fuerte que perdura en la población de la URUZA con por ejemplo un macho dominante que sería el padre de numerosos juveniles. Sin embargo, no conocemos los antecedentes familiares de los adultos presentes en cautiverio, si no tienen lazos de parentesco, en este caso, los juveniles presentes en cautiverio no son consanguíneos y no se puede hablar de endogamia por el momento. Si al contrario, tenemos en el grupo de adultos individuos con lazos de parentesco más o menos fuertes y es lo más probable porque muchos son oriundos del mismo lugar, en este caso, es posible que los apareamientos

entre adultos sean endogámicos y que varios juveniles sean consanguíneos. Por la jerarquía, ciertos apareamientos jamás existirán y el asar puede hacer que sean los entre emparentados que fueron evitados pero dadas las fuertes similitudes entre individuos, podemos hacer la hipótesis que los individuos reproductores son realmente emparentados y que eso asociado a los efectos de la jerarquía (reducción del tamaño eficaz) aumentan la disminución de diversidad observada en la población de la URUZA.

CONCLUSION

La tortuga de Mapimí sufrió fuertes presiones, antrópicas principalmente que condujeron a su clasificación en especie en peligro de extinción. Su desaparición comportaría graves consecuencias en la estructura y la dinámica del ecosistema en que vive.

Con el objetivo de mantener y reforzar las poblaciones naturales en número de individuos y diversidad genética, queríamos crear un grupo fundador que hubiera podido ser al origen de generaciones genéticamente variadas para después reintroducirlas en su medio ambiente natural.

Sin embargo, los juveniles examinados mostraron muy poca diversidad, consecuencia de una endogamia que se extiende desde una o más generaciones y/o de una jerarquía fuerte en la población en franco declive del tamaño eficaz de la población. La mejor solución para aplicar este proyecto será utilizar a la vez tortugas cautivas y tortugas de las poblaciones naturales para introducir un máximo de diversidad genética. El estudio se podrá hacer según la misma metodología que la utilizada en este estudio. Se necesitará mínimo 20 a 30 individuos para crear el grupo fundador y habrá que vigilar a obtener apareamientos variados con la participación de cada reproductor, es decir maximizar el tamaño eficaz.

Finalmente, nuestro estudio nos permitió darnos cuenta del estado genético de la población en cautiverio. La falta de diversidad en la generación de juveniles puede ser prueba de endogamia tan como de expresión fuerte de la jerarquía. Así, es necesario estudiar la heterocigosidad para conocer el estado de la población de tortuga adulta de la URUZA y los lazos de parentesco para poder aplicar un sistema de reproducción controlado si necesario para favorecer ciertos apareamientos. Lo seguro es que dejar la población de la URUZA aislada o sin controlar las reproducciones la llevará a su desaparición. En efecto, cuando la próxima generación será capaz de reproducirse, se observará apareamientos entre emparentados si ya no es el caso. Una solución posible podría ser de liberar esos individuos en las áreas naturales protegidas existentes.

LITERATURA CITADA

Adest, G. A., Aguirre León, G., Morafka, D. J. and Jarchow, J. V. 1989. Bolsón Tortoise (*Gopherus flavomarginatus*) conservation: I. Life history. *Vida sylvestre neotropical*, 2(1):7-13 (1989).

Aguirre León, G. 1995. Conservation of the Bolson Tortoise, *Gopherus flavomarginatus*. *Publ. Soc. Herpetol. Mex.* No. 2 (1995).

Aguirre, G., Adest, G. A. et Morafka D. J. 1984. Home range and movement patterns of the bolson tortoise *Gopherus flavomarginatus*. *Acta Zool. MEX(NS)*.

Aguirre León, G., Morafaka D. J. and Adest G. A. 1997. Conservation strategies for the bolson tortoise, *Gopherus flavomarginatus*, in the Chihuahuan desert. Proceedings: Conservation, Restoration and Management of Tortoises and Turtles, An International Conference. pp. 333-338 (1997). The New York Turtle and Tortoise Society.

Amos, W. and Balmford, A. 2001. When does conservation genetics matter? *Heredity*, 87:257-265 (2001).

Bohonak, A. J. 1998. Genetic population structure of the fairy shrimp *Branchinecta coloradensis* (Anostraca) in the Rocky Mountains of Colorado. *Can. J. Zool.* 76:2049–2057 (1998).

Boileau, M. G., Heber, P. D. N. and Schwartz, S. S. 1992. Non-equilibrium gene frequency divergence: persistent founder effects in natural populations. *J. evol. Biol.* 5:25-39 (1992).

Bury, R. B., Morafaka D. J. and McCoy C. J. 1988. Part I. Distribution, abundance and status of the bolson tortoise. *Annals of Carnegie Museum*, 57:5-30 (1988).

Crnokrak, P. and Roff, D. A. 1999. Inbreeding depression in the wild. *Heredity*, 83:260-270 (1999).

Frankham, R. 1995. Conservation genetics. *Annu. Rev. Genet.* 29:305-327 (1995).

González Trápaga, R. and Aguirre León, G. 2006. La tortuga del Bolsón, *Gopherus flavomarginatus*. *Reptilia, Revista especializada en reptiles, anfibios y artrópodos*, 62:26-31, Diciembre de 2006.

Hailer, F., Helander, B., Folkestad, A. O., Ganusevich, S. A., Garstad, S., Hauff, P., Koren, C., Nygård, T., Volke, V., Vilà, C. and Ellegren, H. Bottlenecked but long-lived: high genetic diversity retained in white-tailed eagles upon recovery from population decline. 2006. *Biol. Lett.* 2:316–319 (2006).

Hogg, J. T., Forbes, S. H., Steele, B. M. and Luikart G. 2006. Genetic rescue of an insular population of large mammals. *Proc. R. Soc. B*, 273:1491–1499 (2006).

Keller L. F. and Waller D. M. 2002. Inbreeding effects in wild populations. *Ecology & Evolution* Vol. 17 No. 5, May 2002.

Lacy, R. C. 1994. Managing genetic diversity in captive populations of animals. *Restoration of Endangered Species*, pp. 63-89.

Leberg, P. L. 1992. Effects of population bottlenecks on genetic diversity as measured by allozyme electrophoresis. *Evolution*, 46:477-494 (1992).

Lippé, C. 2006. Conservation génétique du chevalier cuirvé (*Moxostoma Hubbsi*): Effet tampon du temps de génération sur l'érosion de la diversité génétique. Faculté des sciences et génies, université Laval, Québec.

- Lynch, M., Conery, J. and Burger, R. 1995. Mutation Accumulation and the Extinction of Small Populations. *The American Naturalist*, Vol. 146, 4:489-518 (1995).
- McCommas, S. A. and Bryant, E. H. 1990. Loss of electrophoretic variation in serially bottlenecked populations. *Heredity*, 64:315-321 (1990).
- Moon, J. C., McCoy, E. D. Mushinsky, H. R. and Karl S. A. 2006. Multiple paternity and Breeding system in the Gopher Tortoise, *Gopherus polyphemus*. *Journal of Heredity*, 97(2):150–157 (2006).
- Morafka, D. J. 1988. Part III. Historical biogeography of the bolson tortoise. *Annals of Carnegie Museum*, 57:47-72 (1988).
- Morafka, D. J., Aguirre, G. L., and Murphy, R. W. 1994. Allozyme differentiation among gopher tortoises (*Gopherus*): conservation genetics and phylogenetic and taxonomic implications. *Can. J. Zool.* 72:1665-1671 (1994).
- Newman, D. and Pilson, D. 1997. Increased probability of extinction due to decreased genetic effective population size: experimental populations of *Clarkia pulchella*. *Evolution* 51:354–362 (1997).
- Packer , C., Pusey, A., Rowley, H., Gilbert, D. A., Martenson, J. and O'brien, S. J. 1991. Case study of a population bottleneck: Lions of the Ngorongora Crater. *Conservation Biology*, 5:219-237 (1991).
- Reed, D. H. and Frankham R. 2003. Correlation between fitness and genetic diversity. *Conservation Biology*, 17:230-237 (2003).
- Schwartz, T. S., Osentoski, M., Lamb, T., and Karl, S. A. 2003. Microsatellite loci for the North American tortoises (genus *Gopherus*) and their applicability to other turtle species. *Molecular Ecology Notes*, 3:283-286 (2003).
- Tallmon, D. Luikart, G. and Waples, R. 2004. The alluring simplicity and complex reality of genetic rescue. *Ecology and Evolution*, 19:489-496 (2004).
- Westemeier, R. Brawn, J. Simpson, S. Esker, T. Jansen, R, Walk, J. Kershner, E. Bouzat, J. and Paige, K. 1998. Tracking the long-term decline and recovery of an isolated population. *Science*, 282:1695-1698 (1998).

Ornitofauna en las diferentes asociaciones vegetales de la reserva de la biosfera de Mapimí, Durango.

Bailón García Carlos Ernesto¹, Muro Gisela^{1*}, Sánchez Jaime¹, Jurado Enrique² y Grageda Miguel³.

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Universidad s/n Fracc. Filadelfia. C.P. 35010, Gómez Palacio, Dgo. ² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. A. P. 41. Carretera Nacional km 145, Linares, N.L. 67700, México. ³ CONANP Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. *Autor de Correspondencia: giselamuro@ujed.mx

INTRODUCCIÓN

Las aves que constituyen una de las principales especies que se conocen en la biodiversidad biológica. En México se estima que el número de aves son de 1,060 especies y que una pequeña parte son migratorias. Por causas de la destrucción y desfragmentación de hábitats ha llevado que muchas de las aves migratorias se encuentren en peligro a la hora de invernarse en sus áreas de alimentación o descanso (Ortiz Pulido et al. 2000). La mayoría se van a refugiar en áreas Neotropicales en México ya que en esas partes del país se concentra más la migración por estas especies (Berlanga et al. 2007). En las zonas semiáridas de México las aves son las más abundantes en estas regiones, siendo así que gran parte de la vegetación del lugar depende principalmente de estos agentes dispersores, contribuyendo a la mayoría de las plantas dispersarse por estos mecanismos. Por esto fue iniciado y realizado este trabajo para contribuir al conocimiento de la ornitofauna en las diferentes asociaciones vegetales en zonas áridas, ya que se cuenta con pocos trabajos realizados en el norte del país y en las entidades de la región.

OBJETIVOS

En el presente estudio tuvo como objetivo comparar en las diferentes asociaciones vegetales y preferencia de hábitat (Vegetación Halófila, Pastizal Exótico, Matorral Halófilo, Cuerpo de agua, Matorral Rosetófilo, Vegetación de dunas, Matorral Micrófilo, Pastizal Halófilo) de aves migratorias y residentes en la Reserva de la Biosfera de Mapimí.

Palabras clave: Dispersión de semillas, avifauna en zonas áridas, preferencia de hábitat.

MÉTODOS

Se realizaron dos monitoreos para las aves migratorias (invierno) y residentes (verano), cada monitoreo se empleó una semana de trabajo en campo, con cinco brigadas, cada una con un observador y un anotador para cubrir los 121 puntos. En cada punto de observación se registraron los siguientes datos (10 minutos y 20 en cuerpos de agua), número de aves observadas (detección acústica o visual), distancia de observación y tipo de vegetación del sitio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró un total de 93 especies de aves en 14 órdenes, 37 familias y 67 géneros, de las cuales 38 se observaron en Matorral micrófilo, 32 en Pastizal halófilo, 28 en Matorral rosetófilo, 12 en

Vegetación de dunas, 10 en Vegetación halófila, 32 en Cuerpos de agua, 8 Vegetación rosetófila y 15 en Matorral halófilo. En la temporada de invierno se registro el mayor número de aves tanto migratorias como residentes, prefiriendo el Matorral micrófilo como preferencia de hábitat ya sea sitio de percha o de alimentación. Este estudio contribuye mucho al conocimiento de la ornitofauna en zonas aridas y al comportamiento de las aves en las asociaciones vegetales.

Preferencia hábitat

Para determinar la preferencia de hábitat de las aves se adecuo a los puntos de monitoreo establecidos por la CONANP, así determinando el tipo de asociación vegetal y las especies de plantas dominantes de dichos sitios, tanto en la temporada de invierno como la de verano.

Con los cuales se determinaron las siguientes asociaciones vegetales y la abundancia de las especies de aves por cada sitio, comparándolas en las diferentes temporadas

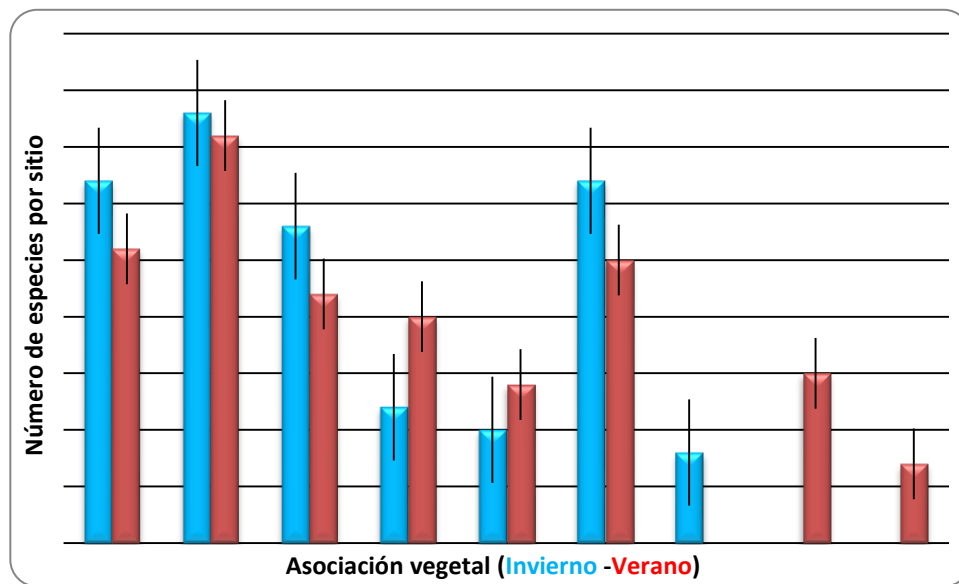


Figura 1. Distribución de especies de aves determinadas por el tipo de asociación vegetal en la RBM.

LITERATURA CITADA

Berlanga, H., Brambila, J., Castillejos, E., Cruz, M., Díaz, D., Escobar, M., Garza, A., Gómez de Silva, H., Grosselet, M., Hinojosa, O., Oliveras, A., Mellink, E., MacKinnon, B., Montejo, J., Ortiz-Pulido, R., Pérez, M., Riojas, M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-Gonzalez, L. 2007. Taller: "Revisión y recategorización de las AICAS de México" Mineral del Chico, Hidalgo. En: Pagina de la red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO/NABCI, Birdlife Intl. 2008.

Garza Herrera A., Elizabeth E. Aragón Piña., M. Neri Fajardo., A. Sánchez Ríos., G. De León Mata., S. Gutiérrez Reyes. Guía de aves de la Reserva de la Biosfera de Mapimí.

Ortíz-Pulido, R., J. Laborde y S. Guevara. 2000. Frugivoría por aves en un paisaje fragmentado: consecuencias en la dispersión de semillas. *Biotropica* 32: 473-488.

Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Humedad disponible en el suelo y actividad fotosintética en árboles en producción de nogal pecanero (*Carya illinoensis*).

Rodríguez González Mayela^{1*} y Arreola Ávila Jesús Guadalupe¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Km. 40, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Durango. CP. 35230.

*Autor de correspondencia: maye.rodriguez@chapingo.uruz.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El nogal pecanero es uno de los frutales de mayor importancia económica en el norte de México, con una producción total de 125,758.45 ton, siendo el estado de Chihuahua el principal productor con un 63.71% de la producción total nacional, seguido de Coahuila, Sonora y Durango. Actualmente, en La Comarca Lagunera, el valor de la producción de nuez ocupa el primer lugar entre los frutales de la zona, con un valor de \$181, 205.49 (SIAP, 2014). Las huertas de nogal pecanero en el norte de México se desarrollan bajo un clima de tipo semidesértico y restringida disponibilidad de agua, lo que ocasionan problemas fisiológicos (brotación irregular, caída de flores y frutos, y viviparidad) que afectan considerablemente el rendimiento y calidad de la nuez. La viviparidad se presenta como un mecanismo de sobrevivencia que han desarrollado las especies nativas, para asegurar su perpetuidad. Consiste en la continuación del crecimiento de la semilla (germinación) al momento de alcanzar la maduración del fruto, aun cuando se encuentra en el seno de la planta madre (Lagarda, 2012). Ocurre por la falta de mecanismos de control de crecimiento del embrión, al alcanzar la maduración; estos gobiernan el aumento de la concentración de inhibidores en los tejidos de la semilla, evitando así la germinación (McCarty, 1995). Se considera que la germinación es una reactivación del crecimiento causada por estímulos ambientales simples como disponibilidad de agua y oxígeno, o más complejos como interacciones entre temperatura y luz y cambios entre promotores e inhibidores endógenos. Desde el punto de vista fisiológico, la fotosíntesis responde a factores ambientales como la radiación fotosintética, concentración de dióxido de carbono ambiental, temperatura, y disponibilidad de agua, siendo importante en la productividad y, por tanto, en el rendimiento de los cultivos, ya que estos dependen en gran medida de la tasa fotosintética en un ambiente que cambia constantemente (Fernández y Johnston, 2006). Por lo anterior, el objetivo principal del presente trabajo fue evaluar la relación entre la humedad disponible en el suelo y la actividad fotosintética en árboles en producción de nogal pecanero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue llevado cabo en una huerta de nogal en producción en la pequeña propiedad Tierra Blanca, Municipio de Viesca, Coahuila. Para realizar dicho trabajo, se aplicó un diseño completamente al azar, con tres niveles de estudio en cinco repeticiones. Siendo los niveles de estudio la disponibilidad de agua en el suelo, se establecieron tres tratamientos con diferente contenido de agua: el primero con 340 Lm^{-3} , el segundo 200 Lm^{-3} y el tercero 230 Lm^{-3} que se consideró como testigo. Un árbol se consideró como unidad experimental, bajo un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. Los árboles se seleccionaron con base en el diámetro del tronco y características de vigor semejantes. Cuatro puntos fueron marcados en la copa de cada árbol, en dirección a los puntos cardinales y en referencia a estos se realizaron medidas de fotosíntesis en un intervalo de quince días. La fotosíntesis fue medida en la parte media de la hoja, usando un medidor portátil de fotosíntesis (IRGA, LI-COR 6400). La humedad disponible en el suelo se registró en tres profundidades 0-40, 40-80 y 80-120 cm. Se utilizaron sensores de humedad y un equipo de monitoreo de humedad del suelo formado por Datalogger Em50 y un sensor de tipo capacitivo EC-5 de DECAGON®. Las medidas de estas variables fueron tomadas en el periodo durante las etapas fenológicas llenado de almendra, apertura de ruezno y madurez (julio-septiembre del 2016). Los datos obtenidos fueron analizados con el programa SAS versión 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran la respuesta de la actividad fotosintética del árbol bajo diferentes condiciones de humedad edáfica. Existieron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en la fotosíntesis para los tres tratamientos de humedad, los árboles con un contenido de humedad de 340 Lm^{-3} presentaron valores $8.98 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, en comparación con los de menor disposición de humedad, 230 y 200 Lm^{-3} los cuales presentaron registros de 7.58 y 2.14 , respectivamente. La mayor actividad fotosintética se observó en la orientación este y norte, con valores de 8.03 mientras que sur y oeste se presentaron valores de 5.87 y 4.67 . Esta variable fue mayor en la etapa fenológica de llenado de almendra, con 7.11 . Respecto a las etapas fenológicas analizadas, el llenado de almendra tuvo los mejores registros con $7.11 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ mientras que en apertura de ruezno y madurez fisiológica fueron de 6.25 y 5.79 . Se observó una correlación entre fotosíntesis y humedad disponible, lo que indica que el abatimiento de humedad influye directamente en la fotosíntesis del árbol.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican que la actividad fotosintética del nogal es afectada por la condición de humedad del suelo principalmente, sin embargo la orientación y las etapas fisiológicas del árbol influyen directamente en esta variable.

LITERATURA CITADA

Fernández, G. y Johnston, M. (2006). Fisiología Vegetal. Capítulo XX. Crecimiento y temperatura. Fisiología Vegetal (F. A. Squeo & L. Cardemil, eds.). Ediciones Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

Lagarda M., A. (2012). La germinación prematura de la nuez pecanera (viviparidad). Memoria científica, XIII Simposio Internacional de Nogal Pecanero. Hermosillo, Sonora. Pp.58.

McCarty D. R. (1995). Genetic control and integration of maturation and germination pathways in seed development. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 46:74 - 93.

SIAP. (2014). Cierre de la producción agrícola por estado. Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado el 15 de abril de 2016 en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>

Distribución natural y potencial productivo de candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*) en el norte de México.

Vargas Piedra Gonzalo^{1*} y Martínez Salvador Martín²

¹Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA). Km. 40, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Durango. CP. 35230. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental La Campana-Aldama.

*Autor de correspondencia: vapig@chapingo.uruza.edu.mx

INTRODUCCIÓN

La candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*) es una especie arbustiva nativa de América del Norte, fue descrita por primera vez por Zuccarini en 1832, quien señaló que se utilizó el látex como remedio contra las enfermedades venéreas (Scora et al., 1995). Es una especie forestal no maderable de mucha importancia económica. La recolección de la misma es para la producción de cera natural, y representa una de las actividades económicas más importantes del Desierto de Chihuahuense (Instituto de la candelilla, 2013). Los estados con mayor superficie de candelilla son los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León (CONABIO, 2008). Actualmente el aprovechamiento de la candelilla se realiza por “Candelilleros”, cuyo número es más de 3,500, distribuidos en 230 ejidos de 33 municipios del noreste rural de México, (Rojas et al., 2011). México es el único país exportador de cera de esta planta de origen silvestre. El uso de la cera de candelilla es muy diverso y es utilizada actualmente en más de 20 industrias distintas en todo el mundo, principalmente en la Unión Europea, los Estados Unidos y Japón (Multiceras, 2016). La candelilla generalmente crece en suelos de tipo Litosol, Regosol y Xerosol, con una textura mediana con poca profundidad de suelo, pero con buen drenaje, se aprecia en planicies, lomeríos y montañas con una exposición dominante de Este a Sur, y a alturas de hasta 2,500 msnm en climas muy áridos y semiáridos (Bw y Bs), donde se presentan precipitaciones desde 100 hasta 500 mm anuales (Scora et al., 1995). La candelilla ha sido intensamente utilizada; sin embargo, no se observan incrementos en el desarrollo económico y social de las familias involucradas en el proceso de recolección. Se desconoce la de distribución espacial y potencial de la candelilla de forma más exacta, por tanto es necesario encontrar la distribución e identificar la influencia de indicadores biofísicos sobre la productividad esta especie y las principales especies asociadas en esta distribución debido al gran valor económico que representa en las zonas áridas semiáridas en el desierto Chihuahuense.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región de estudio comprendió los estados de Zacatecas, Durango, Coahuila y Chihuahua, y se llevó a cabo desde 2011 al 2013. La metodología se divide en tres etapas: La primera etapa consistió en la identificación de los tipos de comunidades vegetales de zonas áridas y semiáridas de la región de estudio, esto con ayuda de la cartografía del Inventario Nacional Forestal (INF) series II y/o III desarrollada por el INEGI escala 1:250,000. La segunda etapa tuvo como finalidad encontrar la distribución de especies, obtenida por el proceso de Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS), e identificar el rango de distribución natural de las poblaciones de candelilla, apoyándonos con la cartografía de INEGI. Etapa 3 recopilación de información espacial y estadística, y con recorridos de campo. La finalidad de esta etapa fue para determinar el potencial productivo de la candelilla y consistió en realizar muestreos en sitios pre seleccionados que para conocer los indicadores de productividad. Cada sitio de muestreo comprende un conglomerado de 16 círculos distribuidos espacialmente en un área rectangular de 400 x 600 metros, cada círculo se obtuvo información de vegetación sobre la especie de interés y principales especies que se asocian a las poblaciones de candelilla, los círculos están delimitados por una área de 250 m², dividido en cuatro cuadrantes.

RESULTADOS

Los tipos de vegetación donde encontramos candelilla distribuida de manera natural con la cartografía INF complementada con la información de muestreos, fueron de tres tipos: Matorral desértico rosetófilo con una superficie de 7,306,348.97 has, Matorral desértico micrófilo con 1,189,552 has y 30,345.28 has de chaparral. La superficie total estimada donde encontramos la candelilla en el desierto Chihuahuense es de 8,526,336.96 has. La información de los conglomerados de los muestreos y sus indicadores de productividad permitió obtener tres categorías potencial productivo para la candelilla que fueron alto potencial, medio potencial y bajo potencial. El Estado de Chihuahua presentó un potencial medio y bajo de productividad de candelilla, predominando áreas con medio potencial en los lugares como Ojinaga, Camargo y Jiménez, mientras que en el estado de Durango se observaron predominantemente áreas de alto potencial productivo localizadas en Cuencame, San Juan de Guadalupe, Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí y Tlahualilo. Zacatecas tuvo predominancia de medio potencial productivo en la parte que colinda con los estados de Durango y Coahuila, y se observaron áreas muy marcadas con bajo potencial. El Estado de Coahuila fue el que presentó mayor área de candelilla con medio y alto potencial productivo en predominado este último (Figura 1).

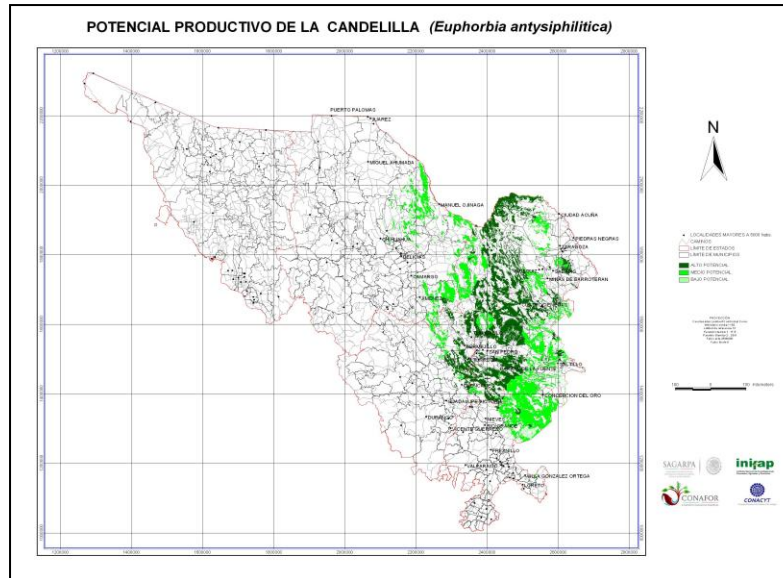


Figura 1. Potencial Productivo de la candelilla en el norte de México

La densidad promedio de individuos asociados a las poblaciones de candelilla por conglomerados de 250 m² fueron 1502. De un total de 66 especies presentes promedio en los conglomerados de la vegetación asociada a las comunidades candelilla con un mayor valor de importancia están: *Bouteloua barbata*, *Bouteloua curtipendula*, *Agave lechuguilla*, *Viguiera cordifolia*, *Rhus microphylla* y *Hechtia glomerata*.

CONCLUSIONES

El incorporar información geoespacial como indicadores de productividad permite categorizar zonas o áreas por su potencial productivo que conllevan a un mejor manejo de los recursos. Las especie vegetales asociadas a la candelilla con mayor valor de importancia resultaron ser dos pastos que ayudan mucho en el alimento del ganado y son retenedores de suelo. La lechuguilla fue otra especie de gran valor económico de zonas áridas asociada a *Euphorbia antisiphylitica*, permitiéndonos aseverar que las condiciones biofísicas y su distribución sea semejante.

LITERATURA CITADA

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). 2008. Conservación uso y comercio de la candelilla. Taller nacional. México D.F. 3p.

Multiceras. 2016. Candelilla Real. Consultado 19 de agosto de 2016, disponible en <http://multiceras.com/es/candelilla-real>

Instituto de la candelilla. 2013. Consultado 18 de agosto de 2016, disponible en: http://www.candelilla.org/?page_id=530&lang=es

Rojas M, R.; Saucedo P. S.; De León Z. M.; Jasso C, D., y Aguilar, C.N. 2011. Pasado, presente y futuro de la candelilla. Revista mexicana de ciencias forestales 2, 7-18.

Scora, G. A.; Ahmed, M. R.; Scora, W. 1995. Epicuticular hydrocarbons of candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*) from three different geographical areas. *Industrial crops and products* 4: 179-184.

Análisis de fertilidad y agentes microbianos micóticos en abono natural producido por “Hormiga arriera” *Atta mexicana* en el sureste de Durango

Gonzalo Hernández Ibarra^{1*} y Blando Navarrete José Luis¹

¹ Maestro en Ciencias, Profesor-Investigador de tiempo completo de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo; Km 40 de la Carretera Gómez Palacio, Durango-Cd. Jiménez Chihuahua, C.P. 35230. Teléfono laboral 872 77 60160 y 60190, Bermejillo, Mapimi, Durango.

*Autor de correspondencia: chalonza2011@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

El suelo a lo largo de millones de años de continua evolución y uso por parte de los seres vivos, resaltando el ser humano, sigue mostrando en la actualidad aspectos desconocidos del mismo o poco evaluados; puesto que las interacciones entre biota que lo habita conformada por millones de organismos, ejerce cambios cotidianos acordes a la adaptación evolutiva que para cada especie se va presentando y el uso futuro del hábitat con las nuevas características de las cadenas tróficas, sucesiones y cambios estructurales de cada componente del ecosistema en su conjunto. Los insectos como la clase taxonómica visible predominante en el suelo destaca por la población total, al igual que el grupo de las hormigas lo hacen adaptadas a las condiciones del ambiente más adversas que se puedan encontrar en el planeta.

OBJETIVO

Caracterizar la fertilidad y los componentes microbiológicos del abono de hormiguero de *Atta mexicana* Smith en el sureste del estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en los meses de Abril a Julio de 2016 se muestreo abono natural producido por la hormiga arriera *Atta mexicana* Smith; en el potrero Collins (750 ha), del Ejido El Refugio municipio de Poanas, Durango. Metodología. Se buscó en la red un mapa de Google Maps 2016 a partir de este punto georreferenciado, se trazaron las cuatro líneas hacia cada dirección Norte, Sur Este y Oeste. Se trasladó a la región de estudio donde se realizaron recorridos de ubicación de sitios o nidos de hormiga arriera en transectos de 1.2 km hacia los cuatro puntos cardinales partiendo del centro previamente georeferenciado. Se localizó a nidos de hormigas arrieras donde se colectó una muestra del abono generado en una bolsa de papel dextraza, a la cual se le etiquetó para su posterior identificación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fortanelli *et al.*, (2002) dicen que Haines (1978) analizó el valor nutrimental de diez muestras de desechos de *A. colombica*; y encontró valores de 3.06 %, 0.26 % y 1.45 % para N, P y K,

respectivamente. Estas cantidades pueden interpretarse, en relación con los estiércoles convencionales, como altas para N y K, y similares para P. Fortanelli y Aguirre (2000) encontraron, para dos muestras de desechos de hormiga arriera en Santa María del Río, S.L.P., porcentajes altos de K (1.53) pero bajos de P (0.04); los agricultores les señalaron que ese era un abono "caliente", sólo superado en calidad por el sirle (estiércol de ovinos y caprinos). Los porcentajes anteriores difieren de los obtenidos para el presente estudio los cuales son: N, P, K, Carbonatos (CaCO_3), Fe, Cu, Zn y Mn; 24.1, 36.4, 16.05 %, 210, 2.55, 0.89, 1.05 y 3.22 respectivamente; donde los valores se expresan en ppm; son óptimos para N y Fe y superiores al óptimo recomendado para todos los demás elementos, analizados bajo el método de la NOM-021-RECNAT-2000. Los agentes microbianos encontrados fueron: *Aspergillus sp* con 5×10^3 UFC/ml; *Aspergillus flavus* con 6.6×10^4 UFC/ml; *Aspergillus alliaceus* 3×10^3 UFC/ml; *Rhizoctonia sp* con 2×10^4 UFC/ml y *Penicillium sp* con 1×10^4 UFC/ml; acorde a la NOM-111-SSA1-1994 análisis realizado en el Laboratorio de la Cooperativa Agropecuaria de Gómez Palacio en el mes de agosto de 2016. Particularmente para el hongo *Rhizoctonia solani* Agrios (1985), menciona que este hongo causa enfermedad en todo el mundo, ocasionando pérdidas en la mayoría de las plantas anuales, incluyendo a las malas hierbas, a casi todas las hortalizas, árboles forestales, cultivos mayores, plantas perennes, arbustos y árboles frutales. Además la problemática fitosanitaria se agudiza por la alta susceptibilidad de los granos a ser contaminados por micotoxinas cuando son colonizados principalmente por hongos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. Las aflatoxinas producidas por *A. flavus* y *A. parasiticus*, las fumonisinas, por varias especies de *Fusarium* y las ocratoxinas por especies de *Penicillium* son ejemplos de toxinas producidas por dichos hongos en maíz. La ocratoxina A es una micotoxina producida por el género *Aspergillus* (*A. ochraceus*, *A. alliaceus*, *A. melleus*, *A. ostianus*, *A. petrakii*, *A. sclerotiorum* y *A. sulphureus*). Por lo que afecta a la alimentación de los cerdos en el cual los órganos afectados son el riñón y el hígado, y, al igual, que las aflatoxinas, tiene un efecto inmunodepresor, al provocar necrosis del tejido linfático. Estudios recientes han demostrado que la ocratoxina A posee además propiedades carcinogénicas y teratogénicas. Aunque los resultados son preliminares ya que forman parte de un estudio más exhaustivo y completo, también indican que el suelo evaluado es potencialmente rico en nutrientes también es muy peligroso debido a las enfermedades causadas tanto a las plantas como a los animales sin exceptuar al humano.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El abono orgánico generado por *Atta mexicana* Smith es altamente nutritivo, pero también es altamente infeccioso para las plantas y los animales.

Se deben realizar estudios de distribución de la hormiga arriera *Atta mexicana* Smith, cantidades y uso del abono natural, además de identificar las especies de hormigas que coexisten, tanto en la región de estudio como en el estado de Durango y Regiones donde habite la especie.

Relación interespecífica entre aura (*Cathartes aura*), zopilote (*Coragyps atratus*), y cuije (*Caracara cheriway*) en el sureste de Durango.

Gonzalo Hernández Ibarra^{1*}, Al. Luján Adame Samanta Stfany¹ y Mata Espinosa Miguel Angel¹

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo; Km 40 de la Carretera Gómez Palacio, Durango-Cd. Jiménez Chihuahua, C.P. 35230. Teléfono laboral 872 77 60160 y 60190, Bermejillo, Mapimi, Durango. *Autor de correspondencia: chalonza2011@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

Las aves necrófagas o carroñeras ocupan el último lugar dentro de las cadenas tróficas, pues estas aves son el último eslabón en los procesos ecológicos con lo cual cierran el ciclo de la materia. Los hábitos alimenticios de las aves necrófagas constan exclusivamente de carroña, es decir animales muertos, es en sus hábitos alimenticios donde radica la importancia de estas aves, ya que cuando un animal muere, durante el proceso de descomposición puede representar un foco transmisor de enfermedades. La función de este tipo de aves es desaparecer cualquier rastro del cadáver, ya que su organismo les permite digerir a la perfección este tipo de alimentos. Cada una de las especies dentro de este grupo tiene una función específica al momento de aprovechar el cadáver, y de no existir estas aves, el proceso de limpieza que llevan a cabo no existiría de forma natural.

OBJETIVO

Describir la presencia y proporción de aves necrófagas en el sureste de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Ejido El Refugio, Poanas, el cual se ubica al sureste del estado de Durango. La cabecera municipal se encuentra en las coordenadas 23°58' de latitud norte y 104°03' de longitud oeste. Su altitud sobre el nivel medio del mar es de 1,920 msnm. Con la ayuda de un informante clave (mostrenquero) se ubicaron los cuatro sitios o parajes de estudio en el potrero Collins. Georreferenciados los sitios se procedió a tomar fotografías desde distintos ángulos de las aves necrófagas que ahí se encontraban. Se analizaron la fotografías procediendo a contar e identificar cada una de las aves con ayuda del libro: Field guide to the birds of North America, para con esto poder obtener el inventario de cada especie por paraje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un conteo total de 94 aves necrófagas de las especies *Coragyps atratus* (zopilote común), *Cathartes aura* (Aura cabeza roja) y *Caracara cheriway* (Cara o cuije) correspondiendo 61 aves al paraje 1; 9 aves al paraje 2, 23 aves al paraje 3 y 1 ave al paraje 4, resultando la proporción en porcentaje siguiente: 78.7234043% corresponde a *Coragyps atratus* con un total de 74 ejemplares, el 18.0851064% al *Cathartes aura* con 17 ejemplares, y finalmente el 3.19148936% al *Caracara cheriway* con tan solo tres ejemplares. Estos resultados explican el comportamiento conductual en alimentación y relación entre las especies estudiadas, pues *Coragyps atratus* y *Cathartes aura* tienen una relación casi directa, ya que ambas se alimentan de

la carne que comienza a descomponerse (partes blandas del estómago, ojos, ano, ubre y lengua); pero la presencia de *Cathartes* depende mucho de la presencia de *Coragyps* ya que suelen seguirlos a la hora de buscar su comida, mientras que la presencia de *Caracara cheryway* se puede deber a que, según la literatura, esta ave tiene el hábito de robar la comida a otras aves, así como el consumo de los huesos de los animales muertos (principalmente huesos y cartílago interno de bovinos, equinos, viseras de cerdo y aves muertas en potreros, caminos vecinales y carreteras).

CONCLUSIONES

La presencia de cada una de las especies *Aura* (*Cathartes aura*), *Zopilote* (*Coragyps atratus*), y *Cuije* (*Caracara cheriway*) en un sitio donde hay alimento en descomposición (animales muertos) y su relación entre sí se manifiesta en la proporción o porcentaje encontrados en cada sitio georreferenciado.

Las aves necrófagas o carroñeras se alimentan de partes blandas de animales muertos como lo son: partes blandas del estómago, viseras, ojos, ano, ubre, lengua ano, huesos y cartílago de órganos internos de bovinos, equinos y cerdos.

Crecimiento inicial de cuatro variedades de zacate banderilla [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en diferentes mezclas de sustrato en vivero para fines de revegetación de agostadero.

Ochoa-Rivero Jesús Manuel^{1*}, García-Pérez José Luis¹, Sierra Tristán J. Santos¹, Royo Márquez Mario Humberto¹, Morales Nieto Carlos Raúl², Hernández Peña Gilberto² y Basave Villalobos Erickson³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Sitio Experimental La Campana. Km. 33.3 Carretera Chihuahua-Ojinaga. C.P. 32910. Aldama, Chih., México. ²Universidad Autónoma de Chihuahua-Facultad de Zootecnia y Ecología. Km. 1 Perif. R. Almada. C.P. 31031. Chihuahua, Chih., México. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Valle del Guadiana. Km. 4.5 Carretera Durango-El Mezquital. C.P. 34170, Durango, Dgo., México.

*Autor de correspondencia: ochoa.jesus@inifap.gob.mx

RESUMEN

En la actualidad, la fragmentación del ecosistema, el cambio de uso de suelo, el sobrepastoreo y el cambio climático han alterado la funcionalidad de los pastizales del norte de México. Como consecuencia, las poblaciones de zacates perennes nativos se han reducido/desaparecido por zacates anuales y exóticos. Del mismo modo, se han presentado problemas tales como desertificación y erosión hídrica y/o eólica. En el caso particular las poblaciones de gramíneas nativas hay una erosión genética y pérdida de biodiversidad. Una alternativa para contrarrestar esta problemática es el rescate genético de poblaciones de gramíneas nativas, multiplicación de semilla y revegetación y/o rehabilitación del ecosistema pastizal. Sin embargo, esta acción es de alto riesgo y costo debido a la baja y errática precipitación pluvial en zonas áridas y semiáridas y los elevados precios de la semilla. Por ejemplo, en el zacate banderilla [*Bouteloua curtipendula*

(Michx.) Torr.] se dificulta su establecimiento en resiembras debido a sus características morfológicas. Otro factor del fracaso es la selección de materiales y/o ecotipos los cuales se han enfocado en productividad (kg/MS/planta) y no con base en habilidades de establecimiento y persistencia en condiciones ambientales. Por tanto, es importante el rescate de la diversidad genética de esta especie, a través de una selección adecuada de genotipos y fenotipos ideales para programas de restauración. El objetivo del presente estudio fue evaluar la influencia de cuatro mezclas de sustratos a base de corteza de pino composteada (CPC) y una mezcla base (MB) tradicional sobre el crecimiento de cuatro variedades de zacate banderilla en vivero para fines de revegetación de agostadero.

El estudio se realizó en el vivero ubicado en el Sitio Experimental “La Campana”, Aldama, Chihuahua del 27 de junio al 08 agosto de 2016 (49 días). Se utilizaron dos variedades comerciales de zacate banderilla (Niner y Haskell) y dos mexicanas (Maturana y Chihuahua-75). Se utilizaron contenedores de poliestireno expandido Copperblock® de 77 cavidades fusionadas, con capacidad de 170 cm³. Como sustrato se utilizaron cuatro mezclas: 1) 100MB, 2) 25MB+75CPC, 3) 50MB+50CPC y 4) 75MB+25CPC. La siembra se realizó el 19 de junio de 2016, en cada cavidad se distribuyó alrededor de seis semillas a una profundidad de 5 cm. El experimento fue realizado en un diseño de bloques completos en parcelas divididas con tres repeticiones. Se consideró la parcela grande como las mezclas de sustratos y las parcelas chicas como las variedades. Para caracterizar la porosidad de los sustratos, se determinó la porosidad total (%), la porosidad de aireación (%) y la capacidad de retención de humedad (%). Se estimaron las variables; altura de la planta (cm) y la tasa relativa de crecimiento (TRC) semanal.

Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) por el procedimiento PROC MIXED en el paquete estadístico SAS 9.3 (cita bibliográfica). Para las variables que mostraron diferencias significativas se hizo la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de 0.05. En el caso particular de la altura, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) a partir de los 42 dds (días después de la siembra). Esto se atribuye al efecto del sustrato sobre el crecimiento, sobresaliendo las mezclas con menor contenido de corteza (25%), dicha tendencia se mantuvo hasta los 49 dds. En lo respectivo a las variedades, se presentaron diferencias en altura desde los siete dds, en la que destacó y persistió la var. Chihuahua-75 hasta los 28 dds. Hay evidencia que a partir de esta fecha la var. Maturana alcanzó dimensiones similares a la var. Chihuahua-75, y las variedades comerciales lograron este mismo efecto a los 49 dds.

Se encontró interacción entre el sustrato y la variedad ($P \leq 0.05$) hasta los 35 dds, donde resaltaron la var. Maturana, y la var. Chihuahua-75 con las mezclas con menor contenido de corteza (25%). Es importante mencionar que esta tendencia se mantuvo hasta los 42 dds. En el caso de mezclas con mayor contenido de corteza los resultados no fueron satisfactorios y/o no se encontró una tendencia, se debe a que en estos casos se induce a un estrés hídrico moderado que limita los procesos fisiológicos de la planta. En contraste, durante la evaluación final (49 dds) se presentó interacción de la var. Haskell con la mezcla con mayor contenido de corteza ($P \leq 0.05$). Lo que permite asumir que dicha variedad tiene la capacidad de soportar el estrés por falta de agua. Asimismo, estos resultados se atribuyeron a que en la cuarta semana, se inició la liberación de nutrientes de los componentes de la mezclas lo que influyo de manera directa e indirecta sobre el crecimiento. Otro aspecto a resaltar es que en esta fecha el sistema radical pudo verse limitado y/o favorecido por los diferentes medios de crecimiento, principalmente la porosidad. En el caso de las variedades la respuesta se asoció a las características climatológicas debido a que

las comerciales se producen en condiciones ambientales distintas a las mexicanas. Las TRC presentaron una tendencia similar a la variable altura, la cual persistió hasta los 35 dds; sobresalieron la var. Chihuahua-75 y la var. Maturana. Un aspecto relevante es que a los 42 dds la var. Maturana resaltó de las demás variedades (comerciales/mexicanas) y se mantuvo con valores superiores hasta la etapa final del experimento. A los 28 dds hubo efecto de sustrato sobresaliendo las mezclas de menor contenido de corteza, lo que persistió hasta el final del experimento.

Se concluye que las mezclas de sustrato con menor contenido de corteza (25%) produjeron los mayores resultados de altura y TRC. Sin embargo, se recomienda dar seguimiento en campo, al desarrollo de las variedades evaluadas. Debido a que las mezclas con mayor contenido de corteza (75%) tienden a darle mayor rusticidad a la planta. Propiciando mecanismos de resistencia al estrés hídrico, nutricional y mecánico.

Palabras clave: Estrés hídrico, restauración, TRC, pastizales

Adaptación de un sistema portátil para medir tasa fotosintética en sábila (*Aloe barbadensis* M.)

Sifuentes-Rodríguez Nidia Susana^{1*}, Trejo-Calzada Ricardo², Pedroza-Sandoval Aurelio².

¹Estudiante de Doctorado en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas, UACH.

²Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA). Km. 40, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Durango. CP. 35230.

*Ator de Correspondencia: sifuentes@chapingo.uruza.edu.mx

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas una de las plantas con mayor importancia tanto económica como social, es la sábila (*Aloe barbadensis* Miller) (Silva *et al.*, 2010). Una de las características importantes de la sábila es su uso eficiente del agua. Su metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM, por sus siglas en inglés), le permite tener una baja tasa de evapotranspiración por el cierre de estomas durante el día. Estas plantas realizan la mayor parte de su intercambio de gases en la noche, cuando sus estomas están abiertos, que es la vía de captación del CO₂, así como liberación de O₂ y de agua en forma de vapor (Lehmann & Or, 2015). El CO₂ que la planta capta a través de los estomas, se fija por el fosfoenolpiruvato con su enzima carboxilativa (PEP-C) y se almacena como ácido málico en la vacuola. Durante el día, el ácido málico se descarboxila y el CO₂ se incorpora en Ribulosa 1,5 bifosfato por acción de la enzima carboxilativa RuBisCO. Esto resulta en la producción de carbohidratos en el ciclo de Calvin. Así, las plantas CAM pueden prosperar en ambientes con mayor estrés hídrico (Bone *et al.*, 2015). El medidor portátil de fotosíntesis LICOR LI-6400XT (IRGA) es una alternativa confiable, rápida y no destructiva para la medición de la tasa fotosintética. Sin embargo, la cámara de flujo de gases está diseñada para un tipo específico de arquitectura de hoja, la cual por lo general debe ser determinada superficie y que ésta sea plana. Resulta difícil su aplicación cuando se trata de hojas de planta que difieren de estas características. El presente estudio tuvo como objetivo la adaptación de la cámara del

sistema portátil LI-6400XT de intercambio de gases para medir fotosíntesis en una arquitectura de hoja gruesa (suculenta), como la que presenta la hoja de sábila.

Palabras claves: Fotosíntesis, Innovación tecnológica, Metodología de la investigación, Aloe, CAM

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el laboratorio y campo experimental de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, en Bermejillo, Durango; con ubicación en 23° 54' latitud Norte, 103° 37' longitud Oeste y altitud de 1130 m. La adaptación del sistema se llevó a cabo en el equipo portátil LI-6400XT que es un sistema de intercambio de gases tercera generación de LI-COR, el cuál utiliza una cámara personalizada a la cabeza del sensor LI-6400XT, de diferente longitud. Se construyó una cámara empleando un tubo de acrílico G plexiglass transparente de 14 cm de diámetro y una longitud de 13.5 cm. Esta fue acoplada a los IRGAs del sistema LICOR 6400XT para medir la fotosíntesis en hojas de sábila.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características que se tomaron en cuenta en el diseño de la cámara, fueron la forma y volumen de la muestra a ser analizada, las cuales no sólo afectan el tamaño y la forma de la muestra que se puede medir, sino también las tasas de flujo de aire. En una cámara con un volumen de 2000 cm³ y un caudal de aire de 700 µmol s⁻¹ (15,7 cm³ s⁻¹), el tiempo de respuesta es de 125 segundos por muestra. Por lo tanto para realizar la medición de la tasa fotosintética, el volumen de la cámara fue de 2078 cm³, que se obtuvo con el diámetro de 14 cm y una altura de 13.5 cm. La propuesta para la adaptación de la cámara se hizo de cuerdo a la aplicación de la nota 3 de LI-6400XT

CONCLUSIONES

La adecuación del equipo IRGA LICOR LI-6400XT a diversos tamaños y formas de hoja de sábila, permite aplicar la técnica de análisis de fotosíntesis a diferentes plantas, como las suculentas y ello hace posible evaluar la eficiencia de uso de agua instantánea en estas especies.

LITERATURA CITADA

- Bone, R., Smith, P., Arrigo, N., & Buerki S. 2015. A macro-ecological perspective on crassulacean acid metabolism (CAM) photosynthesis evolution in Afro-Madagascan drylands: Eulophiinae orchids as a case study. *New Phytologist*. 208: 469–481
- Lehmann, P., & Or, D. (2015). Effects of stomata clustering on leaf gas exchange. *New Phytologist*, 207(4), 1015-1025.
- Velásquez, M. A., G. Medina Garcia, I. Sanchez Cohen, L. Klauudia Oleschko, J. A. Ruiz Corral and G. Gabor Korvin (2013). Spatial Variability of the Hurst Exponent for the daily Scale Rainfall Series in the state of Zacatecas Mexico. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* (52): 2771 – 2780.

Evaluación de la tolerancia a salinidad de higuera (*Ficus carica*).

Campos Villarreal Alondra Gisela^{1*}, Arreola Ávila Jesús Guadalupe¹, Hernández Salgado José Ramón¹

¹Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA). Km. 40, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Durango. CP. 35230.

*Autor de correspondencia: alondrisima@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas del norte de México la distribución y extensión de suelos con problemas de salinidad se incrementa año con año como resultado de la sequía recurrente, la sobreexplotación del acuífero, la calidad del agua y las prácticas relacionadas con la fertilización. Este factor limita la productividad agrícola en México, en donde más de 500,000 hectáreas son improductivas a causa de la elevada concentración de sales. Siendo una de las sales más comunes en los suelos agrícolas el cloruro de sodio (Tarango y Chávez, 2011; Martínez *et al.*, 2011). Debido a que éste es un problema grave en la agricultura es necesario frenar el avance de la salinidad y aplicar o desarrollar cultivos tolerantes (Flowers *et al.*, 1997; Munns, 2002). La higuera representa una alternativa muy interesante en zonas áridas y semiáridas, pues es una especie que tolera el déficit hídrico, es resistente a la salinidad y es poco exigente en suelo (Botti *et al.* 2001). Por lo que el objetivo de este trabajo es evaluar la tolerancia a salinidad de la Higuera y determinar el punto crítico de salinidad en que se afecta este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el vivero de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, ubicada en Bermejillo, Dgo. Con plantas de higuera en etapas iniciales de crecimiento se estableció un diseño experimental de bloques al azar con 5 tratamientos de salinidad y 5 repeticiones, los tratamientos de salinidad se establecieron con NaCl y CaCl₂ para obtener concentraciones de 0.5 (testigo), 2.5, 4, 5.5 y 7 dS m⁻¹. Se aplicaron las soluciones cada tercer día y se tomaron mediciones con el medidor portátil de fotosíntesis LI-6400 (IRGA), hasta que las plantas mostraron daño severo ocasionado por la salinidad. Posterior a la obtención de los datos se realizó un análisis de varianza con diseño experimental de bloques al azar, con la fecha como factor de bloqueo y los tratamientos con las repeticiones como factor de estudio. La comparación de medias de los diferentes factores fue realizada mediante la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (P<0.5), con el programa SAS 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de las concentraciones de sales afectó significativamente la fotosíntesis de la higuera a partir de 4 dS m⁻¹ ya que se observó una tendencia a disminuir, no obstante el testigo y el tratamiento de 2.5 dS m⁻¹ no muestran diferencias significativas. En la variable conductancia estomática, se observa algo similar, sin embargo esta se ve afectada al aplicar sales desde los 2.5 dS m⁻¹. Las sales muestran efectos en la transpiración desde los 2.5 dS m⁻¹, pero ésta se ve mayormente afectada a partir de los 4 dS m⁻¹. El contenido de agua en la hoja se afecta a partir de los 5.5 dS m⁻¹, presentando menores contenidos en conductividad de 7 dS m⁻¹ (cuadro 1). La

disminución de estas variables fisiológicas es debido a la aplicación de sales, ya que como menciona Martínez *et al.* (2011) la salinidad influye sobre varios procesos fisiológicos como fotosíntesis, conductancia estomática, ajuste osmótico, absorción de iones, además puede afectar el proceso de transporte de agua y iones, lo que promueve toxicidad iónica y desbalance nutricional, afectando el crecimiento de diversos cultivos.

Cuadro 1. Respuesta de variables fisiológicas a diferentes niveles de salinidad de *Ficus carica*.

Tratamiento dS m ⁻¹	Fotosíntesis μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	Conductancia Estomática mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹	Transpiración mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹	Agua en hoja mmol H ₂ O mol ⁻¹
0.5 (testigo)	12.284 a	0.1229 a	4.2026 a	24.628 a
2.5	10.931 ab	0.0962 b	3.1479 b	21.742 abc
4	10.423 b	0.0772 c	2.6740 c	21.847 ab
5.5	7.337 c	0.0513 d	1.8419 c	19.081 bcd
7	5.999 d	0.0431 d	1.5274 c	17.611 d

*Medias entre tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha=0.05$).

CONCLUSIONES

Las plantas de higuera tratadas con los diferentes gradientes de salinidad manifestaron una disminución en la actividad fotosintética, como resultado de una baja conductancia estomática y bajo contenido de agua en la hoja, producidos por las altas concentraciones de sales a las que se sometieron éstas. Los procesos fisiológicos de este cultivo se ven mayormente afectados en los tratamientos con conductividad mayor a 4 dS m⁻¹. Es necesario seguir realizando estudios sobre esta especie en suelos salinos para poder aplicarlo como una alternativa al problema de la salinidad que afecta a los suelos de las zonas áridas.

LITERATURA CITADA

Botti, C.; Carrasco, O.; Escobar, B.; Estévez, A.M; Franck, N.; Osses, D.; Prat, L.; (2001). La Higuera (*Ficus carica* L.). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile

Flowers, T.J.; García, A.; Koyama, M.; Yeo, A.R. (1997). Breeding for salt tolerance in crop plants - the role of molecular biology. *Acta Physiologiae Plantarum*. 4: 427-433.

Martínez, V.N.; López, A.C.; Basurto, S.M.; Pérez, L.R. (2011). Efecto por salinidad en el desarrollo vegetativo. *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable* 5:156-161.

Munns R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ*. 20: 239-250.

Tarango, S.; Chávez, N. (2011). Daño salino en nogal pecanero. Báez F (ed). INIFAP; Centro de investigación regional norte-centro. Campo experimental Delicias, Chihuahua, México 47p.

Determinación de poblaciones silvestres y áreas potenciales de higuera (*Ricinus communis* L.) en el estado de Durango, México.

Jacinto Soto Rodolfo^{1*}, López Santos Armando², Sánchez Cohen Ignacio³.

¹Estudiante de Doctorado en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas. ²Universidad Autónoma Chapingo Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. *Autor de correspondencia: jasoro@gmail.com

RESUMEN

Debido a la poca información sobre la colecta de higuera en el norte de México y las áreas potenciales para su establecimiento se desarrolló el estudio. El cual tuvo como objetivo determinar las poblaciones silvestres o las áreas donde es posible su establecimiento, en el estado de Durango. Se realizó una revisión de literatura para determinar las variables edafoclimáticas de la higuera, posteriormente se caracterizó el estado de Durango por su clima, suelo y topografía. Finalmente se delimitaron áreas donde es posible encontrar o establecer esta especie mediante sistemas de información geográfica, mediante sobre posición de imágenes y álgebra de mapas.

Palabras clave: higuera, áreas potenciales, álgebra de mapas

Estimación de producción de biomasa mediante el crecimiento acumulado del escape de maguey (*Agave asperima*) Mapimí, Durango.

García-Vargas Karen Jaquelinee¹, Soto-Medina Sindy¹, Mata-Espinosa Miguel Angel^{2*} Hernández-Salgado José Ramón²

¹Estudiante de Licenciatura en Sistemas Pecuarios de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. UACH. Km. 40 Carretera Gómez Palacio S/N. Bermejillo, Durango, México. C.P. 35230. ²Profesor-investigador Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas -UACH. *Autor de correspondencia: mata@chapingo.urruza.edu.mx.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la tasa de crecimiento del escape floral en *Agave asperima*, se llevó a cabo un estudio en el Ejido Roma Texas, Municipio de Mapimí, Durango. Se seleccionó un área de 20 ha aproximadamente, con agaves de diferente estado fisiológico. Dentro de esta área se ubicaron 10 sitios permanentes de muestreo de 10x10 m, considerando la topografía. Posteriormente se realizaron mediciones cada 8 días del crecimiento del escape floral. Los resultados de crecimiento del escape floral, para cada sitio, se analizaron mediante un modelo de regresión cuadrático considerando la variación del crecimiento acumulado del escape en el tiempo, el mejor modelo fue seleccionado considerando la máxima r^2 y el Cuadrado Medio del Error, empleando el procedimiento REG del paquete estadístico SAS[®]. El tiempo para máximo crecimiento del escape fue diferente ($P \leq 0.05$) entre sitios, variando en intervalos desde 58 días para el sitio 1 hasta 144 días en el sitio 7; lo anterior debido a factores como tipo de suelo, topografía y factores ambientales que son diferentes entre los sitios. Con la información generada se permite elaborar un programa de cosecha de escapes para utilizar este recurso como fuente de

forraje, dado que cuando el crecimiento del escapo se detiene inicia la formación de la inflorescencia, considerando su aprovechamiento como alimento o para producción apícola.

Palabras clave: crecimiento, escapo floral, *Agave asperrima*, tiempo, mapimí.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los grupos de plantas que han sostenido a los pobladores de México a lo largo de su desarrollo se encuentran los magueyes, los cuales tienen su máxima expresión en términos de diversidad y evolución en este país aunque se desarrollan en toda América (Alanís y González, 2010).

El maguey representa uno de los recursos naturales de mayor importancia desde el punto de vista económico, social y agroecológico en México. La importancia del uso del maguey se remonta a la época prehispánica, cuando los pueblos indígenas del centro y norte del país encontraron en esta planta una fuente de materia prima para elaborar una gran cantidad de productos y gran diversidad de usos (García *et al.*, 2010). Es una planta que tiene la capacidad de formación, retención y conservación de suelo. Sus características peculiares hacen que se adapte a ecosistemas áridos, semiáridos y templados; además es un organismo que demanda baja precipitación y se adapta a entornos de sequías, suelos con bajos niveles de nutrientes, laderas de cerros, y bajas temperaturas (Ruvalcaba, 1983; Arias *et al.*, 1991; Ramírez, 1996. Citado por INIFAP, 2006).

En la región de Mapimí el maguey se emplea como forraje para el ganado en periodos muy secos, como alimento, para dividir parcelas agrícolas, en traspatio como cercos vivos, sus hojas secas se aprovechan como combustible, reforestación de agostaderos, como material de construcción, así como la extracción de aguamiel (INIFAP 2006).

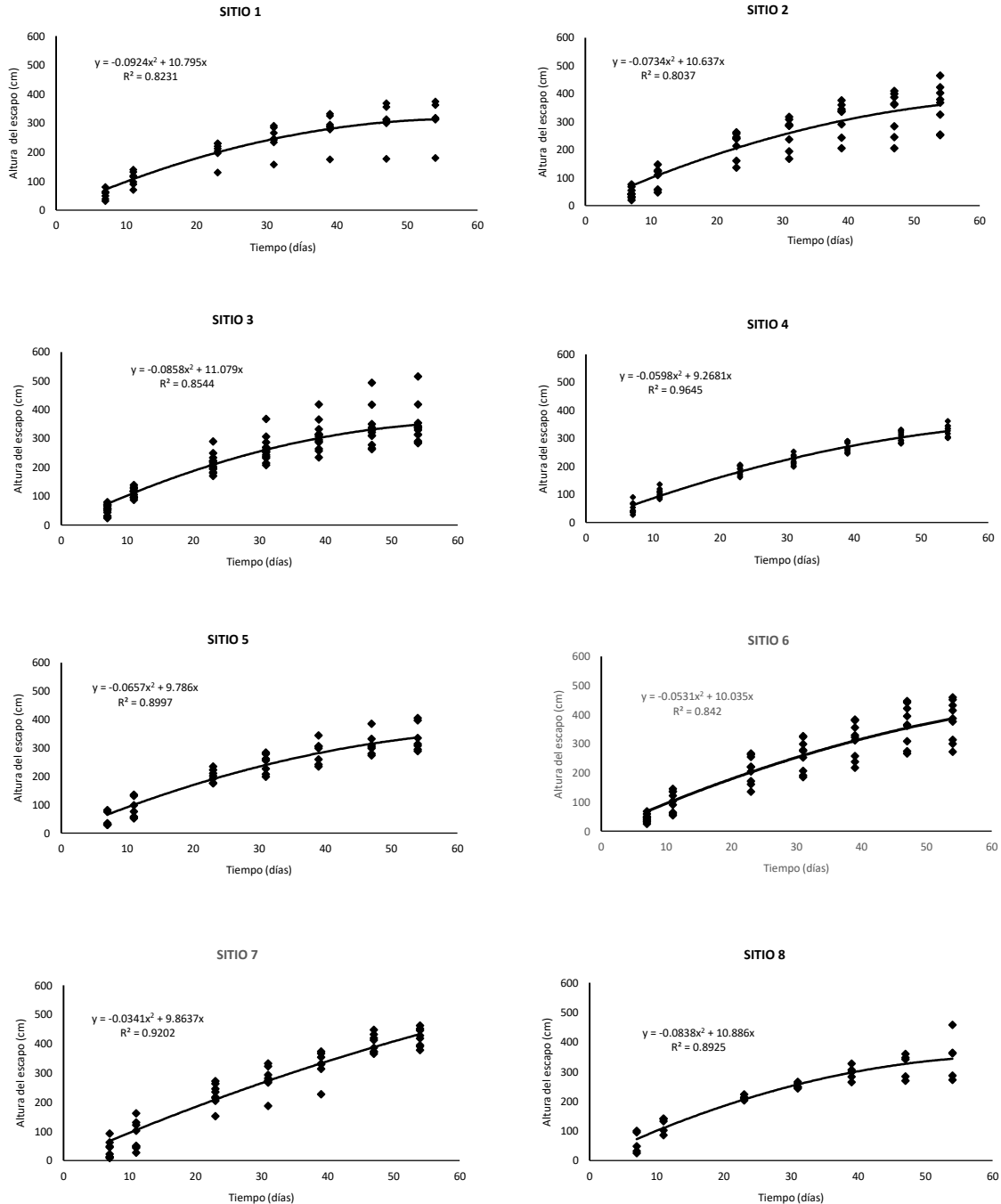
MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo de determinar la tasa de crecimiento del escapo floral en *Agave asperrima*, se llevó a cabo un estudio en el Ejido Roma Texas, Municipio de Mapimí, Durango localizado entre los 26° 00' y 26° 10' latitud norte y 104. Donde se seleccionó un área de 20 ha aproximadamente, con agaves de diferente estado fisiológico. Dentro de esta área se ubicaron 10 sitios permanentes de muestra de 10x10m, considerando la topografía. Posteriormente se realizaron 8 mediciones del crecimiento del escapo floral con un intervalo de 8 días entre ellas entre los meses de marzo y abril.

Los resultados de crecimiento del escapo floral, para cada sitio, se analizaron mediante un modelo de regresión considerando la variación del crecimiento acumulado del escapo en el tiempo, se seleccionó el mejor modelo considerando la máxima r^2 y el mínimo cuadrado medio del error, empleando el procedimiento REG del paquete estadístico SAS® Versión 9.3. Se utilizó el método de la primera derivada para calcular puntos máximos, y así determinar en cuantos días se tendrá el máximo crecimiento del escapo floral.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos de regresión para predecir la variabilidad en el crecimiento de los escapos florales por sitio a partir de la medición de alturas se muestran en las gráficas 1-10, los resultados indican que el factor tiempo influye marcadamente en el desarrollo del crecimiento del escapo entre sitios, variando en intervalos que fueron desde 58 días para el sitio 1 hasta 144 días en el sitio 7 para que el escapo floral alcance la mayor altura posible (Cuadro 1), lo anterior debido a la influencia de otros factores como tipo de suelo, topografía y factores ambientales que son diferentes entre los sitios.



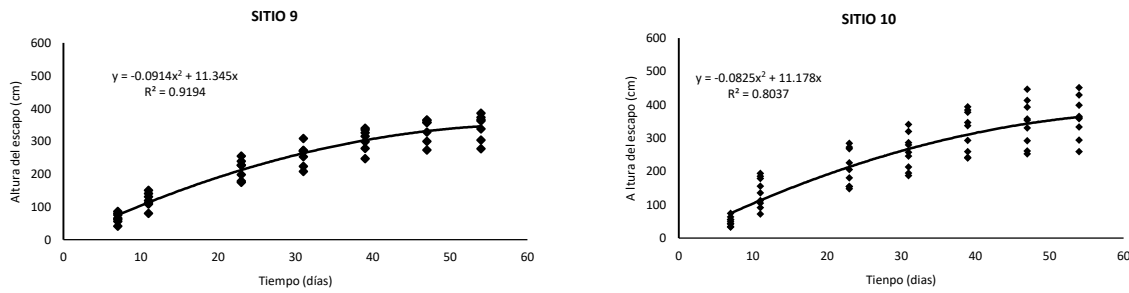


Figura 1. Los modelos de regresión para predecir la variabilidad en el crecimiento de los escapos florales por sitio.

Cuadro 1. Días necesarios para el crecimiento máximo del escapo floral de *Agave asperima* por sitios en Roma, Texas, Mapimí.

Sitio	Días a crecimiento máximo
1	58.41
2	72.45
3	64.56
4	77.49
5	74.47
6	94.49
7	144.62
8	64.95
9	62.06
10	67.74

CONCLUSIONES

La información generada debe de tomarse en cuenta para definir la fecha y periodo aproximados en los cuales se debe de realizar el aprovechamiento del escapo de esta especie como fuente de forraje y asimismo saber la fecha del inicio de la formación de la inflorescencia, considerando su aprovechamiento como alimento o para producción apícola.

LITERATURA CITADA

Alanís F.G.J y González A.M. 2010. Formas de uso de los magueyes (*Agave spp.*) en nuevo león México. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

García H.E.J., Mendoza G.S.J y Talavera M.D. 2010. El género agave ssp. En México: principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. Campus San Luis Potosí, Colegio de Postgraduados. Iturbide No. 73. Salinas de Hidalgo, SLP.

INIFAP. 2006. Identificación taxonómica de las especies del genero *Agave* bajo cultivo en el sureste de Coahuila. Centro de investigaciones regionales del noroeste campo experimental Saltillo.

SAS. 2012 Language guide for personal computer. SAS Institute Inc. 9.3 version North Carolain, USA.

Impacto de la incorporación de residuos de cosecha y métodos de siembra en la pérdida de suelo en el cultivo de maíz

Bueno Hurtado Palmira^{1*}, Velásquez Valle Miguel Agustín¹, Esquivel Arriaga Gerardo¹, Jacobo Salcedo María del Rosario¹, Sánchez Cohen Ignacio¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. Canal Sacramento Km. 6.5, Zona Industrial 4ta Etapa, 35140 Gómez Palacio, Dgo. *Autor de Correspondencia: bueno.palmira@inifap.gob.mx

RESUMEN

La erosión del suelo en México implica pérdidas monetarias en el cultivo de maíz, pues aparte de la reducción del rendimiento, también implica el costo del reemplazo de los nutrientes perdidos por este fenómeno, por este motivo, se fijó como objetivo evaluar el comportamiento de la pérdida de suelo en un terreno agrícola bajo distintos métodos de siembra e incorporación de residuos de cosecha. Se estableció un experimento en la comunidad de Santo Domingo, del municipio de San Pedro del Gallo, Dgo., el 11 de septiembre del año 2015, donde se sembró maíz criollo de temporal. El diseño experimental empleado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones; los tratamientos que se establecieron fueron: T1= Testigo absoluto (suelo desnudo); T2= Labranza tradicional con residuos, que consistió en barbecho, paso de rastra y surcado además de la incorporación de residuos de cosecha de frijol; T3= Labranza tradicional, en el que solo se realizó barbecho, paso de rastra y surcado y T4= Labranza con siembra a espeque, que implicó no realizar movimiento del suelo, a excepción de la ejecución de un hueco para el depósito de la semilla con una vara de madera. Para determinar la pérdida de suelo se realizaron pruebas con un simulador de lluvia tipo Miller, en los días del 11 al 16 de noviembre del año 2015. Para detectar el efecto de los tratamientos se realizó un análisis de varianza con el programa R; después de obtener los resultados del presente experimento se define que no son concluyentes, pues no cumplen el rigor estadístico para rechazar la hipótesis nula, por lo que no se rechaza la hipótesis de que existe efecto distinto de los tratamientos sobre la erosión del suelo y se propone repetir el experimento, ya que se han encontrado en trabajos anteriores que la cobertura de residuos de cosecha sobre la superficie del suelo influye sobre la cantidad de sedimentos que salen de la parcela.

Palabras clave: Erosión, agricultura de temporal, conservación de suelo.

ABSTRACT

Soil erosion in Mexico has caused monetary losses in the crop of maize, not only because the decrease of yield but also the cost of replacement the lost nutrients that promotes this phenomenon. The aim of the current experiment was to research the behaviour of soil losses in agricultural lands under different methods of seeding and incorporation of crop residues. It was established a landrace rainfed maize crop in Santo Domingo that belongs to the municipality of San Pedro del Gallo, Durango, on September 11th 2015. The experimental design was a randomized complete block design with four replications: the established treatments were: T1= Bare soil; T2= Traditional tillage with residues; T3= Only traditional tillage; T4= Handspike tillage. To determine the soil losses it were realized proves with a Miller rainfall simulator, on the period of November 11th to November 16th 2015. To detect an effect of treatments it was realized an ANOVA with R software; once we obtained the final data it was defined that the results are not concluding, because the nule hypothesis is not rejected and we proposed to do the experiment again since it has been found that the coverage with crop residues has an effect on the amount of soil loss.

Keywords: Soil erosion, rainfed agriculture, soil conservation.

INTRODUCCIÓN

En México, el 52.86% de la superficie territorial se encuentra afectada por erosión hídrica, de la cual, el 17% son zonas agrícolas, distribuidas prácticamente en todo el territorio nacional. La erosión del suelo en México implica una pérdida monetaria de US \$ 16.2 a US \$32.4 por hectárea en el cultivo de maíz (Cotler *et al.*, 2011), mientras que el costo de reemplazo de los nutrientes perdidos por este fenómeno asciende a US\$22.1 por hectárea, además, provoca reducción en el rendimiento del cultivo, pues varía aproximadamente de 3 a 4 toneladas por hectárea al tercer año de cultivo con erosión hídrica leve (Contreras-Hinojosa *et al.*, 2005). Existen distintas prácticas en la agricultura que permiten conservar el suelo y así reducir la erosión, dentro de la diversidad de estas prácticas se han originado las llamadas labranzas de conservación. La labranza de conservación, es un sistema de laboreo que realiza la siembra sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior, con lo cual se conserva la humedad y se reduce la pérdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión. Mitchell *et al.*, (2012) señalan que la conservación de humedad del suelo se debe a que se incrementa la infiltración y almacenamiento del agua de lluvia; así como una marcada reducción de la evaporación y del escurrimiento superficial. El simple hecho de colocar residuos de cosecha sobre la superficie del suelo reduce la velocidad del flujo superficial (Cogo *et al.*, 1984). Se ha documentado ampliamente los beneficios en productividad y sobretodo en la conservación del suelo (Velásquez *et al.*, 1997). Una alternativa para realizar estudios sobre erosión hídrica del suelo es el uso de simuladores de lluvia, los cuales son empleados de forma justificada debido a que, en zonas áridas, la posibilidad de realizar evaluaciones hidrológicas del manejo de los sistemas agropecuarios o naturales bajo condiciones de lluvia natural se ve limitada por los prolongados periodos de días sin lluvia. La simulación de lluvia es una técnica para aplicar agua al terreno en forma de lluvia, de manera controlada, similar a la precipitación natural. Así, el principal propósito de los simuladores de lluvia es reproducir con exactitud y precisión un determinado evento de lluvia (Blanquies *et al.*, 2003). Mediante los simuladores de lluvia se pueden controlar ciertas características de la lluvia tales como: duración, frecuencia, intensidad,

diámetro de las gotas, velocidad de caída y energía cinética por evento programado. Debido a lo anterior, se fijó el objetivo en el presente estudio de evaluar el comportamiento de la pérdida de suelo en un terreno agrícola sembrado con maíz criollo de temporal bajo distintos métodos de siembra e incorporación de residuos de cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció una parcela experimental con maíz criollo de temporal en la localidad de Santo Domingo, la cual se ubica en el municipio de San Pedro del Gallo y parte del municipio de Hidalgo en el estado de Durango. La siembra se realizó los días 11 y 12 de septiembre y se resembró el 26 de septiembre del año 2015, para obtener una densidad de siembra de 68027 plantas por hectárea. Se estableció un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, dando origen a un total de 16 unidades experimentales, cada unidad experimental constó de 3 metros de ancho por 5 de largo. Los tratamientos que se establecieron fueron: T1: Testigo absoluto (suelo desnudo); T2= Labranza tradicional con residuos, que consistió en barbecho, paso de rastra y surcado además de la incorporación de residuos de cosecha de frijol; T3= Labranza tradicional, en el que solo se realizó barbecho, paso de rastra y surcado y T4= Labranza con siembra a espeque, que implicó no realizar movimiento del suelo, a excepción de la ejecución de un hueco para el depósito de la semilla con una vara de madera. Para determinar la pérdida de suelo se realizaron pruebas con un simulador de lluvia tipo Miller (Miller, 1987), en los días del 11 al 16 de noviembre del año 2015. El contenido antecedente de humedad del suelo varió entre el 8 y 10%. El Simulador trabajó con una planta de energía portátil de 5500 Watts, la cual genera una energía de 110 VAC, el agua se aplicó a las parcelas de escurrimiento mediante una boquilla de aspersion circular, la presión de cada boquilla fue controlada con el uso de 3 manómetros, uno por cada aspersor. El simulador trabajó a una intensidad promedio de 94.80 mm hr^{-1} . En cada unidad experimental se aisló una superficie de uno por tres metros con láminas galvanizada lisa, en la parte baja de cada parcela se colocó una estructura metálica para concentrar los escurrimientos superficiales que salen de cada una de ellas (ver Figura 1).



Figura 1. Detalle de simulador de lluvia y parcela de escurrimiento.

La simulación de lluvia se llevó a cabo en cada una de las unidades experimentales, con una duración de 45 minutos, se colectaron muestras de sedimentos en botes plásticos con capacidad de 1 litro, cada 5 minutos; las muestras de sedimentos fueron filtradas para obtener solo las partículas de suelo, una vez seco, se pesó la cantidad total de suelo. El análisis estadístico constó de un ANOVA con el programa estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se muestran las pérdidas de suelo cada 5 minutos, hasta completar 45, de cada uno de los tratamientos y sus repeticiones. En el tratamiento 1 (testigo) los valores oscilaron entre 0.12 y 5.8 gramos, en cuanto al tratamiento 2 (labranza tradicional con residuos) el rango fue de 0.11 a 18.57 gramos de suelo perdido, en el tratamiento 3 (labranza tradicional) el valor mínimo fue de 0 y el máximo de 10.79 gramos, por último, el tratamiento 4 (labranza con siembra a espeque), el suelo erosionado va de 0 hasta 9.68 gramos.

El análisis de varianza no mostró efecto distinto de los tratamientos sobre la pérdida de suelo ($Pr > F = 0.15$). Dicho resultado es contrario a lo mencionado por Engel *et al.* (2007), que reportaron que independientemente del estado fenológico del cultivo existen diferencias estadísticas (Duncan $P < 0.05$) entre tratamientos de labranza con y sin el uso de residuos al considerar la variable de tiempo al inicio del escurrimiento, pues la presencia de residuos sobre la superficie del suelo minimiza el efecto de disgregación de los agregados del suelo; así como, la energía erosiva y velocidad de los escurrimientos superficiales (Zhang *et al.*, 2001).

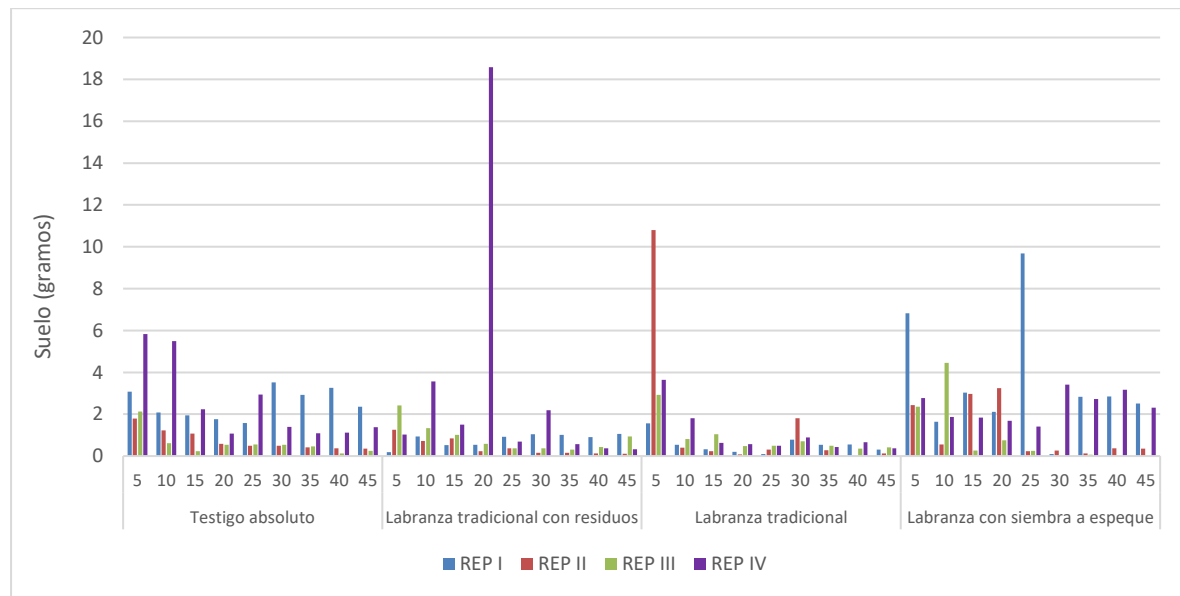


Figura 2. Pérdida de suelo cada 5 minutos en cada uno de los tratamientos evaluados y sus 4 repeticiones.

En el presente experimento se esperaba que exista menos pérdida de suelo en el tratamiento 2 (labranza tradicional con residuos), sin embargo, el ANOVA no indican diferencia alguna. Al respecto, Lane (2016), recomienda que cuando la probabilidad de que la hipótesis nula se rechace sea cercana al 90%, el experimento sea repetido, pues los resultados no son concluyentes; en dado caso que el siguiente experimento presente resultados no significativos, pero si cercanos a la

significancia, entonces, empleando un método para la combinación de ambas probabilidades, pudiera obtenerse respuesta significativa.

Otro aspecto a considerar en los datos, es que algunos valores aparentemente fuera de rango, por ejemplo, el tratamiento 2 en la repetición 4 en el minuto 20 o el tratamiento 3 en la repetición 2 en el minuto 5, sean eliminados de la base de datos, pues pueden considerarse como “outliers”. Existen estudios para tratar este tipo de valores, como el realizado por Motulsky y Brown (2006), en el que detectan outliers para modelos no lineales mediante una adaptación del método “tasa de falso descubrimiento” y un modelo no lineal robusto.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente experimento no son concluyentes, pues no se cumple el rigor estadístico, por lo que no se rechaza la hipótesis de que existe efecto distinto de los tratamientos sobre la erosión del suelo y se propone repetir el experimento, ya que se ha encontrado en trabajos anteriores que la cobertura de residuos de cosecha sobre la superficie del suelo influye sobre la cantidad de sedimentos que salen de la parcela.

LITERATURA CITADA

Blanquies, J., M. Scharff and B. Hallock. 2003. The design and construction of a rainfall simulator. International Erosion Control Association (IECA), 34th Annual Conference and Expo. Las Vegas, Nevada, February 24-28.

Cogo, N. P., Moldenhauer, W. C. and Foster, G. R. 1984. Soil loss reductions from conservation tillage practices. *Soil Sci. Soc. of Amer. J.* 48: 368 - 373.

Contreras-Hinojosa, J., Volke-Haller, V., Oropeza-Mota, J., Rodríguez-Franco, C., Martínez-Saldaña, T., Martínez-Garza, A. 2005. Reducción del rendimiento de maíz por la erosión del suelo en Yanhuatlán, Oaxaca, México

Cotler, H., López, C., Martínez-Trinidad, S. 2011. ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? *Investigación ambiental* 3(2):31-43

Engel, F. L., I. Bertol, Á. L. Mafra y N. P. Cogo. 2007. Water erosion under simulated rainfall in different soil management system during soybean growth. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*. 64: 187-193.

Lane, D. M. 2016. Introduction to Statistics. Online Statistics Education: An Interactive Multimedia Course of Study. Site: <http://onlinestatbook.com/> Fecha de consulta: 7/octubre/2016

Miller, W. P. 1987. A selenoid-operated, variable intensity rainfall simulator. *Soil Sci. Am J.* 51: 832 – 834.

Mitchell, J. P., P. N. Singh, W. W. Wallender, D. S. Munk, J. F. Wroble, W. R. Horwath, P. Hogan, R. Roy and B. R. Hanson. 2012. No-tillage and high-residue practices reduce soil water evaporation. *Cal. Agric.* 66: 55 – 61.

Motulsky, J.H. y Brown, E.R. 2006. Detecting outliers when fitting data with nonlinear regression – a new method based on robust nonlinear regression and the false Discovery rate. *BMC Bioinformatics*, 7:123 doi:10.1186/1471-2105-7-123

Velásquez V. M.A., M. Tiscareño L., R. Claverán A. y M. Gallardo V. Erosión y Productividad Bajo Labranza de Conservación. *Avances de Investigación en suelos de arido de Michoacán*. 1997. Folleto Técnico Núm.1. Diciembre de 1997. CENAPROS-INIFAP. 34 p.

Zhang, G. H., B. Y. Liu, M. A. Nearing, C. H. Huang and K. L. Zhang. 2001. Soil detachment by shallow flow. *Transactions of the ASAE*. 45: 351 - 357

Recuperación de áreas degradadas en zonas áridas mediante el uso de microcuencas, retenedores de humedad y especies de plantas nativas.

Rodríguez-Alvarado, María Monserat¹, Pedroza-Sandoval, Aurelio², Sánchez-Cohen, Ignacio³.

¹Estudiante de la Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. UACH. Bermejillo, Dgo. México. C. P. 35230. ²Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas-UACH. ³Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID-RASPA) del INIFAP, Gómez Palacio, Dgo.

INTRODUCCIÓN

En México las zonas áridas y semiáridas abarcan el 40% de la superficie total del país (Granados-Sánchez *et al.*, 2013), donde la desertificación se ha convertido en un problema de gran envergadura, pues dos terceras partes del territorio nacional (64%) se encuentran ya en un proceso de avanzada degradación (SAGARPA-SIAP, 2014). Estas áreas son ecosistemas muy susceptibles a los factores climáticos y a las actividades antropogénicas, lo que provoca la pérdida de los recursos naturales y la capacidad productiva de los suelos. Por ende es necesario implementar acciones que ayuden a revertir la tendencia a la degradación. La plantación de árboles es uno de los métodos a que se recurre para invertir los procesos de desertificación, pues éstos juegan un papel importante en la estabilización de las tierras y en la protección de las cuencas (FAO, 2008). Sin embargo el agua es el factor crítico para el buen desarrollo de las plantas (Fardella *et al.*, 2014). La humedad en el suelo está directamente relacionada con la precipitación pluvial y la temperatura, por ende es necesaria la búsqueda de técnicas que ayuden a retener el agua y conserven la humedad en el suelo. Varios autores mencionan que el uso de coberturas vegetales ayuda a disminuir la evaporación edáfica (Xiaoli *et al.*, 2012; Taparuskienė & Miseckaitė, 2014), y la aplicación de hidrogeles a retener el agua en el suelo (Ríos *et al.*, 2010; Cruz *et al.*, 2016). Por lo anterior el objetivo del presente estudio fue evaluar un sistema de captación de agua de lluvia y retenedores de humedad edáfica con el establecimiento de dos especies de plantas forestales nativas.

Palabras clave: Áreas degradadas, microcuencas, captación de agua de lluvia, retenedores de humedad, plantas nativas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el ejido Roma Texas del Municipio de Mapimí, Dgo. Se usó un diseño de bloques al azar en un arreglo de parcelas subdivididas, con tres repeticiones. Las parcelas grandes fueron las microcuencas captadoras de agua de lluvia: con y sin microcuencas; las parcelas medianas las fuentes retenedoras de humedad edáfica y aportadores de nutrientes: testigo, hidrogel de la marca Aquagel® (15 kg ha⁻¹), vermicomposta (60 t ha⁻¹) y cobertura vegetal con fibra de maguey (40 t ha⁻¹); y las parcelas chicas fueron las especies forestales de importancia forrajera: costilla de vaca (*Atriplex spp.*) y Mezquite (*Prosopis spp.*); adquiridas en vivero. La unidad experimental fue de 4 microcuencas construidas cada 2 m dentro de cada hilera (10 m de largo) y un 1 m de ancho entre hileras. Se evaluaron el porcentaje de sobrevivencia, altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm) y el contenido de humedad del suelo (%). Las variables morfológicas fueron medidas cada mes y la humedad del suelo cada 15 días, durante un año. Un análisis de varianza y una prueba de rango múltiple de medias Tukey ($P \leq 0.05$) fueron realizados para determinar el efecto de tratamiento, con uso del paquete SAS Versión 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los sistemas con y sin microcuencas, en las plantas de *Prosopis spp.* las variables que mostraron un efecto significativo ($P \leq 0.05$) fueron altura y diámetro de tallo. La sobrevivencia y el contenido de humedad edáfica no presentaron diferencias. La altura *prosopis spp.*, fue significativamente mayor ($P \leq 0.05$) en aquellas plantas que fueron plantadas en sistema de microcuenca (57.1 cm), en comparación con las se plantaron superficialmente sin microcuenca (51.2 cm). El diámetro de tallo fue significativamente mayor ($P \leq 0.05$) en las plantas que fueron establecidas en sistema de microcuenca, con 4.08 mm, en comparación a las que se plantaron superficialmente con de 3.9 mm. En los sistemas con y sin microcuencas en las plantas de *Atriplex spp.* solo en la variable diámetro de tallo hubo efecto significativo ($P \leq 0.05$), 4.3 mm en las plantas establecidas en microcuencas y 3.4 mm en las establecidas sin microcuencas. En las variables sobrevivencia, altura y contenido de humedad edáfica no hubo diferencias estadísticamente significativas. Con la incorporación de los posibles retenedores de humedad y aportadores de nutrimento en plantas de *Prosopis spp.*, la altura de planta fue significativamente mayor ($P \leq 0.05$) en las plantas en que se incorporó vermicomposta al suelo con 57.7 cm, en comparación con el testigo con 53.5 cm de crecimiento. El diámetro de tallo fue significativamente mayor ($P \leq 0.05$) en las plantas donde se aplicó hidrogel, con 4.4 mm, respecto del testigo con 4.0 mm. Las variables sobrevivencia y contenido de humedad edáfica no mostraron diferencias significativas ente los retenedores de humedad y aportadores de nutrientes. En *Atriplex spp.*, las variables medidas no mostraron diferencias estadísticamente significativas.

CONCLUSIONES

La utilización de microcuencas para la captación de agua de lluvia mejoró las características de las plantas, obteniendo en *Prosopis spp.* una mayor altura y diámetro de tallo, y en a *Atriplex spp.* un mayor diámetro de tallo. Con incorporación vermicomposta en plantas de *Prosopis spp.* se obtuvo una altura superior a la obtenida con bagazo de maguey e hidrogel; sin embargo con la aplicación de hidrogel se obtuvo un diámetro de tallo mayor. La incorporación de bagazo de maguey no mostro beneficios para el crecimiento y desarrollo de las plantas de *Prosopis spp.* y

Atriplex spp. El sistema de plantación con microcuencas es un alternativa para la recuperación de áreas degradadas.

LITERATURA CITADA

Cruz M., A.; Pedroza S., A.; Trejo C., R.; Sánchez C, I; Samaniego G., J.A. & Hernández S., J. R. (2016). Captación de agua de lluvia y retención de humedad edáfica en el establecimiento de buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(2), 159-172.

FAO. (2008). Bosques, árboles y agua en las tierras áridas: un equilibrio delicado. Consultado el 20 de septiembre de 2016. Disponible en: www.fao.org/docrep/010/a1598s/a1598s06.htm

Fardella C., Oses, R., Torres-Díaz, C., & Molina-Montenegro. (2014). Hongos endófitos antárticos como herramienta para la reintroducción de especies nativas en zonas áridas. *Bosque*, 35 (2), 235-239.

Granados-Sánchez., D.; Hernández-García., M. Á.; Vázquez-Alarcón., A. & Ruíz-Puga., P. (2013). Los procesos de desertificación y las regiones áridas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19, (1), 45-66.

SAGARPA-SIAP. (2014). Atlas de las Zonas Áridas de México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México, D.F. Págs.: 162.

Taparuskienė L. & Miseckaitė, O. (2014). Effect of Mulch on Soil Moisture Depletion and Strawberry Yield in Sub-Humid Area. *Pol. J. Environ. Stud.*, 23 (2), 475-482.

Xiaoli C.; Pute W.; Xining Z.; Xiaolong R. & Zhikuan, J. (2012). Rainfall Harvesting and Mulches Combination for Corn Production in the Subhumid Areas Prone to Drought of China. *J. Agronomy & Crop Science*, 198 (4), 304-313.

El estado del arte de la valoración contingente en México.

Jocabed Getsemani Ortiz Lazalde^{1*}, Dalia Esmeralda Márquez Córdova¹, Elías Cruz Pérez¹, Marco Andrés López Santiago²

¹División de Ciencias Económico Administrativas, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México – Texcoco. Km 38.5. Chapingo, Estado de México. CP. 56230. ²Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. *Autor de correspondencia: jocabedgetsemanil@gmail.com

RESUMEN

La principal problemática que se presenta en los bienes que no se encuentran dentro del mercado, es que no tiene un precio y para ello es necesario determinar cuánto está dispuesta a pagar o a cooperar por la preservación de los recursos, la población. Por lo cual para estimar su valor es necesario utilizar el método de valoración contingente, donde se utilizan cuestionarios; los cuales juegan el papel de un mercado hipotético, donde la oferta viene representada por la persona

entrevistadora y la demanda por la entrevistada. El método de valoración contingente es uno de los métodos más utilizados para estas investigaciones y se aplica tanto en el sector de la agricultura, ganadería, forestal y recursos naturales en general.

Cabe mencionar que este método es muy atractivo para algunos autores, puesto que permite medir las expectativas de beneficios y costos derivados posibles de los bienes que no se encuentran en el mercado, además de que es necesario implementar estrategias que ayuden a resolver las contrariedades que se presentan en este método; esto con el objetivo de evitar que los resultados solo se queden como parte de investigaciones, sino que se empleen para dar soluciones.

Palabras claves: costos ambientales, servicios ecosistémicos, mercado hipotético.

ABSTRACT

The main problems arising in goods that are not in the market, is that it does not have a price and for this purpose it is necessary to determine how much it is willing to pay or to cooperate for the conservation of resources, the population. Which to estimate its value makes it necessary to use the method of contingent valuation, where the use of questionnaires; which play the role of a hypothetical market, where supply is represented by the individual interviewer and the demand by the interviewee. The contingent valuation method is one of the most used methods to these investigations and is applied both in the field of agriculture, livestock, forestry and natural resources in general.

It is worth mentioning that this method is very attractive to some authors, since it allows to measure the expectations of benefits and derived costs of goods that are not in the market, it is necessary to implement strategies that help solve the difficulties which arise in this method; This in order to avoid that the results are only as part of research, but are used to provide solutions.

Word keys: enviromental costs, ecosystem services, hypothetical market.

INTRODUCCIÓN

Existen diversas definiciones de servicios ecosistémicos, que presentan similitudes y diferencias, sin embargo para ir de acuerdo con los conceptos planteados en los desarrollos del milenio, en este estudio se tratará a los servicios ecosistémicos y ambientales como si se trataran de sinónimos.

En este sentido, De Groot, Wilson & Boumans (2002) definen servicios ecosistémicos como la capacidad de los procesos y componentes naturales para proporcionar bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas, directa o indirectamente.

Hay autores (Costanza et al., 1997; MA, 2003; Wallace, 2007; Turner et al., 2008), que clasifican los servicios ecosistémicos de diferente forma; no obstante se abordara la clasificación de De Groot et al., (2002):

- Funciones de regulación

- Funciones de hábitat.
- Funciones de producción.
- Funciones de información.

La valoración ambiental se define como un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficios y costos derivados de algunas de las siguientes acciones (Romero, 1997): uso de un activo ambiental, realización de una mejora ambiental y generación de un daño ambiental.

Los métodos utilizados para abordar la valoración ambiental, son clasificados en dos grandes grupos (Azqueta, 1994):

1. Los métodos indirectos u observables, que analizan la conducta de la persona, tratando de inferir, la valoración implícita que le otorga al bien objeto de estudio. Fundamentalmente existen tres métodos: el de costos evitados o inducidos, de coste de viaje, y el de precios hedónicos.
2. Los métodos directos o hipotéticos que buscan, que la persona revele directamente esta valoración, mediante encuestas, cuestionarios, y votaciones. En términos amplios, nos estamos refiriendo al método de valoración contingente, en sus diversas modalidades.
- 3.

El método de valoración contingente es una de las técnicas que trata de simular un mercado mediante encuesta a los consumidores potenciales (Riera, 1994).

El mecanismo más simple para averiguar la valoración que la persona le da al medio ambiente o la protección de los recursos, es haciéndole preguntas. De ahí que el vehículo normal en todos estos métodos sean encuestas, entrevistas, y cuestionarios. (Azqueta, 1994).

Una de las principales ventajas al utilizar el método contingente es que es el único que puede cuantificar el valor de bienes y servicios que no se encuentran en el mercado real, además no se requiere hacer un supuesto previo de una estimación de la función de demanda de la persona, excepto en las preguntas cerradas donde la respuesta se limita a ser sí o no, en las que se evitan los posibles errores de especificación y estimación.

Por lo tanto, este artículo está enfocado a analizar uno de los distintos métodos existentes de valoración económica de los servicios ecosistémicos, el método de valoración contingente, y las diversas aplicaciones que ha tenido en México.

MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE (MVC)

Todos los métodos de valoración ambiental tienen un punto en común, que consiste en conceptualizar y medir los beneficios ambientales por lo que realmente la gente desea ese beneficio, y ese deseo se subroga por lo que la gente está dispuesta a pagar por dicho beneficio. En este apartado se abordara las principales características de un método en específico, el método de valoración contingente.

Los métodos englobados bajo la denominación de valoración contingente intentan averiguar la valoración que otorgan las personas a los cambios en el bienestar que les produce la modificación

en las condiciones de oferta de un bien ambiental, a través de la pregunta directa. El hecho de que la valoración finalmente obtenida dependa de la opinión expresada por la persona, a partir de la información recibida, es lo que explica el nombre que se da a estos métodos (Azqueta, 1994).

Como ya se mencionó para poder realizar una valoración a los servicios ambientales es necesario realizar encuestas que suelen venir estructuradas en tres bloques (Azqueta, 1994):

- A. Un primer bloque contiene la información relevante sobre el bien, o el problema objeto de estudio.
- B. Un segundo bloque describe el escenario, la modificación objeto de estudio. Es decir: el nivel de partida en cuanto a la calidad del bien ambiental; la modificación propuesta; lo que ello supone para la persona; y el mecanismo de financiación.
- C. El tercer bloque indaga sobre algunas características socioeconómicas más relevantes del encuestado, de acuerdo con el problema objeto de estudio.

Algunos problemas al momento de hacer las estimaciones surgen principalmente de las encuestas y de su estructura, Diamon y Hausman (1994) señalan tres principales aspectos:

- 1) La credibilidad, fiabilidad y precisión de las respuestas. Se refiere a la capacidad de los encuestados de responder a lo que se les pregunta.
- 2) La segunda habla acerca del sesgo de las respuestas y las medidas del valor del encuestado.
- 3) Contempla la variabilidad en las respuestas.

Basado en el estudio de Schultz (1997) donde explica que uno de los principales problemas que se le atribuyen al sesgo de información es debido a fallas relacionadas con la construcción del escenario de un mercado hipotético, es posible evitarlos brindando información más detallada y completa del objeto de estudio y que el entrevistado se sienta en un ambiente de confianza.

RESULTADOS

La responsabilidad de vivir en uno de los países más biodiversos del mundo dio lugar a que en el 2001, el Gobierno Federal creará la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (Conanp, 2010).

En 2007, se llevó cabo el proceso de planeación estratégica para generar el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Se ha conseguido la gestión correspondiente al Artículo 198 de la Ley Federal de Derechos de los recursos generados por el uso, goce o aprovechamiento de los elementos naturales marinos de dominio público existentes dentro de las Áreas Protegidas, aprobado el 1 de enero de 2002 (Conanp, 2010).

En México, a partir de 2003, el gobierno ha implementado la aplicación de un mecanismo de pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), a través de la Comisión Nacional Forestal, (CONAFOR, 2006).

Utiliza recursos fiscales que tratan de asegurar que los dueños de predios ubicados en áreas prioritarias conserven y/o mejoren el dosel, específicamente aquéllas reconocidas por su capacidad de recarga hidrológica y que benefician a poblaciones mayor de cinco mil habitantes. Se espera que los estímulos entregados a los productores generen una modificación en el uso del

suelo a formas sustentables y se asegure un flujo permanente de servicios ambientales; así mismo se pretende lograr la detonación del mercado de SA mediante el reconocimiento de los usuarios a través de un pago voluntario (CONAFOR, 2006).

Una de las políticas de la CONANP, es quien utiliza o se beneficia de las áreas nacionales protegidas, debe contribuir a su financiamiento a través de cuotas, derechos, aprovechamientos o donativos (CONANP, 2002).

Algunos investigadores han utilizado el método de valoración contingente para estimar la valoración económica de diversos servicios ambientales a través del cobro de cuotas.

En el intento por mitigar las necesidades de alimentación, sanidad y reproducción de la ganadería, trae como consecuencia problemas tanto ambientales como sociales. Un estudio realizado por Del Ángel P., Villagómez C., Mendoza B. y Rebolledo M. (2006), en la Cuenca del Rio San Juan- La Antigua, en el estado de Veracruz, determino la disposición a pagar por los servicios ambientales generados en esta zona ganadera.

Se encontró que el 83.42% del público en la muestra está dispuesto a pagar por un incremento de calidad ambiental. Un 85.93% cree que el medio ideal sería que los ganaderos usen prácticas ambientalmente eficientes, y ser compensados por ello por parte del Estado, que según la mayoría (84.42%), podría venir de un incremento en los impuestos (Del Angel *et al.*, 2006).

Además de que México cuenta con formaciones arrecifales, en ellos se lleva el 93% del total de la inmersión por turistas. Lo que ha dado como resultado un incremento en el impacto ambiental. Por ello se realizó un estudio por Rivera & Muñoz (2005) que tuvo como objetivo estimar la función de demanda agregada para el Parque Occidental de Islas Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, e Isla Contoy.

Para obtener la función de demanda se calcularon las elasticidades precio y la tarifa socialmente optima, así como también se estima cual sería la tarifa que maximizaría la recaudación bajo un mismo precio para cada parque durante todo el año o bajo un precio que discriminará entre tipo de turistas y temporada (Rivera & Muñoz, 2005).

En el cuestionario se utilizó la técnica de la tarjeta de pago para que cada turista respondiera a un rango de precios de 0-100 pesos en intervalos de 10 pesos; se realizaron preguntas sobre el valor de la conservación del parque y si cambiaría su decisión respecto de su máxima DAP si supieran que los ingresos de las tarifas se destinaran a la conservación de los arrecifes y en cuanto la cambiarían. Se observó que existe un porcentaje importante de turistas que incrementaría su disposición pagar (Rivera & Muñoz, 2005).

Por otro lado hay estudios que buscan dar un valor económico a los servicios ecosistémicos que ofrecen un valor recreativo. Un ejemplo, son las áreas recreativas de Julimes, Meoqui, en el estado de Chihuahua: la Presa de las Vírgenes (son parques públicos y no se paga una cuota de entrada) y la Presa La Boquilla (algunos sitios de recreación son privados o concesionados y se cobra una cuota por persona), realizado por Valdivia A., Cuevas A., Sandoval V., M. & Romo L., J.L. (2009).

Donde se llevó a cabo una encuesta piloto a 42 visitantes, con base a esta encuesta se diseñó el cuestionario de la encuesta final. En el estudio, se aplicaron 258 cuestionarios utilizando el tipo dicotómico o binario, pues planteaba el enunciado del mercado hipotético y se da la opción de que el entrevistado conteste si/no (Valdivia *et al.*, 2009).

En el resto del formato del cuestionario el entrevistado determinaba la cantidad que estaría dispuesto a pagar por una mejora, sólo se le enunciaba los valores del donativo sugerido y se le dejaban abiertos los límites inferior y superior del rango de valores que pudiera elegir el entrevistado, lo cual puede causar que la DAP calculada de la muestra sea sesgada (Valdivia *et al.*, 2009).

La DAP estimada resultó ser de 0.60 pesos por persona. Y aun cuando no hay otras referencias con similares metodologías para comparar, se puede afirmar que dicho monto es muy bajo (Valdivia *et al.*, 2009). Asimismo Valdivia *et al.* (2009) determinó que es posible que la estimación esté sesgada, pero no por la metodología econométrica utilizada, sino por el probable diseño erróneo de la cuestión que simula el mercado hipotético de la mejora del bien ambiental y al sesgo del entrevistador.

Otro estudio realizado por Del Ángel P., Rebolledo M., Villagómez C. y Zetina L., en 2009 en San Andrés Tuxtla, Veracruz municipio que forma parte del Área Natural Protegida de Los Tuxtlas, el objetivo del trabajo fue obtener el valor del bosque y paisajes alternativos de la zona del volcán de San Martín Tuxtla, en la población que recibe sus beneficios en forma de agua, ya que el dosel impide el rápido escurrimiento del agua de lluvia.

Del Angel *et al.* (2009) observaron que los valores económicos son inferiores a los del valor recreativo de acuerdo a las percepciones de la población. Además se observó que 84% del sector de consumo doméstico de agua en San Andrés Tuxtla, Veracruz, tiene disposición positiva a pagar (DAP), manifestando cantidades que inician en \$1.00 hasta la cifra más alta de \$18.00, con valor promedio de \$6.02.

El problema del agua existe todo nuestro país. La mala calidad del agua superficial limita su aprovechamiento, en términos de demanda biológica de oxígeno (Consejo Consultivo de Agua, A.C., 2016):

22.7% del agua superficial se encuentra contaminada o fuertemente contaminada.

33.2% del agua superficial tiene calidad aceptable.

44.1% del agua superficial observa calidad buena y excelente.

Los servicios hidrológicos requieren atributos de calidad, cantidad, localización y tiempo de flujo. La asignación del recurso agua ha tenido como consecuencia el agotamiento y la contaminación del agua. Por lo anterior; se realizó un estudio en La Paz, Baja California Sur por Avilés-P., Huato S., Troyo-D., Murillo A., García H., y Beltrán-M., (2010), donde la ausencia de cuerpos de agua superficiales en la región de La Paz así como la escasa precipitación, han llevado a la necesidad de sustraer agua subterránea mediante el bombeo en pozos costeros, generando la sobreexplotación del acuífero, y con esto indirectamente intrusión salina.

Avilés *et al.* (2010) encontraron que el consumo diario de agua determina la disponibilidad a pagar, en el sentido de que incrementos en consumo diario de agua representan una disminución

en la disponibilidad a pagar de los hogares, para que éstos implementen medidas que contribuyan en el mantenimiento y mejoramiento del servicio hidrológico.

Los resultados también revelaron de manera consistente, que la probabilidad de pagar por conservar el servicio de provisión del acuífero es mayor para hogares con tandeo (cuatro pesos más) en el suministro de agua (Avilés *et al*, 2010).

Siguiendo con la iniciativa del gobierno para la elaboración de programas para el aprovechamiento y correcto uso de los recursos naturales se tiene el estudio realizado en la localidad de El Salto Pueblo Nuevo Durango, el cual estuvo a cargo de Silva F., Pérez V., & Navar C. (2008), que trata principalmente de la solución a la problemática sobre el uso, control, manejo y disponibilidad del agua en la cuenca en La Rosilla.

Silva *et al*, (2008) encontró que como en muchos otros estudios que el valor de DAP (90% de los entrevistados) es menor al valor obtenido en la disposición a aceptar (DAA, con un 100% de los entrevistados) un pago compensatorio por la prestación del SAH para abastecer de agua a la población.

Valdivia, García, López, Hernández & Rojano, (2010) realizaron un estudio en San Luis Potosí, con el objetivo de evaluar a través de método de valoración contingente con formato referéndum para el mantenimiento y mejora del río Axtla. Ya que la mayoría de los bienes ambientales se consideran bienes públicos, es decir que no tienen un mercado formal donde se les dé un valor económico, y siendo el río Axtla la principal fuente de abastecimiento de agua para uso doméstico, recreativo y pesca y el mal manejo de las aguas negras de los hogares ha propiciado el deterioro del agua.

Como resultados se obtuvieron que el 59.7% está dispuesto a pagar. Del 40.3% que no estuvieron dispuestos, fue en su mayoría por razones de falta de ingresos y otros porque creen que eso le compete al gobierno. Es importante mencionar, que otros encuestados que dijeron que no, fue por que tuvieron desconfianza del proyecto, uno de los problemas muy comunes que se presentan al plantear un mercado hipotético (Valdivia *et al*, 2010).

Mientras tanto, Macías M., en 2008, aplicó valoración contingente en Sayula, para determinar la disposición a pagar de las personas por la formación de un programa para regular la contaminación que generan las empresas hortícolas.

De todos los encuestados, el 60.67% manifestó que estaría dispuesto a pagar (una sola vez) para que se desarrollara un programa que mejorara el medio ambiente y la salud de la población, sin que desaparecieran los beneficios que las empresas hortícolas habían traído a Sayula, mientras que el 39.33% contestaron que no, argumentando que este es un gasto que le corresponde al gobierno, o bien a las empresas hortícolas (Macías, 2008).

En este estudio se manifestó uno de los problemas al realizar el método, que es el sesgo que se presenta ante errores en la formulación de la pregunta. Se dieron respuestas negativas, puesto que el entrevistado pudo no haber notado que se trataba de un mercado hipotético, sin embargo, se prefirió obtener este número de respuestas negativas para evitar que el encuestado no mostrara interés por el cuestionario al percatarse que se trataba de un mercado inexistente. A pesar de esto,

el número de respuestas negativas fue similar al de otros estudios realizados, por lo que el análisis estadístico se dio por válido (Macías, 2008).

También en el estado de Nuevo León se realizó un estudio por Gándara, Correa & Hernández, (2006) para valorar económicamente los beneficios que la subespecie de murciélagos *Tadarida Brasilensis mexicana* proporciona como controlador natural de plagas. Se determinó el ahorro económico que representa para los agricultores el no utilizar agroquímicos.

Y la contribución de este trabajo radica en aportar al entendimiento del valor económico de la función ecológica de estos murciélagos como controladores naturales de plagas que no solamente evitan el gasto de 260 \$/Ha/año, sino que además permiten evitar los daños a la salud inherentes a la aplicación de pesticidas (Gándara *et al*, 2006).

La actividad minera genera problemas relacionados con la contaminación del aire y la pérdida de estética escénica debido a la tala de árboles. Por lo anterior, se realizó un estudio por López S., Valdivia A., Romo L., Sandoval V., y Larqué S., (2010) para estimar la disposición a pagar por el mejoramiento de la calidad ambiental en la población del Ejido Coatepec, Ixtapaluca, estado de México, donde se ubican minas de arena.

Se determinó el tamaño de muestra que dio un resultado de 72 encuestas aplicadas en el ejido. Cabe mencionar que al realizar las encuestas se encontraron dos que presentaban información incoherente por lo que se trabajó con 70 observaciones (López *et al*, 2010).

Los resultados arrojaron que 91.7% de los encuestados consideran que existen problemas ambientales debido a la extracción de grava y arena. Además de que la población tiene una alta DAP puesto que estarían dispuestos a pagar alrededor de \$123.91 mensualmente por el mejoramiento de las condiciones medioambientales del ejido, dando un promedio anual de \$1486.97 (López *et al*, 2010).

Como se puede observar existen diferentes estudios sobre la aplicación del método de Valoración contingente, pero uno de los estudios relevantes para la valoración de los recursos naturales en zonas de interés dentro del país, es el que se realizó en la zona central del estado de Baja California Sur por Beltrán M., Sevilla U., Blázquez S., Salinas Z., García R. (2005), el cual se trató de un análisis de los afloramientos minerales de fosfatos en la zona y como estos pueden ser utilizados para generar empleo para los habitantes e impulsar su crecimiento económico.

Se evaluó la disposición total a pagar para conservar el medio ambiente, o en su caso, restaurar los daños ocasionados por la explotación de los depósitos minerales. Al final los resultados de la valoración de recursos económicos demostraron que hay una disposición promedio a pagar de \$29.77 mensuales (Beltrán *et al*, 2005).

Dentro de las aplicaciones de los métodos de valoración contingentes está el estudio realizado en la ciudad de Texcoco en el estado de México por Valdivia A., Abelino T., López S., & Zavala P. (2012), el cual fue diseñado con el objetivo de reconocer la disposición total a pagar por habitante dentro del hogar en el municipio y zonas aledañas para la creación de un sistema de reciclaje.

Esta vez el método se aplicó con una variante del mismo llamado referéndum, es decir, el método de valoración contingente referéndum (MVCR) el cual consiste también en el uso de encuestas con preguntas simples y sencillas, pero con la diferencia que en estas encuestas ya se establece una marca o una cantidad preestablecida calculada a partir de la creación del mercado hipotético la cual serviría de referencia para guiarse ante una posible respuesta del encuestado, de ahí su nombre (Valdivia *et al*, 2012).

Después de haber relacionado las variables del método de valoración contingente con formato referéndum se pudo apreciar que casi un 50% de los encuestados están de acuerdo con el precio fijado como referencia en las encuestas, incluso se toma en cuenta que la población casi en su totalidad piensan que es necesario la implementación del sistema de reciclaje; sin embargo y por otra parte un 60% de la población no tiene una buena noción de cómo hacer una buena separación y manejo de los desechos producidos en el hogar (Valdivia *et al*, 2012).

Cabe destacar al final que un 60% de la población acepto en cierta medida en aportar una cantidad justa para el manejo de los desechos (un promedio de \$27.18 semanales), mientras que el otro 40% no está de acuerdo con el pago ya que piensan que esa es una obligación por parte de las autoridades municipales (Valdivia *et al*, 2012).

Larqué, Valdivia, Islas y Romo (2004) realizaron un estudio en el municipio de Ixtapalupa, Estado de México, por su importancia, ya que cuenta con una gran superficie forestal, pero por el mal uso (tala inmoderada, incendio, pastoreo intensivo y plagas) ha venido disminuyendo. Además de que la urbanización tiene externalidades negativas ya que no valoran los beneficios ambientales y escénicos de estos espacios. En este estudio se realizó una diferencia en el método de valoración contingente, ya que no se preguntó si “cuanto estaría dispuesto a pagar” más bien que, a través de encuestas piloto, se optó por preguntar “cuánto estaría dispuesto a cooperar”, en la primera opción se observó cierta intimidación dado que se trata de un bien público lo que provocaría respuestas negativas y al hablar de una posibilidad de cooperación se vio más favorecido.

Larqué, *et al* (2004) observaron que las personas asociaban la cantidad de árboles con la calidad del medio ambiente. Además con los resultados obtenidos en la investigación las autoridades del Estado de México y del DF se dieron cuenta que el problema principal no es la contaminación del aire, sino la falta de agua. De las 386 personas que conformaron el total de la muestra, 316 se manifestaron por sí cooperar, 68 por no cooperar y dos datos se perdieron. De los que dijeron que no fue porque o no les interesa las cuestiones ecológicas o bien no confían en las organizaciones gubernamentales.

Es importante mencionar que la desviación estándar fue muy grande, esto ocurre porque en las investigaciones de valoración contingente se trabajan con datos con varianza muy grande, esto se puede deber al diseño de las encuestas (Larqué *et al*, 2004).

Tabla 1: Clasificación de los ejemplos de aplicación del método de valoración contingente, según la función del servicio ecosistémico según De Groot.

Ejemplo	Autores	Descripción	Función del servicio ecosistémico
Valoración de recursos naturales y ganadería en la zona centro de Veracruz, México. Madera y Bosques (2006)	Del Ángel Pérez, A.L., J.A. Villagómez Cortés, M.A. Mendoza Briceño y A. Rebolledo Martínez.	La DAP para una mejora en los procesos productivos que minimicen los efectos contaminantes que trae la ganadería.	Función de Producción
Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B.C.S.: Una valoración contingente del uso de agua municipal.	Avilés-Polanco, Gerzaín, Huato Soberanis, Leonardo, Troyo-Diéguéz, Enrique, Murillo Amador, Bernardo, García Hernández, José Luis, & Beltrán-Morales, Luis Felipe. (2010).	Sustentabilidad del servicio hidrológico	Función de producción
Costos ambientales en zonas de coyuntura agrícola	Macías Alejandro. (2008)	En Sayula, un estudio para determinar la DAP para la formación de un programa que regule la contaminación que generan las empresas hortícolas.	Función de regulación.
Valoración del servicio ambiental hidrológico en el sector doméstico de San Andrés Tuxtla, Veracruz, México.	Del Ángel Pérez, Ana Lid, Rebolledo Martínez, Andrés, Villagómez Cortés, José Alfredo, & Zetina Lezama, Rigoberto. (2009)	DAP en el cuidado de un ambiente, que con su dosel impide el rápido escurrimiento del agua de lluvia, en San Martín Tuxtla	Función de regulación
Valoración económica de los servicios ecológicos que prestan los murciélagos <i>Tadarida brasiliensis</i> como controladores de plagas en el norte de México.	Gándara Guillermo, Correa Sandoval Adriana Nelly, Hernández Cienfuegos Carlos A. (2006).	Valorizar económicamente los beneficios que la subespecie de murciélagos <i>Tadarida Brasilensis mexicana</i> proporciona como controlador natural de plagas.	Función de regulación
Valoración económica de una mina de arena	López, S. M. A., Valdívía, A. R., Romo, L. J. L., Sandoval, V. M., & Larqué, S. B. S. (2010).	La minería genera problemas de contaminación y pérdida de estética debido a la tala de árboles	Función de regulación y función de información.
Valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango	Silva-Flores, Ramón, Pérez-Verdín, Gustavo, & Návar-Cháidez, José de Jesús. (2010)	El uso, control, manejo y disponibilidad del agua en la cuenca, en La Rosilla	Funciones de hábitat
Valoración socioambiental de los recursos naturales: el	Beltrán M., Sevilla U., Blázquez S., Salinas Z., García R. (2005)	La explotación de depósitos mineros y el impacto ambiental que	Función de producción

caso de los recursos minerales en la parte central de Baja California Sur		traería consigo.	
Tarifas y arrecifes. Instrumentos económicos para las áreas naturales protegidas marinas en México	Rivera P., M.; Muñoz P., C. (2005)	Obtener ingreso para el mantenimiento de los arrecifes mexicanos ubicados en el Parque Occidental de Islas Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, e Isla Contoy, mediante el cobro de cuota.	Función de hábitat
Estimación econométrica de la disponibilidad a pagar por los consumidores de servicios recreativos turísticos.	Valdivia A., Cuevas A., Sandoval V., M. & Romo L., J.L. (2009)	DAP por una mejora en las áreas recreativas de Julimes, Meoqui, (Chihuahua) en la Presa de las Vírgenes y la Presa La Boquilla	Funciones de información.
Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos.	Valdivia A., Abelino T., López S., & Zavala P. (2012)	DTP por habitante dentro del hogar en el municipio de Texcoco y zonas aledañas para la creación de un sistema de reciclaje.	Función de información.
Valoración económica por la rehabilitación del río Axtla, S.L.P	Valdivia, García, López, Hernández & Rojano, (2010)	DAP para el mantenimiento y mejora del río Axtla, S.L.P.	Función de regulación.
Valoración económica de los servicios ambientales del bosque del municipio de Ixtapaluca, estado de México, México.	Larqué, Valdivia, Islas y Romo (2004)	DAC por los beneficios ambientales y escénicos de la superficie forestal del municipio de Ixtapaluca.	Función de producción.

DISCUSIÓN

De la presente investigación es importante resaltar la gran importancia que tiene la aplicación del método de Valoración Contingente, en los diferentes servicios ecosistémicos debido a que se dan a conocer todas las contrariedades que se desarrollan en estos sectores, así como también todos los planes estratégicos para moderar sus efectos.

Cabe mencionar que este método se ha vuelto atractivo para algunos autores, puesto que permite medir las expectativas de beneficios y costos derivados posibles de los bienes que no se encuentran en el mercado.

Una vez que se han obtenido los resultados es necesario implementar estrategias que ayuden a resolver las contrariedades, utilizándose a largo plazo; esto con el objetivo de evitar que los resultados solo se queden como parte de investigaciones, sino que se empleen para dar soluciones.

LITERATURA CITADA

Azqueta, D. (1994). Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid (España). McGraw-Hill/Interamericana.

Avilés-Polanco, Gerzaín, Huato Soberanis, Leonardo, Troyo-Diéguéz, Enrique, Murillo Amador, Bernardo, García Hernández, José Luis, & Beltrán-Morales, Luis Felipe. (2010). Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B.C.S.: Una valoración contingente del uso de agua municipal. *Frontera norte*, 22(43), 103-128. Recuperado en 30 de septiembre de 2015, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73722010000100005&lng=es&tlng=es.

Beltrán Morales, Luis F., Sevilla Unda, Víctor, Blázquez Salom, Maciá, Salinas Zavala, Federico, & García Rodríguez, Felipe. (2005). Valoración socioambiental de los recursos naturales: el caso de los recursos minerales en la parte central de Baja California Sur, México. *Investigaciones geográficas*, (57), 81-94. Recuperado en 14 de mayo de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112005000200007&lng=es&tlng=es.

Consejo Consultivo del Agua, A.C. (2016). Rescatado el 8 de agosto del 2016 de: <http://www.aguas.org.mx/sitio/index.php/panorama-del-agua/diagnosticos-del-agua>

Diamon, P. A. & J. A. Hausman. (1994). Contingent Valuation: Is Some Number Better than No Number. *Journal of Economic Perspectives*. Rescatado el 27 de septiembre 2015 de: [http://darp.lse.ac.uk/papersdb/diamond-hausman_\(jep_94\).pdf](http://darp.lse.ac.uk/papersdb/diamond-hausman_(jep_94).pdf)

Del Ángel Pérez, A.L., J.A. Villagómez Cortés, M.A. Mendoza Briceño y A. Rebolledo Martínez. (2006). Valoración de recursos naturales y ganadería en la zona centro de Veracruz, México. *Madera y Bosques* 12(2): 29-48.

Del Ángel Pérez, Ana Lid, Rebolledo Martínez, Andrés, Villagómez Cortés, José Alfredo, & Zetina Lezama, Rigoberto. (2009). Valoración del servicio ambiental hidrológico en el sector doméstico de San Andrés Tuxtla, Veracruz, México. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 17(33), 225-257. Recuperado en 19 de febrero de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572009000100008&lng=es&tlng=es.

De Groot RS, Wilson MA, Boumans RMJ. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 2002; 41: 3 y 4.

Gándara Guillermo, Correa Sandoval Adriana Nelly, Hernández Cienfuegos Carlos A. (2006). Valoración económica de los servicios ecológicos que prestan los murciélagos *Tadarida brasiliensis* como controladores de plagas en el norte de México. Recuperado 19 de febrero de 2016 de: <http://www.mty.itesm.mx/egap/deptos/cee/cieds/2006-5.pdf>.

Larqué S., B. S., R. Valdivia A., F. Islas G., y J. L. Romo L. 2004. Valoración económica de los servicios ambientales del bosque del municipio de Ixtapaluca, estado de México, México. *Rev. Intern. Contam. Amb.* 20: 193-202.

López, S. M. A., Valdivia, A. R., Romo, L. J. L., Sandoval, V. M., & Larqué, S. B. S. (2010). Valoración económica de una mina de arena. *Terra Latinoamericana*, 28 (3), 255–263. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57316064008>

Macías Macías, Alejandro. (2008). Costos ambientales en zonas de coyuntura agrícola. LA HORTICULTURA AGRÍCOLA (MÉXICO). Recuperado el 2 de octubre del 2015 de: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/agroalimentaria/article/view/1479/1410>

Romero C. (1997). Economía de los Recursos Ambientales y Naturales. Alianza Editorial. Segunda edición. Madrid.

Schultz, S. (1997). La valoración de recursos naturales y ambientales no basada en el mercado en Centroamérica y el Caribe. *Revista de la Cepal*.

Silva-Flores, Ramón, Pérez-Verdín, Gustavo, & Návar-Cháidez, José de Jesús. (2010). Valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango. *Madera y bosques*, 16(1), 31-49. Recuperado en 21 de febrero de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712010000100003&lng=es&tlng=es.

Rivera P., M.; Muñoz P., C. (2005). Tarifas y arrecifes. Instrumentos económicos para las áreas naturales protegidas marinas en México. Instituto Nacional de Ecología, México, pp.19-34

Riera, P. (1994). *Manual de valoración contingente*. Madrid: Instituto de estudios fiscales. Rescatado el 14 de septiembre del 2015 de: <http://pagines.uab.cat/pere.riera/sites/pagines.uab.cat.pere.riera/files/manualcvm2.pdf>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2006) Bosque y Desarrollo. Servicios Ambientales Forestales. México. Rescatado el 14 de mayo del 2016 de: <http://www.conafor.gob.mx/portal/> Consultado el 24 de enero de 2007

Valdivia A. R.; Abelino T. G.; López S. M. A. and Zavala P. M. J. (2012) “Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos”. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente Volumen XVIII*, número 3. Páginas 435-447.

Valdivia A., R.; Cuevas A., C. M.; Sandoval V., M. & Romo L., J.L. (2009). Estimación econométrica de la disponibilidad a pagar por los consumidores de servicios recreativos turísticos. *Terra Latinoamericana*, 27, pp. 227-235.

Conanp. (2010). “10 años sembrando semillas, cosechando logros”. México. Rescatado el 15 de mayo del 2016 de: <http://www.conanp.gob.mx/contenido/pdf/Logros%202010.pdf>

Valdivia A. R., García Á. E., López S. M., Hernández-Ortiz, Juan, & Rojano-Aguilar, Abraham. (2011). Valoración económica por la rehabilitación del río Axtla, S.L.P.. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(3), 333-342. Recuperado en 02 de agosto de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-32312011000300005&lng=es&tlng=es.

Distribución espacial de As en suelos agrícolas del Ejido San Juan de Cañitas, Mapimí, Dgo.

Esquivel Arriaga O.^{1*}, Esquivel Arriaga G.², Trejo Calzada R.¹, Mata Espinosa M. A.¹, Verdugo Álvarez I.¹, Corral Morones G. M.¹

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Apartado Postal # 8, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua km 40, Bermejillo, Durango. C.P. 35230. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera km 6.5 Margen Derecho Canal Sacramento “Zona Industrial Gómez Palacio”, Gómez Palacio, Durango. México. *Autor para correspondencia: oscar@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

Se realizó un estudio en suelos del ejido San Juan de Cañitas, Mapimi, Dgo, donde el objetivo fue conocer la distribución espacial del metal pesado As. Se analizaron 10 muestras de suelo para determinar grado de contaminación de los suelos a una profundidad de 30 cm. El suelo fue analizado por la metodología ICP-MS para el elemento As y se empleó el método de interpolación para obtener el mapa temático con la distribución espacial del arsénico en el área de estudio. Los puntos de muestreo fueron georeferenciados e interpolados mediante el sistema de información geográfica ArcGis v. 10.1. Se evaluó la contaminación en función de la profundidad de muestreo. En este estudio se muestra que en su totalidad los suelos están dentro de los límites permisibles en suelo variando de rangos de 6 a 17 mg kg⁻¹ estos datos confirman que no hay ningún problema para la actividad agrícola debido a que es una zona fuerte en la producción de melón como principal cultivo y que este se distribuye a lo largo del país.

Palabras clave: Contaminación, SIG, ICP-MS

INTRODUCCIÓN

En México se presentan problemas de arsenicismo en diferentes entidades: en Guadalupe, Zacatecas (Santos *et al.*, 2006), Los Altos de Jalisco (Hurtado *et al.*, 2006), en Chihuahua (Rubio *et al.*, 2010; Gutiérrez *et al.*, 2009), en Zimapán, Hidalgo (Pérez, 2004), en Tlacolula Oaxaca (Caballero *et al.*, 2010), en Monterrey, Nuevo León (Benin *et al.*, 1999). Estudios previos realizados en la Comarca Lagunera por Rosas *et al.* (1999), Comisión Nacional del Agua y otros institutos e investigadores señalan a la Región Lagunera como una zona de riesgo por metales pesados.

En México para el 2014 alcanzó un volumen de la producción de 527 mil ton, de las cuales el estado de Durango participa con 42,663 ton, con un rendimiento promedio de 28.8ton ha⁻¹ (Atlas Agropecuario, 2015). La Región Lagunera de Durango para el año 2010, cuenta con una superficie anual promedio de más de 1,996 hectáreas y una producción de 55,061 toneladas con un rendimiento promedio de 27.50 ton (Sistema Producto Melón, 2012).

Los retos se enfocan en el adecuado manejo de los metales pesados, como mercurio (Hg), arsénico (As), plomo (Pb) y cadmio (Cd) los cuales representan un riesgo importante a los seres vivos (Narh, 1977, citado por Jacobo, 2013). El arsenicismo es un problema ampliamente

extendido en México incluyendo a cerca del 40 % del territorio nacional y el 25 % de la población. En varios estados se reportan zonas críticas, por sus concentraciones de As en suelo y agua, así como su posible acumulación en plantas de consumo humano. Sin embargo, poca atención se ha puesto en la presencia de As en el agua de uso agrícola y su posible acumulación en el suelo y potencialmente en plantas de melón.

Con el desarrollo de este trabajo se busca contribuir a descartar riesgos por el consumo de melón cultivado en zonas contaminadas por metales pesados, así como identificar la utilidad de algunos cultivos en la estabilización o fitorremediación de suelos contaminados y contribuir a develar los mecanismos involucrados en la tolerancia a altas concentraciones de metales pesados, en el cultivo de melón en la región productora de Ceballos, Mapimi, Dgo. Con el objetivo de identificar la distribución espacial de As en suelos agrícolas de San Juan de Cañitas, Mapimi, Dgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

La presente investigación se realizó en la región de Ceballos municipio de Mapimi, Dgo perteneciente a la región denominada meloneros del norte que comprende al Ejido San Juan de Cañitas (Figura 1), con actividad agrícola destinada al cultivo de melón, se encuentra a una altitud de 1190 msnm. El clima predominante es semicálido semiseco, presenta una temperatura media anual de 18°C, con máximas de 41°C y mínimas de 9°C.

Muestreo del suelo

Se realizó un muestreo aleatorio de 30 has mediante la obtención de 10 muestras compuestas obtenidas mediante el método del cuarteo a 30 cm de profundidad, y se georeferenció con un GPS marca Garmin Etrex 30.

Análisis de muestras

Se basó en la Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT-SSA1-2004 utilizando como digestión únicamente ácido nítrico y las lecturas fueron obtenidas por Espectroscopía de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS), para la determinación de As, realizados en el laboratorio de suelos CENID-RASPA INIFAP en Gómez Palacio, Dgo.

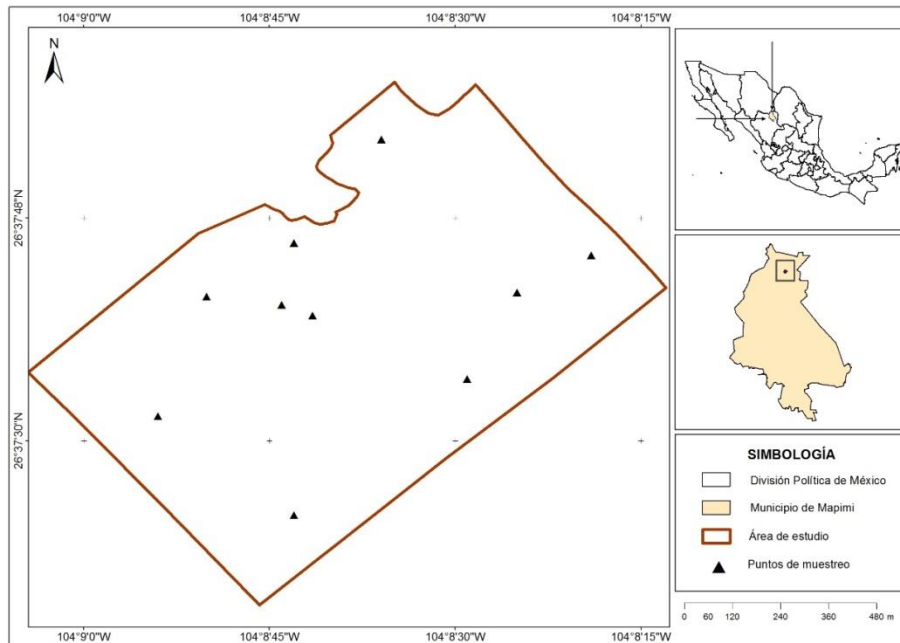


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.

Distribución espacial de la información

En este estudio se utilizó este método de interpolación para obtener el mapa temático con la distribución espacial del arsénico en el área de estudio. Los puntos de muestreo fueron georeferenciados e interpolados mediante la utilización del sistema de información geográfica ArcGis v. 10.1.

RESULTADOS

En este estudio se muestra que en su totalidad los suelos están dentro de los límites permisibles en suelo variando de rangos de 6 a 17 mg kg⁻¹ (Figura 2) estos datos confirman que no hay ningún problema para la actividad agrícola debido a que es una zona fuerte en la producción de melón como principal cultivo y que este se distribuye a lo largo del país.

Esto concuerda con los límites de la Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT-SSA1-2004, que indica la concentración total de referencia para uso agrícola, residencial y comercial en mg kg⁻¹, Sin embargo; Jacobo, 2013, reporta para la región de Ceballos se reportan 29 mg L⁻¹ en agua y 62 mg L⁻¹ en suelo.

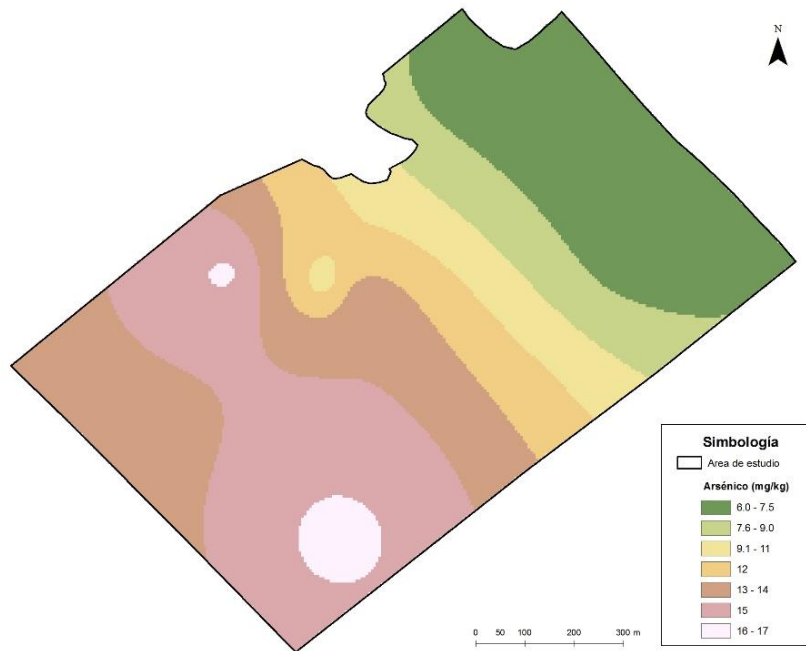


Figura 2. Distribución espacial de As en San Juan de Cañitas, Mapimi, Dgo.

LITERATURA CITADA

Atlas Agropecuario, 2015. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado en http://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2015/Atlas-Agroalimentario-2015

Benin A.L., Sargent J.D., Dalton M. y Roda S. 1999. High Concentration of heavy metals in Neighborhoods Near Ore Smelters in North Mexico. *Environment Health Perspectives* Vol. 107,4 107:279-284.

Caballero G. P.U., Carrillo- Rodríguez J.C., Gómez- Ugalde R.M., Jerez-Salas M.P. 2010. Presencia de Arsénico en pozos y en cultivo en Oaxaca, México. *Agronomía Mesoamericana* 21(1):177-184 ISSN: 1021-7444

Gutiérrez M., Alarcón H.M.T., Camacho L.M. 2009. Geographical distribution of arsenic in sediments within the Rio Conchos Basin, Mexico. *Environ Geol* 57:929- 935 DOI 10.1007/s00254-008-1371-4

Hurtado J.R. y Gardea T.J.L. 2006. Arsenic in drinking water in the Los Altos de Jalisco region of Mexico. *Rev Panam Salud Pública*.20(4):236-47.

Jacobo Salcedo Ma. Del R. 2013. Respuesta fisiológica del melón (*Cucumis melo* L.) a diferentes concentraciones de arsénico en la comarca Lagunera, México. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo.

NOM-147-SEMARNAT-SSA1-2004, Establece Criterios Para Determinar Las Concentraciones De Remediacion De Suelos Contaminados por Arsenico, Bario, Berilio, Cadmio, Cromo Hexavalente, Mercurio, Niquel, Plata, Plomo, Selenio, Talio Y/O Vanadio recuperado en: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1392/1/nom-147-semarnat_ssa1-2004.pdf

Pérez- Moreno Fidel. 2004. Dinámica del arsénico en aguas subterráneas de pozos y sedimentos del Distribuidos General de Agua Potable de Zimapán Hidalgo. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Rosas I., Belmont R., Armienta A. y Baez A.1999. Arsenic Concentration in water, soil, milk and forage in Comarca Laguna, Mexico. *Water, Air and Soil Pollution*. 112: 133-149.

Rubio-Arias H., Quintana C., Jiménez-Castro J., Quintana R., Gutiérrez M. 2010. Contamination of the Conchos River in Mexico: Does It Pose a Health Risk to Local Residents? *International Journal of Environmental Research and Public Health* 7: 2071-2084. ISSN 1660-4601

Santos-Santos E., Yarto- Ramirez M., Gavilan Garcia I., Castro Díaz J., Gavilán García A., Rosiles R., Suárez S., López Villegas T. 2006. Analysis of Arsenic, Lead and Mercury in Farming Areas with Mining Contaminated Soils at Zacatecas, Mexico. *Journal of the Mexican Chemical Society* 20:(002) pp57-63.

Sistema Producto Melon, 2012. Plan Rector Torreón Coahuila. Recuperado en: http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/nacionales/EXP_CNISP_MELON/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR_CNISP_%20MELON_%202012.pdf

Producción de maíz forrajero Arrayan (*Zea mays* L.) en condiciones de agricultura tradicional y de conservación en La Comarca Lagunera.

Hernández-Saucedo, Fernando ¹, Mata-Espinosa, Miguel Ángel ^{1*}, Hernández-Salgado, José Ramón. ¹, Esquivel-Arriaga, Oscar ¹, Hernández-Ibarra, Gonzalo ¹.

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Gómez Palacio-Cd. Juárez km. 43. 5, C.P. 35230 Apartado Postal 8. Bermejillo, Durango, México.

*Autor de Correspondencia: mata@chapingo.urzu.edu.mx

RESUMEN

Se estima que el 15% de la superficie mundial sufre algún tipo de deterioro como consecuencia de la actividad del hombre. La labranza excesiva ocasionada por la explotación intensiva de los suelos es la causa primaria de muchos problemas de erosión de los mismos, una alternativa a esta problemática es la labranza de conservación, la cual puede reducir hasta en un 90% estos problemas sin afectar la producción. La Comarca Lagunera al ser una de las principales cuencas lecheras del país ocasiona que los productores destinen más de 90,000 ha en la producción intensiva de forrajes de alta calidad. El maíz ha sido utilizado como forraje. Esto lo hace uno de cultivos más importantes para la ganadería de las cuencas lecheras del país ya que tiene la ventaja

que mediante el proceso del ensilaje se puede disponer de ensilado de buena calidad durante la época crítica de escasez de forraje. La finalidad de la presente investigación fue probar que se puede producir maíz forrajero utilizando labranza de conservación y que esto no afecta la composición nutricional del cultivo ni de los ensilados elaborados a partir de éste. El experimento se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2015, en el rancho el Carmen, de la Universidad Autónoma Chapingo. Los tratamientos a evaluar fueron: T1: Labranza tradicional en plano; T2: Labranza tradicional en camas angostas; T3: Labranza de conservación en plano y T4: Labranza de conservación en camas angostas. El diseño experimental empleado fue de Bloques Completamente al Azar, con tres repeticiones considerando un gradiente de humedad en el suelo. La comparación de medias entre tratamientos fue hecho utilizándola prueba de Tukey[®]. Las variables de estudio evaluadas, tanto en el forraje verde como en los ensilados fueron: Carbohidratos no fibrosos (CNF, %), fibra detergente ácido (FDA, %), fibra detergente neutro (FDN, %), nutrientes digestibles totales (NDT, %), proteína total (PT, %), energía metabolizable (EM, Mcal kg⁻¹ MS), energía neta para mantenimiento (ENm, Mcal kg⁻¹ MS), energía neta para ganancia (ENg, Mcal kg⁻¹ MS) y energía neta para lactación (ENl, Mcal kg⁻¹ MS). Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza con el paquete estadístico SAS[®]. La comparación de medias entre tratamientos fue hecho utilizándola prueba de Tukey[®] con un alfa de 0.05. De acuerdo con los resultados obtenidos se puede afirmar que no existe diferencia significativa en la composición nutricional del maíz forrajero Arrayan en condiciones de agricultura tradicional y de conservación, por lo tanto es factible la implementación de esta técnica para la producción de maíz forrajero Arrayan en La Comarca Lagunera para detener la erosión del suelo ocasionada por el laboreo excesivo que se genera en la producción de este cultivo en agricultura convencional.

Palabras clave: Erosión, labranza de conservación, nutricional, forraje, cuencas lecheras.

INTRODUCCIÓN

Se estima que el 15% de la superficie mundial sufre algún tipo de deterioro como consecuencia de las actividades del hombre. Las causas más frecuentes de dicha degradación son el sobrepastoreo, la deforestación y las malas prácticas agrícolas (Martínez *et al.*, 2012). La erosión del suelo está entre las principales causas de la disminución de la productividad agrícola. La erosión por labranza en algunos casos llega a ser mayor que la erosión hídrica (Valverde *et al.*, 2002).

La labranza excesiva ocasionada por la explotación intensiva de los suelos es la causa primaria de muchos problemas de erosión, mientras que una alternativa a esta problemática es la labranza de conservación, la cual puede reducir hasta en un 90% estos problemas sin afectar la producción (Scopel, 1997).

La Comarca Lagunera al ser una de las principales cuencas lecheras del país con más de 500,000 cabezas de ganado bovino y una producción de casi seis millones de litros de leche diarios (Salazar *et al.*, 2007), motivo por el cual los productores destinan más de 90,000 ha en la producción intensiva de forrajes de alta calidad (Martínez *et al.*, 2012).

El maíz es una planta originaria de México, la cual ha sido utilizada como forraje para la alimentación de ganado en diferentes formas, tales como rastrojo, grano y ensilaje. La superficie

sembrada de maíz forrajero de riego se ha incrementado de 118 mil ha en 2008 hasta 142 mil en 2012 en el país (Guerra *et al.*, 2014).

Es un excelente forraje para el ganado, especialmente para las vacas lecheras. Esto lo hace uno de cultivos más importantes para la ganadería de las cuencas lecheras del país ya que tiene la ventaja que mediante el proceso del ensilaje se puede disponer de ensilado de buena calidad durante la época crítica de escasez de forraje (Goodrich y Meiske, 1985). El ensilado de maíz es sumamente importante en la dieta del ganado debido a su alto contenido de energía (Flores *et al.*, 2014).

El ensilaje es un método de conservación de forrajes con alto contenido de humedad (60-70 %), el cual mediante la compactación y expulsión del aire genera la producción de un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje. Esto hace posible que el valor nutritivo del producto ensilado sea muy similar al del forraje antes de ensilar (SAGARPA, 2016). La conservación de forrajes mediante ensilaje tiene ventajas frente a la henificación debido a que presenta menores riesgos, menores pérdidas y mayor calidad (Heniles *et al.*, 2007).

La finalidad de la presente investigación es probar que se puede producir maíz forrajero utilizando labranza de conservación y que esto no altera los rendimientos ni el valor nutritivo del cultivo ni los ensilados de maíz forrajero Arrayan.

Objetivos

Determinar si existe diferencia en la producción de maíz forrajero variedad Arrayan con agricultura tradicional y de conservación.

Evaluar los rendimientos de la producción de maíz forrajero variedad Arrayan con agricultura convencional y en agricultura de conservación.

Evaluar si existe diferencia en la composición nutricional en el ensilado de maíz forrajero variedad Arrayan producido en agricultura tradicional y de conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante el ciclo otoño-invierno 2015, en el rancho el Carmen, de la Universidad Autónoma Chapingo ubicado en las coordenadas 103° 36' 11" de longitud Oeste y entre los 25° 53' 32" de latitud Norte con 1,117 metros de altitud, dentro de La Comarca Lagunera. El diseño experimental empleado fue de bloques completamente al azar.

Las labores culturales efectuadas fueron las siguientes:

Labranza Tradicional: se llevó a cabo un rastreo en seco con lo cual se incorporó todo el material residual del cultivo anterior, que fue Triticale.

Agricultura de Conservación: se implementó rebordeo y reformación de camas angostas con un ancho de 75 cm; y se dejó un residual de 15 cm de tallo de Triticale del cultivo anterior.

La siembra se realizó en el mes de junio del 2015. Se empleó una sembradora Gaspardo® con discos cortadores acoplados al frente. La distancia entre hileras fue de 80 cm, la densidad de siembra se estimó para una población de 120,000 platas ha⁻¹.

El sistema de riego utilizado fue por gravedad (riego rodado), fueron aplicados en total cinco riegos, el de siembra y cuatro auxilios.

La fertilización consistió en una aplicación de 5 kg de urea. Se realizaron dos aplicaciones de herbicida, solo en las parcelas con sistema de Agricultura de Conservación. En la primera se utilizó el herbicida coloso total (glifosato) 3 litros ha⁻¹, antes de la siembra. La segunda aplicación se efectuó con Sansón 1 litro ha⁻¹ para combatir el zacate pega ropa (*Mentzelia hispida Willd*) a los 60 días de realizada la siembra.

Antes de la cosecha se procedió a muestrear cada uno de los tratamientos midiendo el número de plantas en 1 metro lineal realizando este procedimiento en cada tratamiento en tres ocasiones, después de contarlas se procedió con la realización del corte de las plantas que estuvieran dentro del metro lineal para ser pesadas y posteriormente mediante una regla de tres poder determinar el número de plantas y la producción de forraje verde por ha para cada uno de los tratamientos.

La cosecha se realizó el día 5 de Noviembre del 2015. Para el corte se utilizó una picadora para forrajes JF50.

El tamaño de partícula al cual fue picado el forraje fue de 2 cm.

Del forraje cortado se tomaron submuestras de 250 g aproximadamente y se colocaron en bolsas de papel para determinar el contenido de materia seca (MS), mediante la utilización de horno de secado Thermo Scientific® a una temperatura de 55 °C por 48 horas; por diferencia de peso se obtuvo el contenido de MS.

Después la MS obtenida se sometió a un proceso de molido en un molino Thomas Wiley® con un tamaño de criba de 2 mm.

Posteriormente de la muestra molida se tomaron 10 g y se colocaron en bolsas de papel para ser enviadas a un laboratorio (Agro Lab de México S.A de C.V.) para la determinación de las siguientes variables del forraje en verde: Carbohidratos no fibrosos (CNF, %), fibra detergente ácido (FDA, %), fibra detergente neutro (FDN, %), nutrientes digestibles totales (NDT, %), proteína total (PT, %), energía metabolizable (EM, Mcal kg⁻¹ MS), energía neta para mantenimiento (ENm, Mcal kg⁻¹ MS), energía neta para ganancia (ENg, Mcal kg⁻¹ MS) y energía neta para lactación (ENl, Mcal kg⁻¹ MS).

Además se tomaron muestras del forraje cortado para elaborar 12 microsilos. Los cuales fueron hechos de PVC con las siguientes dimensiones: 10.5 cm de diámetro en promedio y 32.2 cm de longitud en promedio, lo cual representa un volumen promedio de 2,626.6 cm³.

Posteriormente, después de 26 días de haber sido elaborados los microsilos (1 de diciembre de 2015), fueron destapados para ser analizados. De cada contenedor se pesó el contenido total, posteriormente se les determinó el pH con ayuda de un potenciómetro Conductronic pH 120®. Del material fermentado de cada contenedor, se tomó una submuestra de 250 g aproximadamente y se colocó en una bolsa de papel para determinar el contenido de materia seca (MS), mediante la

utilización de horno de secado Thermo Scientific® a una temperatura de 55 °C por 48 horas; por diferencia de peso se obtuvo el contenido de MS. Después la MS obtenida se sometió a un proceso de molido en un molino Thomas Wiley® con un tamaño de criba de 2 mm. Posteriormente de la muestra molida se tomaron 10 g y se colocaron en bolsas de papel para ser enviadas a un laboratorio (Agro Lab de México S.A de C.V.) para la determinación de las siguientes variables: Carbohidratos no fibrosos (CNF, %), fibra detergente ácido (FDA, %), fibra detergente neutro (FDN, %), nutrientes digestibles totales (NDT, %), proteína total (PT, %), energía metabolizable (EM, Mcal kg⁻¹ MS), energía neta para mantenimiento (ENm, Mcal kg⁻¹ MS), energía neta para ganancia (ENg, Mcal kg⁻¹ MS) y energía neta para lactación (ENl, Mcal kg⁻¹ MS).

Los resultados obtenidos del forraje en verde y del ensilado fueron sometidos a un análisis estadístico con el uso del paquete estadístico SAS®, utilizando un Diseño en Bloques Completamente al azar.

Los promedios entre cada tratamiento fueron analizados mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en el Cuadro 1 y 2, se puede identificar que no existe diferencia significativa en la composición nutricional del cultivo en verde y del ensilado.

Cuadro 1. Composición nutricional del cultivo obtenida de los análisis de laboratorio.

NUTRIENTE	T1	T2	T3	T4	DMS	PROB
PC	10.35	10.98	10.08	10.87	2.42	0.273
EM	2.09	2.13	2.05	2.10	0.10	0.116
CNF	16.27	17.95	15.95	17.17	5.23	0.209
NDT	56.79	57.85	56.34	57.12	2.35	0.253
FDN	64.89	63.08	66.66	64.60	4.51	0.153
FDA	37.81	35.65	35.38	36.52	10.53	0.853
ENL	1.28	1.31	1.25	1.28	0.08	0.148
ENM	1.23	1.28	1.20	1.24	0.09	0.124
ENG	0.66	0.71	0.64	0.67	0.08	0.125
CENIZAS	7.62	7.29	7.58	7.72	1.62	0.821

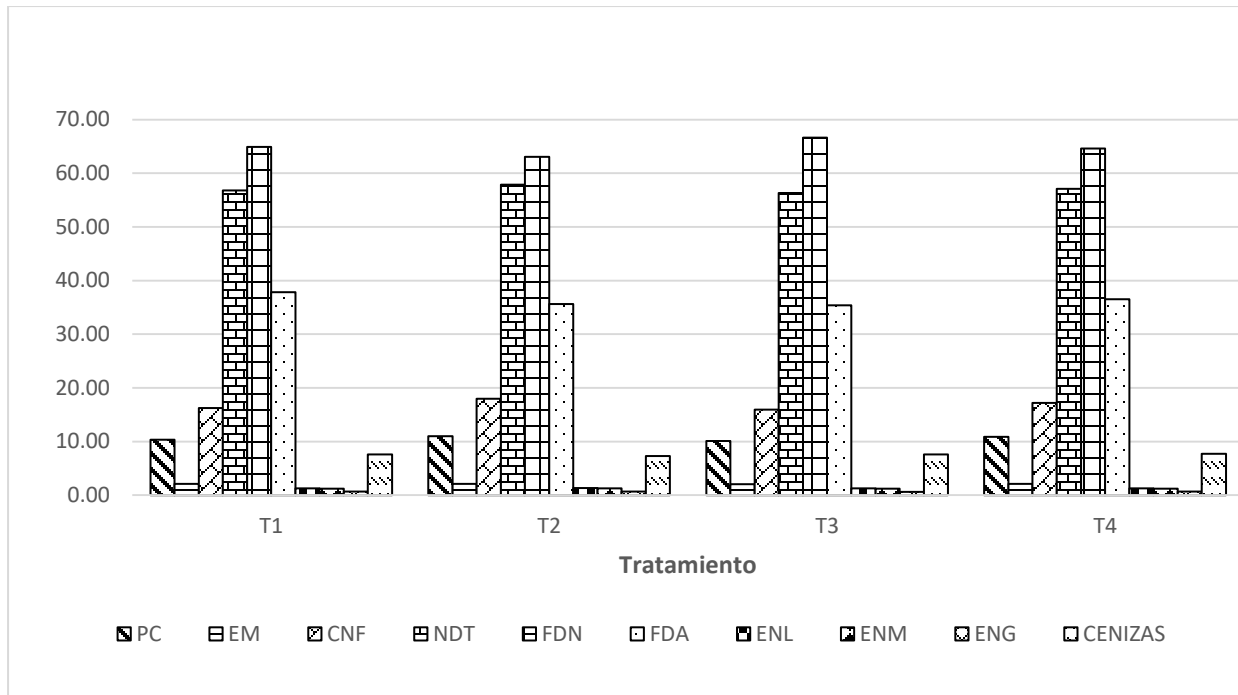


Figura 1. Composición nutricional de maíz Arrayán.

Cuadro 2. Composición nutricional de ensilados de maíz Arrayán.

NUTRIENTE	T1	T2	T3	T4	DMS	PROB
PC	8.94	9.31	8.88	9.09	1.25	0.658
FDA	33.80	34.29	35.37	34.69	4.16	0.635
FDN	58.37	60.19	57.95	59.27	3.12	0.162
CNF	25.49	23.42	25.14	24.19	4.13	0.460
NDT	60.33	59.46	59.78	59.64	1.85	0.460
ENL	1.34	1.32	1.35	1.36	0.05	0.683
ENM	1.34	1.31	1.32	1.32	0.06	0.419
ENG	0.76	0.73	0.75	0.74	0.05	0.392
EM	2.18	2.15	2.18	2.17	0.07	0.532
CENIZAS	7.22	7.49	7.91	7.58	0.84	0.137
PH	3.56	3.53	3.51	3.52	0.06	0.145
ENSILADO MS	20.97	21.60	22.03	21.84	4.39	0.848
ENSILADO						

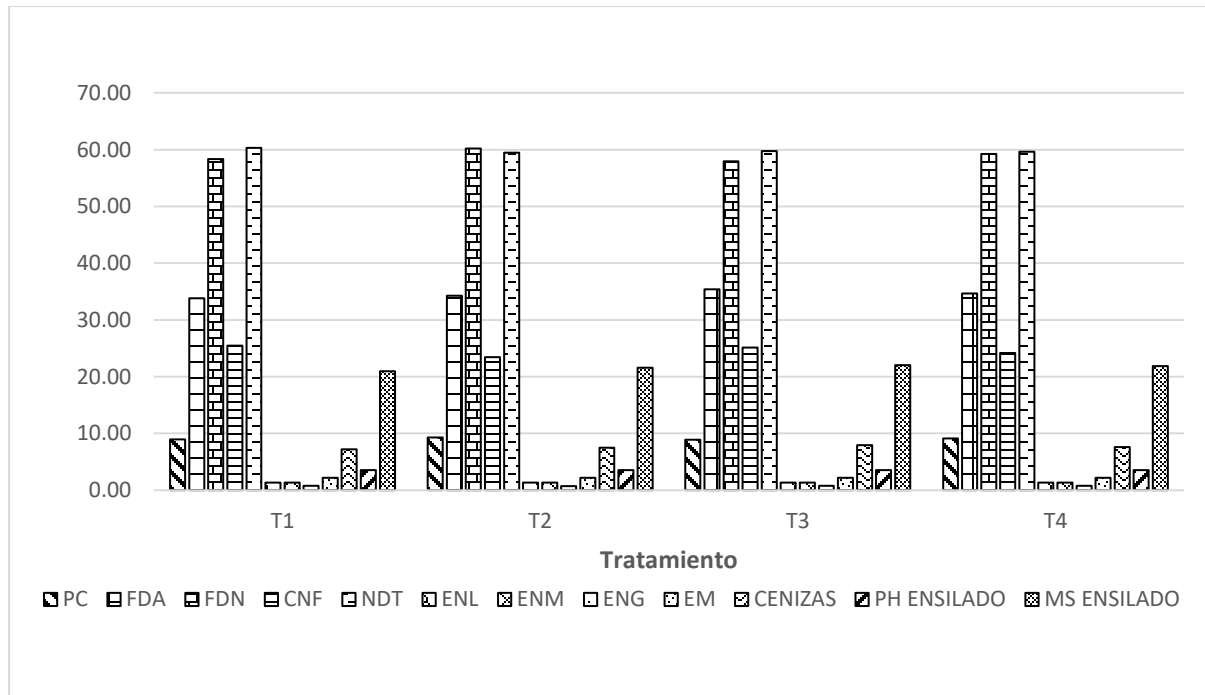


Figura 2. Composición nutricional del ensilado a base de maíz Arrayán.

Como se muestra de forma más clara en la Figura 1 y 2 la variabilidad numérica entre los tratamientos es mínima y al realizar el análisis de los datos se determinó que no existe diferencia significativa por lo cual es factible la recomendación a los productores de la región de La Comarca Lagunera que pueden implementar la agricultura de conservación en la producción de maíz forrajero variedad arrayán y que esto no les afectara la composición nutricional del forraje en verde ni el ensilado, además de que al implementar este sistema de producción, se favorecerá la conservación del suelo ocasionada por el laboreo intensivo que se implementa en la agricultura convencional. Lo anterior debido a que actualmente la erosión del suelo es un problema a nivel mundial y con gran impacto en la fertilidad del mismo. Por consiguiente se generan rendimientos menores con una disminución en la rentabilidad de esta actividad.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento y en las condiciones físico-climáticas de la Comarca Lagunera, se puede identificar que no existe diferencia significativa en la composición nutricional del maíz forrajero Arrayán en condiciones de agricultura tradicional y de conservación. Por tanto, el sistema de producción por agricultura de conservación, es una opción factible de implementar en la Comarca Lagunera.

LITERATURA CITADA

Figuroa, V. U. 2003. Uso Sustentable Del Suelo. P. 1- 22. *In: Abonos Orgánicos Y Plasticultura.* Gómez Palacio Durango México. Faz Ujed. Smcs Y Cocytod. 233 P.

Flores, M.J., Sanchez, R.A., Gutierrez, R., Echavarría, F.G. 2014. Microsilos: Una Alternativa Para Pequeños Productores. Folleto Para Productores No. 38. Campo Experimental Zacatecas. Ciroc-Inifap. 18 P.

Guerra, P. J., Macías, C. R. L., Terán, R. A. S. 2014. Paquete Tecnológico Para La Producción De Maíz Forrajero En Chihuahua.

Goodrich, R. D., Meiske, J. C. 1985. Corn And Sorghum Silages. *In: Forages. The Science Of Grassland Agriculture.* M E Heath, R F Barnes, D S Metcalfe (Eds). 4th Ed. Iowa State University Press. Ames, Iowa, U S A. Pp: 527-536.

Heniles, F, L., Calero H. D., Ávila, P. 2007. Alternativas Para La Conservación De Forrajes. Recuperado El 21 De 08 De 2016 De: [Http://Www.Bdigital.Unal.Edu.Co/5028/1/9789584411747.Pdf](http://Www.Bdigital.Unal.Edu.Co/5028/1/9789584411747.Pdf)

Martínez, J. D. L., Parada, P. E. M., Vasquez, C. V., Sosa, E. S., Tarango, R. Z. 2012. Producción De Maíz Forrajero Con Labranza, Fertilización Orgánica E Inorgánica.

Salazar, S, E.; Trejo. H. I., Vazquez, V. C., Lopez Martínez, J. D. 2007. Producción De Maíz Bajo Riego Por Cintilla Con Aplicación De Estiércol Bovino. *Phyton* 76: 169-185.

Scopel, E. 1997. Efectos De La Labranza De Conservación Sobre El Balance Hídrico Del Cultivo De Maíz De Temporal. En: *Avances De Investigación En Labranza De Conservación 1.* Inifap-Cenapros, Libro Técnico N° 1 Pp. 91-106.

Secretaría De Agricultura Ganadería Y Pesca. 2016. Técnicas De Ensilaje Y Construcción De Silos Forrajeros Recuperado El 02 De 08 De 2016 De: [Http://Www.Sagarpa.Gob.Mx/Desarrollorural/Documents/Fichascoussa/Silos%20forrajeros.Pdf](http://Www.Sagarpa.Gob.Mx/Desarrollorural/Documents/Fichascoussa/Silos%20forrajeros.Pdf)

Valverde, F., Ramos, M., Parra, R. 2002. Evaluación De Sistemas De Labranza De Conservación Del Suelo Y Fertilización Con Fósforo En Maíz, Al Tercer Año De Estudio. Recuperado El 12 De 09 De 2016 De [Http://Www.Secsuelo.Org/Wp-Content/Uploads/2015/06/1-Evaluacion-De-Sistemas-De-Labranza-Valverde-F.Pdf](http://Www.Secsuelo.Org/Wp-Content/Uploads/2015/06/1-Evaluacion-De-Sistemas-De-Labranza-Valverde-F.Pdf).

Potencial biomásico de cinco especies maderables del matorral espinoso tamaulipeco en la zona semiárida del noreste de México.

Maginot Ngangyo Heya^{1*}, Foroughbachk Rahim Pournavab¹, Artemio Carrillo Parra², Lidia Rosaura Salas Cruz³

¹Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Ciudad Universitaria, C.P. 66450, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. ²Laboratorio de Tecnología de la madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional, Km 145, C.P. 67700, Linares, Nuevo León. ³Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Av. Francisco Villa s/n Ex-Hacienda el Canadá, C.P. 66050, Gral. Escobedo, Nuevo León. México.

*Autor de Correspondencia: nheyamaginot@yahoo.fr

RESUMEN

En el noreste de México, una amplia extensión del área se encuentra ocupada por matorrales, distribuidos en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Este ecosistema es bastante diverso en especies tanto arbóreas, arbustivas y sub-arbustivas, que han sido proveedores de importantes productos vegetales, utilizados para una gran diversidad de fines. Para proteger esa vegetación y asegurar el cumplimiento de estas funciones especiales, surge la necesidad de realizar estudios de especies características, con el fin de sentar las bases metodológicas de medición e inventarización de variables de gran importancia, tal como la productividad de dichos ecosistemas. La productividad se evaluó mediante la biomasa foliar estacional, a partir del peso seco de una rama representativa de cada especie. La colecta de la necromasa generada se hizo quincenalmente a través de 15 trampas, instaladas en la base de los árboles durante un año en plantaciones forestales de las zonas áridas del Noreste de México. Las especies estudiadas fueron: *Acacia berlandieri* (Benth.), *Acacia wrightii* (Benth.), *Ebenopsis ebano* (Berl.) Barneby, *Havardia pallens* (Benth.) Britton & Rose, y *Helietta parvifolia* (Gray) Benth. Los valores registrados tanto para la biomasa foliar como la necromasa presentaron diferencias significativas tanto en función de especies ($P < 0.05$) como por estaciones ($P = 0.01$). El mayor valor de necromasa se generó en primavera (274 y 296 kg ha⁻¹ para *A. berlandieri* y *A. wrightii*, respectivamente). La biomasa foliar alcanzó su máxima producción en verano (9,029 kg ha⁻¹) en *E. ebano*, mientras que el valor menor (103 kg ha⁻¹) se registró con *A. wrightii* en invierno. Se determinó una correlación lineal significativa ($R^2 = 63\%$) entre la biomasa foliar y generación de necromasa.

Palabra clave: biomasa foliar, necromasa, especies leñosas, matorral, zona semi-árida.

Obtención de área foliar en el cultivo de frijol por medio de imágenes digitales.

Servín Palestina, Miguel^{1*}, Moreno Lucio, Mireya², Espinoza García, Gustavo², Herrera Mayra, Denisse¹, Prado Serrano, Saúl³

¹Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Km 24.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. ²Universidad Autónoma de Zacatecas (Francisco García Salinas) Posgrado en ciencias de la ingeniería Unidad académica de ingeniería eléctrica. ³Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Facultad de Ingeniería Agrohídrica, Teziutlán, Pue.

*Autor de correspondencia: servin.miguel@inifap.gob.mx

RESUMEN

Para entender el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol es importante hacer mediciones de área foliar (AF) que junto con variables de biomasa seca, se describen los procesos fisiológicos como síntesis de carbohidratos y la capacidad de fotosíntesis de las plantas. La disponibilidad de computadoras, software y cámaras fotográficas ha favorecido el análisis de imágenes para la obtención de AF, sin embargo, estos procesos son largos, pesados, costosos, discontinuos y poco confiables. No obstante, el objetivo de este trabajo fue integrar e implementar un sistema para obtención de AF en el cultivo de frijol (AF_PDI) que involucra el proceso de imágenes digitales para estimar el AF de forma automática, dichas imágenes son tomadas mediante una cámara web montada en soportes y un área de muestreo equipada con acrílico y determina de una manera sencilla el área foliar. Para validar el sistema se calculó la superficie a medir en forma manual de cada una de las hojas (de la planta de frijol) en papel milimétrico y se obtuvo el AF (AF_MPM). Una exactitud de 98.32%, una precisión de 99.91% y un coeficiente de correlación de Pearson de 0.99, permiten considerar el sistema como una herramienta confiable y versátil para obtener AF.

Palabras clave: Análisis de crecimiento, desarrollo de cultivos, sistema integral, métodos destructivos, método milimétrico.

ABSTRACT

To understand the growth and development of the bean cultivar it is important to measure the foliar area (FA) along with variables like dry biomass, which describes physiological processes such as carbohydrate synthesis and the plant photosynthesis capacity. The availability of computers, software and cameras has favored the image analysis in order to obtain the FA, however, such processes are long, tedious, costly, intermittent and unreliable. The objective of this study was to integrate and implement a system for the measurement of FA in the bean cultivar (FA_PDI) which involves the processing of digital images to estimate the AF automatically, these images are taken by a mounted webcam and an acrylic sampling area to easily determine the foliar area. In order to validate this system, the area of each leaf of the whole bean plant was calculated manually in millimetric paper and the FA was obtained (FA_MPM). An 98.32% accuracy, 99.91% precision and a 0.99 Pearson correlation coefficient makes this system a trustworthy and versatile tool to obtain the foliar area.

Key words: Growth analyses, cultivar development, integral system, destructive method, millimetric method.

INTRODUCCIÓN

Para entender el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol es importante hacer mediciones de área foliar (AF) que junto con variables de biomasa seca, se describen los procesos fisiológicos como síntesis de carbohidratos y la capacidad de fotosíntesis de las plantas (Kozlowsky et al., 1991; Leopold y Kriedemann, 1975, (Watson, 1947).). La determinación de AF se realiza con mucha frecuencia en la investigación agrícola (Enciso y Gómez, 2004 Kolukisaoglu y Thurow, 2010 Pagola et al., 2009). Dicha descripción se hace necesaria para buscar características deseables de distintos cultivares para generar variedades con potencial productivo y adaptabilidad al cambio climático. Por esa razón se hace necesaria su medición, existen varios métodos (destructivos y no destructivos) para determinarla, el método destructivo (planimétrico o gravimétrico) es necesario y el más preciso, con ellos se calibran los demás métodos pero tienen la desventaja de consumir mucho tiempo (Jonckheere, et al., 2004), el método planimétrico consiste en determinar la superficie de las hojas con referencia a un plano horizontal, lo cual no es una tarea sencilla y se han utilizado distintos medios como son: escáner, integradores de área foliar, papel milimétrico e imágenes digitales. La disponibilidad de computadores, software y cámaras digitales ha favorecido el análisis de imágenes en disciplinas tan diferentes como medicina humana (Maintz y Viergever, 1998), o análisis de cobertura vegetal a escalas geográficas (Hansen et al., 2003). En los últimos años, el uso del Procesamiento Digital de Imágenes en Agronomía se ha incrementado considerablemente, mediante técnicas del procesamiento digital de imágenes se determina la cantidad de agua consumida, detectar enfermedades en las plantas entre otras. El análisis de imágenes comprende la generación de imágenes por diferentes métodos, determinar y mejorar la calidad, y finalmente el uso de algoritmos para análisis computarizado. En estudios con plantas se han usado poco las cámaras fotográficas o incorporadas en computadoras, aunque éstas permiten capturar imágenes con resolución razonable en cualquier lugar. Para el análisis de imágenes existen en internet plataformas de software libre como ImageJ (Rasband, 2007), que permite determinar el área de objetos gráficos en los que se introduce una referencia de tamaño conocido. Más sin embargo estos son procesos largos, pesados, costos, discontinuos y poco confiables. No obstante, el objetivo de este trabajo fue integrar e implementar un sistema para obtención AF en el cultivo de frijol (AF_HPDI) que involucra el proceso de imágenes digitales para estimar el AF de forma automática.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en un invernadero localizado en el Campo Experimental Zacatecas (CEZAC-INIFAP), ubicado a 22° 54' latitud Norte y 102° 39' longitud Oeste a una altitud media de 2,197 msnm. La temperatura media anual es de 14.6 °C, con acumulación promedio de frío de noviembre a febrero de ~ 600 unidades frío (UF). La precipitación media anual es de 416 mm, de los cuales el 75 % ocurre durante el verano (junio a septiembre) y el resto durante el invierno. Donde está establecido un experimento de frijol con la variedad Victoria (V1) y Dalia (V2), sembradas manualmente el día 16 de agosto, en surcos de 76 cm y separación entre plantas de 10 cm. de donde se obtuvieron algunas plantas. Para el muestreo se cortó manualmente la planta y se separaron las hojas. Las cuales se calcaron las hojas en un papel milimétrico para obtener el área foliar (método comparativo), posteriormente se colocaron en un soporte plano con acrílico para aplanar completamente las hojas y se tomaron tres imágenes digitales con una cámara web Logitech® de 15 mg y se procesó para obtener el área foliar para cada determinación. Quedando un total de 7 pares de datos.

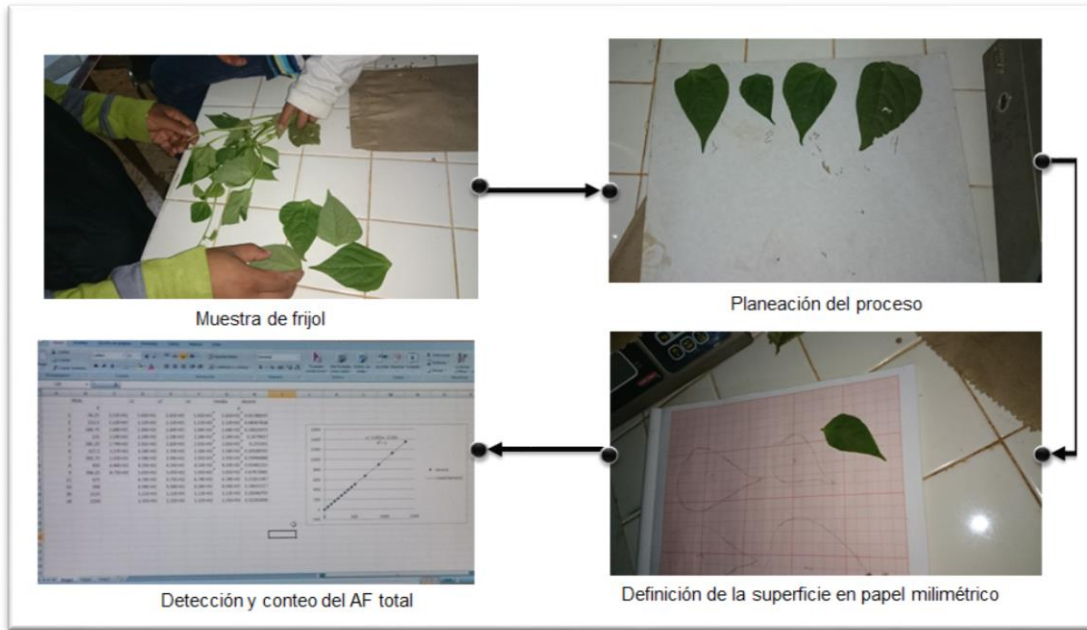


Figura.1- Proceso para medir área foliar con el papel milimétrico en el cultivo de frijol.

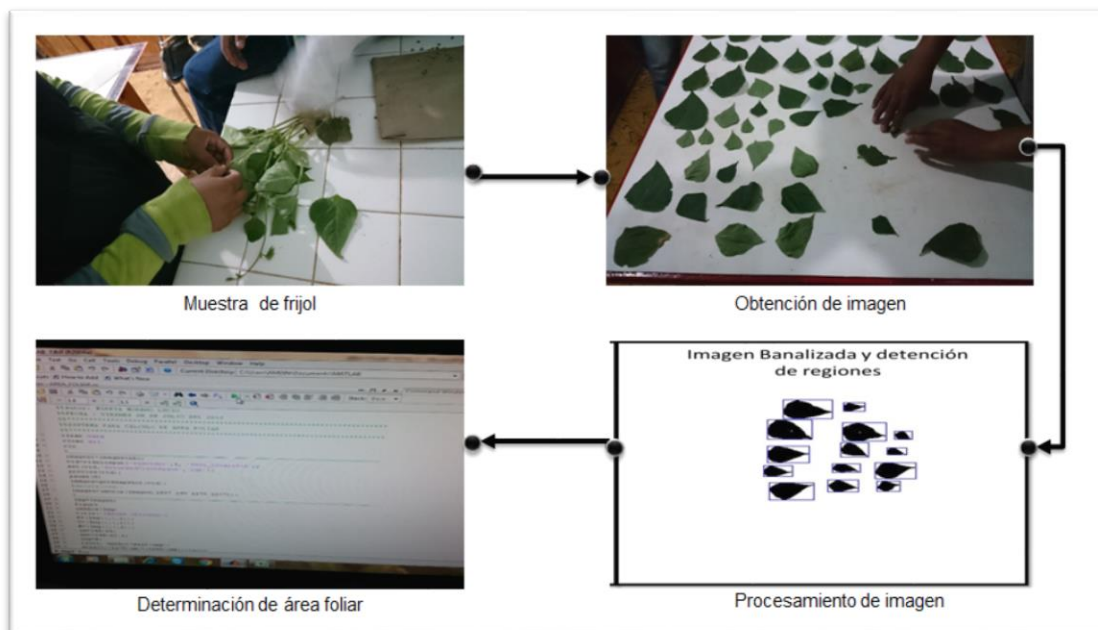


Figura.2.- Proceso para medir área foliar con imágenes digitales en el cultivo de frijol.

Para el análisis estadístico realizo una regresión lineal en el paquete estadístico SAS con el procedimiento Stepwise y se determinó un factor de ajuste. Para determinar la exactitud y valorar la calidad de la medida se utiliza el método de error técnico (E.T.M) de la medición, es igual a la raíz cuadrada de la suma de las diferencias (d) al cuadrado, dividido de los pares estudiados (n) (Esparza, 1993).

$$E.T.M = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

La precisión se obtuvo mediante desviación estándar (S) y un coeficiente de correlación de Pearson, la desviación estándar (adimensional), X_i es la lectura observada, y X_m la lectura media

$$S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_m)^2}{n-1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

El coeficiente de Pearson mide la probabilidad de establecer una ecuación lineal entre dos variables, en la que por cada cambio de unidad en una de ellas se espera un cambio de unidad (correlativo) en la otra, sin tener en cuenta ni la magnitud ni la escala de medición de las variables comprometidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se observan 7 determinaciones obtenidas en campo en la columna MPM se encuentran las áreas foliares obtenidos con papel milimétrico y el las siguientes columnas se encuentran la áreas foliares obtenidos de la misma muestra, con el sistema de procesamiento de imágenes digitales, el promedio, la desviación estándar y la diferencia entre ambas lecturas al cuadrado.

Cuadro 1.- Datos de área foliar para 7 muestras de frijol con el método de papel milimétrico MPM y el sistema de procesamiento de imágenes SPI

ID	MPM	SPI _{D1}	SPI _{D2}	SP _{D3}	SPI _m	S	d ²
1	39.37	37.50	37.52	37.56	37.53	0.0327	1.844
2	55.26	52.89	52.90	52.86	52.88	0.0204	2.377
3	92.51	88.03	87.90	87.90	87.94	0.0730	4.567
4	192.15	184.84	184.96	184.97	184.93	0.0707	7.224
5	242.44	233.28	233.22	233.07	233.19	0.1056	9.248
6	302.26	295.89	295.91	295.79	295.87	0.0643	6.394
7	350.06	342.46	342.89	342.58	342.64	0.2245	7.417

En la figura 3 se observa la relación lineal que existe entre el área foliar medido por el papel milímetro con respecto a la are foliar obtenida por el sistema de procesamiento de imágenes digitales y se observa una pendiente de 1.0279 es decir muy cercana a uno y una R^2 0.99 estos valores determinan una alta correlación entre el sistema desarrollado y el sistema de comparación.

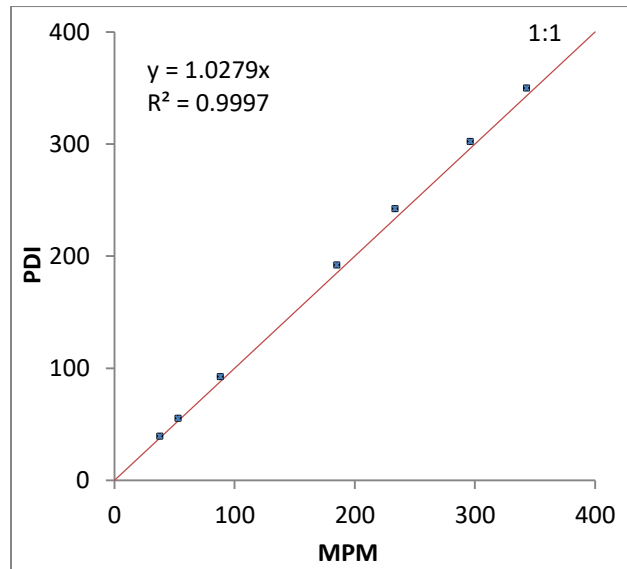


Figura 3.- Relación lineal área foliar medida con papel milimétrico e imágenes digitales en el cultivo de frijol.

En el cuadro 2. Se muestra el modelo de ajuste para mejorar la calidad de la medición, una exactitud de 98.32% por el método de error técnico de la medida, una precisión de 99.91% obtenida mediante desviación estándar y un coeficiente de correlación de Pearson de 0.99, Por lo anterior se considera al proceso de imágenes digitales como confiable y versátil para obtener el área foliar de frijol que se puede implementar en otros cultivos.

Cuadro 2.- Datos de exactitud y presión del sistema de área foliar por medio de imágenes digitales

Modelo de regresión	AF_PDI = 1.0279 (AF_MPM)
Coefficiente de determinación (R^2)	0.99
Exactitud	98.32%
Precisión (S)	99.91%
Precisión (CP)	0.99

CONCLUSIONES

El procesamiento de imágenes digitales es confiable para medir área foliar en el cultivo de frijol, pero es necesario integrar todos los componentes del sistema para obtener lecturas exactas y precisas, pero sobre todo en muy poco tiempo.

LITERATURA CITADA

Esparza, F. (1993). Manual de Cineantropometría. Madrid, España: FEMEDE

Hansen, M.C., R.S. DeFries, J.R. Townshend, M. Carroll, C. Dimiceli and R.A. Sohlberg. 2003. Global percent tree cover at a spatial resolution of 500 meters: First results of the MODIS vegetation continuous fields algorithm. *Earth Interactions* 7(10): 1-15.

Jonckheere, S. F., Kris Nackaerts, Bart Muys, Pol Coppin. (2004). Methods for Leaf Area Index Determination Part I: Theories, Techniques and Instruments.

Kolukisaoglu, Ü. and K. Thurow. 2010. Future and frontiers of automated screening in plant sciences. *Plant Science* 178(6): 476-484.

Kozlowski, T., P. Kramer y S. Pallardy. 1991. *The Physiological Ecology of Woody Plants*. Academic Press. New York.

Leopold, A. y P. E. Kriedemann. 1975. *Plant Growth and Development*. McGraw Hill. New York.

Maintz, J.B. and M.A. Viergever. 1998. A survey of medical image registration. *Medical Image Analysis* 2(1): 1-36.

Meyer, G. E., & Davison, D. A. (1987). An electronic image plant growth measurement system. *Transactions of the ASAE*, 30(1), 242-0248.

Pagola, M., R. Ortiz, I. Irigoyen, H. Bustince, E. Barrenechea, P. Aparicio-Tejo, C. Lamsfus, and B. Lasa. 2009. New method to assess barley nitrogen nutrition status based on image colour analysis: Comparison with SPAD-502. *Computers and Electronics in Agriculture* 65(2): 213-218.

Rasband, W.S. 2007. ImageJ, US National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://rsbweb.nih.gov/ij/>; consulta: october 2011.

Watson, D. J., 1947. Comparative physiological studies in the growth of field crops. I: Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Ann. Bot.*, 11: 41-76.

Comportamiento de brotes vegetativos y reproductivos del nogal pecanero

Santiago López Elizabeth¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sitio experimental Zaragoza. Km 12.5 Carretera Zaragoza-Acuña. Zaragoza, Coahuila, CP.26450. Email: elizabeth_s.l@hotmail.com.mx

RESUMEN

El ensayo se llevó a cabo con el objetivo de estudiar el comportamiento de la longitud de los brotes vegetativos y fructíferos en árboles de nogal. Se encontró que el tamaño de los brotes influye con relación a la fertilización aplicada, en donde la fertilización convencional los brotes productivos tuvieron mayor desarrollo en el mes de abril, mayo, agosto y septiembre, con un tamaño de 14.3 a 17.5 cm de longitud, comparado con los brotes sin fertilizar que tuvieron desarrollo en los meses de abril, mayo, junio y agosto con un tamaño de 9.3 a 11.8 cm de longitud. También se observa que los meses de abril, mayo, agosto y septiembre los brotes vegetativos sin fertilización alcanzaron un tamaño de 7.8 a 9.0 cm de longitud, comparado con

los brotes fertilizados teniendo mayor crecimiento en los meses de abril, mayo, agosto y septiembre con tamaños de 10.8 a 14.5 cm de longitud.

Palabras clave: fertilización, longitud, brotes.

ABSTRACT

The test was carried out with the if studying the behavior the length of vegetative and fruiting buds in pecan trees. Finding the size of shoots influences with respect to the applied fertilization, where conventional fertilization productive shoots had major development in april, may, august and september, with a size of 14.3 to 17.5 cm in length, compared with unfertilized buds that were developing in the months of april, may, june and august with a size of 9.3 to 11.8 cm in length. It is also noted that the months of april, may, august and september vegetative buds without fertilization reached a size of 7.8 to 9.0 cm in length, compared to unfertilized buds having greater growth in the months of april, may, august and september 10.8 to 14.5 cm length.

Keywords. Fertilization, length, shoots.

INTRODUCCIÓN

En México el cultivo de nuez pecanero es una actividad de amplio crecimiento, sobre todo en estados del norte, debido a la amplia adaptación climática y edáfica, así como por las condiciones del mercado y atractiva rentabilidad que presenta (Orona *et al.*, 2013; García *et al.*, 2009). Uno de los aspectos importantes de la producción del nogal lo representa la nutrición vegetal, a través de la aplicación oportuna de fertilizantes, en combinación con otros factores fomenta el incremento en rendimiento y la calidad de la cosecha (Sánchez *et al.*, 2008; Guerrero *et al.*, 2001).

El balance de carbono en un brote creciendo, aparentemente es afectado por pequeños cambios de la tasa de respiración, pero es alterado sustancialmente por cambios reductivos de la tasa fotosintética (Johnson y Lakso,1986). El crecimiento de los brotes representa una prioridad alta de demanda, y ellos pueden incluso atraer el carbono fijado por las hojas de brotes pequeños después de la floración (Corelli y Lakso,2004), esto mismo fue observado en manzano por Johnson y Lakso (1986). El nitrógeno incide sobre un mayor desarrollo y crecimiento de los árboles en particular en los brotes, esta se acentúa por la movilización del elemento hacia el ápice del brote. Srivastava y Singh (2009) explica que el Zn cataliza la síntesis de la serina, la cual es precursora del aminoácido indolacético. esta auxina es responsable del crecimiento del brote y de la hoja por lo que es normal que ambos disminuyan su tamaño cuando el Zn es deficiente, deteniéndose el crecimiento terminal y forzando a las yemas laterales a crecer débilmente, lo cual forme el síntoma de roseta (Flores *et al.*,2009). Por lo anterior el presente trabajo tiene como objetivo estudiar el comportamiento de la longitud de los brotes vegetativos y fructíferos del nogal pecanero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una huerta de nogal pecanero de 25 años de edad, establecida en un sistema de marco real con una distancia de 15 X 15 m entre árbol y árbol. La huerta se encuentra localizada en el municipio de Zaragoza, Coahuila., ubicadas entre las coordenadas 28°26'34" de latitud Norte y 100°57'59" de longitud Oeste a 387 msnm.

La precipitación promedio anual es de 300 mm, con una temperatura media anual de 32 °C. La textura del suelo en la cual los árboles se desarrollan es de textura franco, con un pH de 8.05.

Durante el estudio se consideró que la huerta utilizada tuviese el mismo manejo agronómico, características fisiológicas, distancia entre árbol y árbol, así como la antigüedad de los árboles.

A partir del mes de abril se eligieron los brotes fructíferos y vegetativos con el fin de observar el comportamiento de la longitud de los brotes durante el año. Estos brotes se escogieron en la periferia de la copa del árbol de las partes terminales de las ramas. Los árboles utilizados fueron tomados al azar. Durante el periodo se tomaron medidas de las longitudes de los brotes para obtener el promedio mensual de su crecimiento y así poder realizar dichas comparaciones. Utilizando el análisis estadístico de la técnica de regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se presentan los resultados obtenidos de acuerdo a la evolución del desarrollo de los brotes productivos y vegetativos del nogal pecanero. Durante el año 2015 se observó que el tamaño del brote productivo con fertilización convencional tuvo mayor desarrollo en el mes de abril, mayo, agosto y septiembre con tamaño de 14.3, 15.3, 16.8 y 17.5 cm de longitud, comparado con los brotes sin fertilizar que tuvieron mayor desarrollo en el mes de abril, mayo, junio y agosto con un tamaño de 9.3, 9.5, 11.3 y 11.8 cm de longitud. También se observaron que los meses de abril, mayo, agosto y septiembre los brotes vegetativos sin fertilización tuvieron mayor desarrollo alcanzando un tamaño de 7.8, 8.5, 8.8 y 9 cm de longitud, comparado con los brotes vegetativos que fueron fertilizados teniendo mayor crecimiento en los meses de abril, mayo, agosto y septiembre con tamaños de 10.8, 11.0, 11.5 y 14.5 cm de longitud. Teniendo brotes 6.8 cm como mínimo y 17.5 cm como máximo con una media de 9.4 cm de longitud en cuanto al manejo. Estos resultados se pueden interpretar parcialmente con lo citado por Arreola, (1990) donde menciona que el vigor de las ramas de 4 a 35 cm de longitud en un año llega a alcanzar un tamaño normal, además señala que ramas vegetativas y fructíferas de 30 a 35 cm de longitud produjeron brotes con mayor número de nueces, ya que los brotes largos que fructifican tienen una baja producción al año siguiente, comparados con los vegetativos según Malstrom y McMeans (1982). Así como Sparks y Brack, (1981), mencionan que la brotación de yemas está directamente relacionado con el contenido de carbohidratos, a medida que el contenido de hidratos de carbono es alto, mayor es la brotación.

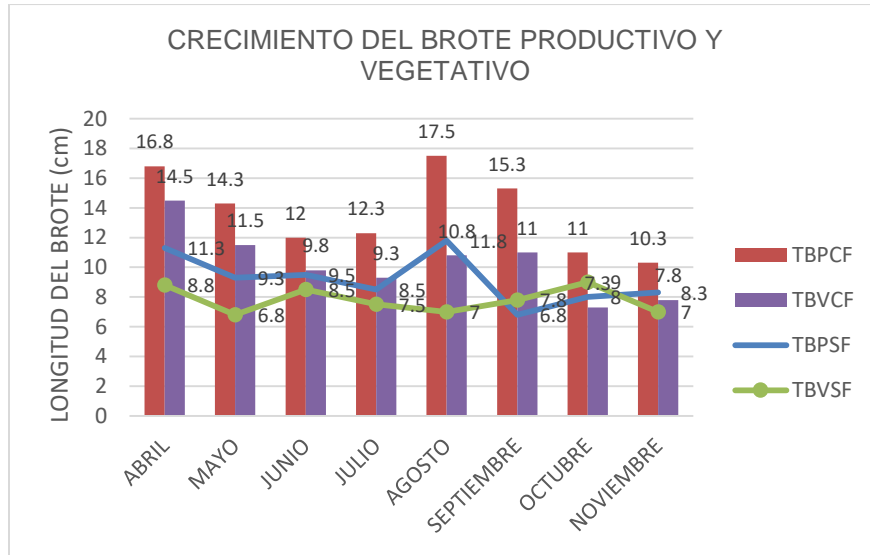


Figura1. Promedio de la evolución mensual de los brotes productivos y vegetativos del nogal pecanero. TBPCF: Tamaño de brote productivo con fertilización convencional. TBVCF: tamaño de brote vegetativo con fertilización convencional. TBPSF: tamaño de brote productivo sin fertilización y TBVSF: tamaño de brote vegetativo sin fertilización.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la regresión lineal, indica que la relación es altamente significativa en donde los crecimientos de los brotes dependen de un 61 % del manejo de aplicación de fertilizantes.

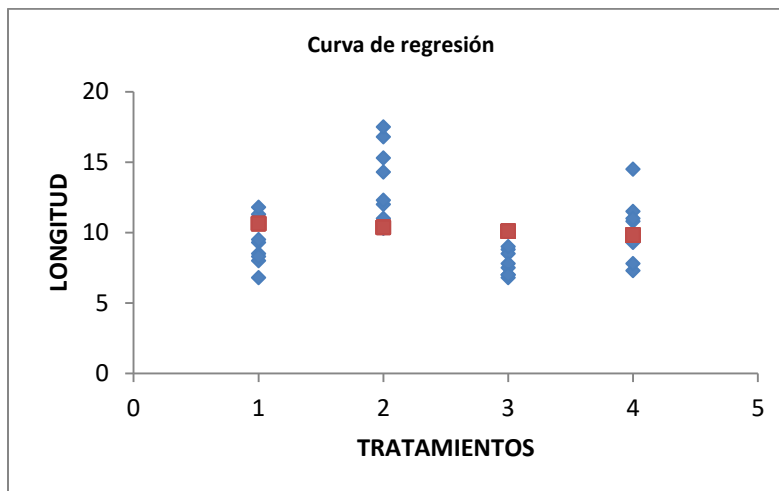


Figura 2. Curva de regresión ajustada de la longitud de los brotes.

CONCLUSIÓN

La obtención de una brotación uniforme y de calidad, se logra cuando los factores se presentan como el sitio de producción, variedad, producción anterior, dosis de fertilización, época de aplicación.

El crecimiento de cualquier órgano es afectado por las condiciones ambientales, que involucra el régimen de temperatura, características de suelo, disponibilidad de agua y de luz.

LITERATURA CITADA

Arreola, J. G. 1990. tipo y vigor de ramas y su implicación en la producción de nogal pecanero. Resúmenes de congreso nacional de fitogenética. P.174.

Corelli, G. L. and Lakso, A. N. 2004. Fruit development in deciduous tree crops as affected by physiological factors and environmental conditions. *Acta Horticulturae* 636:425-441.

Flores, M., Anchondo, A., Olivas, M., Sánchez, E. 2009. Acidificación en banda, labranza invernal y zinc en nogal pecanero, in: Memoria de artículos de resumen y en extenso. Memorias del 13° Día del nogalero, Chihuahua, Chihuahua, México.

García, R. J. L., Orona, C.I., González, C.G., Valdez, C. R. D., Murillo, A. B., Troyo, D. E., Fortis, H. M., Segura, C. M. A. 2009. Interacciones Nutrimientales Y Normas De Diagnostico De Nutrimiento Compuesto En Nogal Pecanero (*Carya illinoensis*). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15(2):141-147.

Guerrero, M., Soto J. M., Uvalle-Bueno J. X., Yáñez R. M., Sánchez E. y Romero L., 2001. Caracterización físico-química del suelo en huertos de nogal pecanero (*Carya illinoensis* Wangenh K. Koch) “Western Schley” mediante Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI), ISBN. 84-89720-95-9, Granada, España.

Jahnsen, R. S. and Lakso, A. N. 1986. Carbon Balance model of a growing Apple shoot: I. Development of the model. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 111(2):160-164.

Malstrom, H. L. y McMeans, J. L. 1982. Shoot length and previous fruiting affect subsequent growth and nut production of “Moneymaker” pecan. *HortScience*. 17(6):970-972.

Orona, C. I., Sangerman, J. D. M., Fortis, H. M., Vázquez, V. C., Gallegos, R. M. A. 2013. Producción y comercialización de nuez pecanera (*Carya illinoensis* Koch) en el norte de Coahuila, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 4, Num.3.p.461- 476.

Sánchez, Ch. E., Muñoz, M. E., García, B. M. L., Guevara, A. A. 2008. Eficiencia De Uso Del Nitrogeno En Nogal Pecanero Bajo Un Sistema De Fertirrigacion. Informe Tecnico Final Proyecto De Investigacion Fomix-Chihuahua Chih-2008-C01-90418.

Sparks, D. y Brack, C. E. 1981. Effect of removing leaves and fruit ton return Bloom and fruit set of the Stuart pecan. *proc. Southwestern Pecan*. P. 69.

Rendimiento y calidad de ajo (*Allium sativum* L.) en cinco densidades de siembra en huerto familiar en Fresnillo, Zacatecas.

Reveles Hernández, Manuel^{1*}; Sánchez Sánchez, Juan José²; Cid Ríos, José Ángel¹; Mendez Perales, Daniela³; Gonzalez Monreal, Lizbeth³.

¹Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac., México. Tel 01 800 088 22 22 Extensión 82310.

²Brigada de Educación para el Desarrollo Rural número 46, DGETA, Rio Florido, Fresnillo, Zacatecas, México.

³Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 189, Rio Florido, Fresnillo, Zac.

*Autor de correspondencia: electrónico: reveles.manuel@inifap.gob.mx;

RESUMEN

Una de las prioridades en el huerto familiar es aprovechar al máximo la superficie disponible para la producción de alimentos. Con el objeto de evaluar el comportamiento de la productividad del cultivo de ajo en cinco densidades de plantación (33.33, 38.88, 44.44, 50.00, y 55.55 plantas por metro cuadrado) en condiciones de huertos familiar se estableció un experimento en la Comunidad de Rio Florido, Fresnillo, Zacatecas, usando la variedad de ajo Barretero. El mayor rendimiento se obtuvo cuando la densidad de plantas fue de 55.55 plantas por metro cuadrado, sin embargo, el mayor tamaño de bulbo se registró en las parcelas con densidad de 38.88 plantas por metro cuadrado. Se observó un incremento de la productividad de bulbos al incrementar la densidad de siembra, sin embargo también se observó una disminución del tamaño de los bulbos cosechados a medida que se incrementó la densidad de siembra. La productividad por unidad de superficie no se ve afectada significativamente en las densidades evaluadas por lo que se recomienda el establecimiento de ajo en nueve o diez hileras de plantas (50 a 55.55 plantas por metro cuadrado) para aprovechar al máximo la superficie destinada al ajo en el huerto familiar.

Palabras clave: plantación, Barretero, distancias, tamaño, bulbo

ABSTRACT

One of the priorities in the homegarden is to maximize the area available for food production. In order to evaluate the behavior of garlic crop productivity in five plant densities (33.33, 38.88, 44.44, 50.00, and 55.55 plants per square meter) in terms of homegarden, an experiment was established in the community of Rio Florido, Fresnillo, Zacatecas, using the variety of garlic Barretero. The highest yield was obtained when plant density was 55.55 plants per square meter, however, the larger bulb was recorded in plots with density 38.88 plants per square meter. Increased productivity bulbs by increasing planting density was observed, however, a decrease in the size of the harvested bulbs as planting density increased was also observed. Productivity per unit area is not affected significantly in the densities evaluated, so that the establishment of garlic is recommended in nine or ten rows of plants (50 to 55.55 plants per square meter) to maximize the area under garlic culture in homegarden.

Key words: planting, Barretero, distance, size, bulb

INTRODUCCIÓN

El huerto familiar es un espacio reducido en el que se pretende producir alimentos sanos para satisfacer las necesidades de la familia, por sus dimensiones es importante aprovechar al máximo el espacio destinado para cada especie. Los huertos familiares están considerados como una forma de alimentación desde la época prehispánica, mismos que además han provisto a las familias de insumos medicinales, rituales y ceremoniales. Por lo anterior al huerto familiar se le ha considerado un espacio físico, social y cultural (Cahuich-Campos *et al.*, 2014).

La realización de investigación de huertos familiares se considera de utilidad para ajustar las recomendaciones técnicas del cultivo del ajo para establecerse con mejor aprovechamiento de la superficie disponible para el cultivo en el huerto (Totić y Čanak, 2014).

La productividad del ajo está influenciada por los factores de manejo, el ambiente y sus interacciones por lo que cada practica de manejo del cultivo debe ser ajustada de acuerdo a las características de la región, de este modo se considera que la densidad de plantación optima y el espaciamiento entre plantas de ajo tiene respuestas diferentes en condiciones diferentes, sin embargo los testimonios de la respuesta de la especie a las altas densidades de plantación son vastas en las que se afirma que tiene buena respuesta a las altas densidades de hasta 800,000 plantas por hectárea (Llosas and Fernández, 1984, citado por Abdulkadir, 2014).

A pesar de reportarse altos rendimientos al incrementar la densidad de plantación del ajo, se ha observado que a medida que se incrementa la densidad de plantación y después de determinada densidad de plantas, el tamaño de los bulbos cosechados inicia a disminuir (Huez *et al.*, 2009; Jiménez-Vázquez *et al.*, 2014).

El objetivo del presente experimento es de evaluar el comportamiento de la productividad del cultivo de ajo en cinco densidades de plantación en condiciones de huerto familiar.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en el huerto familiar de la Brigada de Educación para el Desarrollo Rural número 46, ubicado en la comunidad de Rio Florido, del municipio de Fresnillo, en el estado de Zacatecas, con coordenadas de 23° 20' 23.32" latitud Norte, 102° 59' 31.98" longitud Oeste y a una altura sobre el nivel del mar de 2043m el día 27 de octubre del año 2015.

Usando la variedad de ajo Barretero la siembra se realizó sobre una cama de siembra de 1.80m de ancho preparada manualmente sembrando de la misma manera, para lo cual se colocaron tres cintillas de riego por goteo con separación de 25 cm entre ellas y se estableciendo cinco tratamientos de siembra consistentes en seis, siete, ocho, nueve y diez hileras de plantas con una distancia entre plantas de 10 cm, los tratamientos evaluados aparecen en el cuadro 1. El diseño experimental usado fue bloques al azar con tres repeticiones en donde la unidad experimental consto de lo ancho de la cama (1.60m) por 1.00m de largo.

El control de malezas se realizó de manera manual a los 20 días después de la siembra, la aplicación del riego se realizó en promedio cada cinco días aplicando 32 riegos durante el ciclo de cultivo.

Cuadro 1. Tratamientos establecidos para evaluar cinco densidades de siembra de ajo en un huerto familiar en Rio Florido, Fresnillo, Zac.

Tratamiento	Hileras por cama de siembra	Distancia entre hileras (cm)	Plantas por metro cuadrado
1	6	16.66	33.33
2	7	14.28	38.88
3	8	12.50	44.44
4	9	11.11	50.00
5	10	10.00	55.55

La cosecha se realizó el 12 de mayo del 2016 eliminando la parte aérea de la planta y posteriormente midiendo el diámetro ecuatorial de cada bulbo con el auxilio de un calibrador Vernier marca Trupper y pesándolos de manera individual.

A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y comparación de medias usando el paquete denominado Programas estadísticos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Versión 1.4 (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 2 aparece la comparación de medias para el rendimiento por unidad experimental en donde se nota una tendencia al incremento de la productividad a medida que se incrementa la densidad de siembra, al realizar la correlación entre el número de plantas por metro se encontró una $r = 0.96$ lo que indica que el rendimiento está fuertemente relacionado con la densidad de plantas usada en el experimento y que por lo tanto la densidad de plantas influyó fuertemente sobre la productividad del cultivo en el huerto familiar, resultando la mayor producción de bulbos cuando se establecieron 55.55 plantas por metro cuadrado.

El análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento por parcela muestra diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (densidades), resultando mayor producción en el tratamiento con 55.55 plantas/m², esta densidad de planta resultó estadísticamente igual a 50 y 44.44 plantas/m², y estadísticamente superior a 33.33 y 38.88 plantas/m².

Cuadro 2. Comparaciones de medias por el método de DMS ($\alpha=0.05$) para el rendimiento de bulbos (g) de ajo por unidad experimental en cinco densidades de siembra.

Tratamiento	Densidad de siembra (plantas/m ²).	Rendimiento de bulbos cosechados (g)
1	33.33	1413 b
2	38.88	1464 b
3	44.44	1575 ab
4	50.00	1777 a
5	55.55	1779 a

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, mientras que medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

En el cuadro 3 aparecen las comparaciones de medias para el diámetro de los bulbos obtenidos observándose una tendencia a la disminución del diámetro ecuatorial, en donde se puede observar una clara tendencia a disminuir el tamaño de los bulbos a medida que se incrementa la densidad de plantación. El tratamiento 2 con 38.88 plantas/m² produjo bulbos de mayor tamaño que el resto de los tratamientos, sin embargo, resultó estadísticamente igual que el resto de los tratamientos excepto que 55.55 plantas/m² que produjo los bulbos de menor tamaño con relación a los demás tratamientos.

Cuadro 3. Comparaciones de medias por el método de Tukey ($\alpha=0.05$) para el diámetro de bulbo de ajo por unidad experimental en cinco densidades de siembra.

Tratamiento	Densidad de siembra (plantas/m ²).	Diámetro de bulbos cosechados (mm)
1	33.33	39.563 a
2	38.88	39.970 a
3	44.44	38.603 ab
4	50.00	38.643 ab
5	55.55	34.800 b

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, mientras que medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

Los resultados obtenidos concuerdan con los observados por Doro (2012); Casas-Gómez y Reveles-Hernández (2013), quienes observaron incrementos en el rendimiento a medida que se incrementó la densidad de población en el cultivo de ajo en condiciones de fertirriego, sin embargo, se observa una tendencia a la disminución del tamaño de bulbo a medida que se incrementa la densidad de plantas.

Aunque el tamaño de bulbo disminuyó al incrementar el número de plantas por metro cuadrado, se considera que esta variación puede ni significar cambios en la preferencia del consumo de la hortaliza producida en el huerto familiar, lo anterior debido a que en las condiciones de cultivo que se realiza en este sistema de producción es común que se favorezca el consumo de alimentos sanos en vez de los frutos de gran tamaño.

CONCLUSIONES

La productividad por unidad de superficie no se ve afectada significativamente en las densidades evaluadas por lo que se recomienda el establecimiento de ajo en nueve o diez hileras de plantas para aprovechar al máximo la superficie destinada al ajo en el huerto familiar.

La densidad de plantación afectó el tamaño de bulbo, sin embargo esta variable pudiera no considerarse de importancia debido a que se trata de un producto para autoconsumo producido en el huerto familiar.

LITERATURA CITADA

Abdulkadir, S. M. 2014. effect of clove size and plant population on growth and bulb yield of garlic (*allium sativum* L.) at Chiro, west Hararghe zone, Ethiopia. Thesis Submitted to the

College of Agriculture and Environmental Sciences, School of Plant Sciences, School of Graduate Studies Haramaya University. 55p

Cahuich-Campos, D.; Huicochea G, L. Mariaca M., R. 2014. El huerto familiar, la milpa y el monte maya en las prácticas rituales y ceremoniales de las familias de X-Mejía, Hopelchén, Campeche. *Relaciones* 140: 157-184

Casas-Gómez K. y Reveles-Hernández, M. 2013. Porcentaje de rendimiento comercial en ajo variedad Calerense en Zacatecas en tres densidades de plantación. Memoria de la XXV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. p 778-782

Doro A. K. 2012. Response of garlic (*Allium sativum* L.) to intra-row spacing at Ajiwa irrigation site of Katsina State – Nigeria. *JORIND* 10 (2): 103-107

Huez López M. A.; Preciado F. A.; López-Elías J.; Álvarez A.; Jiménez J.; Valenzuela P. 2009. Productividad del ajo (*Allium sativum* L.) bajo riego por goteo en la Costa de Hermosillo, México. *Biotechni* 11 (2): 3-12

Jiménez-Vázquez P.; Rangel-Lucio J. A.; Mendoza-Elos M.; Cervantes-Ortíz F.; Rivera-Reyes J. G. 2014. Efecto de tamaño del bulbo/bulbillo y densidad de plantación en la emergencia, rendimiento y calidad de ajo (*Allium sativum* L.) *PHYTON*, 83: 83-91

Olivares S., E. 2013. Programas estadísticos. Versión 1.4. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Totić I. and Čanak S. 2014. Production and economic specificities in growing of different garlic varieties. *Economics of Agriculture* 4: 914-928

Incidencia de maleza y separación de hileras de siembra en ajo cultivado en huerto familiar en Rio Florido, Fresnillo, Zacatecas.

Sánchez Sánchez Juan José^{1*}, Reveles Hernández Manuel², Ornedo Chávez Lizbeth³, González Rosales Efrén Hernán³, Ávila Rodríguez Cecilia³

¹Brigada de Educación para el Desarrollo Rural número 46 DGETA, Rio Florido, Fresnillo, Zacatecas, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Km 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac., México. Tel 01 800 088 22 22 Extensión 82310. ³Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 189, Rio Florido, Fresnillo, Zac.

*Autor de correspondencia: reveles.manuel@inifap.gob.mx;

RESMUNEN

El cultivo de ajo está considerado como vulnerable a la competencia de maleza misma que puede reducir considerablemente el rendimiento de la hortaliza, además de dificultar otras actividades de manejo y cosecha. En ajo se han reportado resultados en donde las altas densidades de plantación ayudan a disminuir la presencia de maleza favoreciendo el incremento del rendimiento del cultivo. El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la influencia de la

densidad de plantación de ajo sobre la presencia de maleza en el huerto familiar. El diseño experimental usado fue de bloques al azar con tres repeticiones en donde se evaluaron tres distancias entre hileras de plantas: 16.66, 12.50 y 10.00cm. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, notándose una tendencia a incrementar la presencia de malas hierbas a medida que se incrementó la distancia entre hileras de plantas de ajo, resultando el tratamiento de 10.00cm con menor cantidad de maleza. Se encontró una relación directa de la distancia entre hileras de siembra y la presencia de malezas por lo que se sugiere usar distancias entre hileras de plantas cercanas a los 10 centímetros.

Palabras clave: densidad, cuadrante, Barretero, competencia, distanciamiento

ABSTRACT

Garlic culture is considered vulnerable to competition from weed that can significantly reduce the performance of the vegetable, besides hindering other management activities and harvesting. Garlic experiments have been reported where high densities of planting garlic help reduce the presence of weeds favoring the increase of crop yield. The objective of this research was to evaluate the influence of planting density of garlic on the presence of weeds in the family garden. The experimental design was a randomized block with three replications where three distances between rows of plants were evaluated: 16.66, 12.50 and 10.00cm. Statistically significant differences between treatments were observed, noting a tendency to increase the presence of weeds as the distance between rows of plants of garlic increased, resulting 10.00cm treatment with fewer weeds. A direct relationship of the distance between rows of planting and the presence of weeds, so it is suggested distances between rows of plants near 10 centimeters was found.

Key words: Density, quadrant, Barretero, competition, distance

INTRODUCCIÓN

El ajo es una de las plantas que se cultivan en el huerto familiar donde se usa como condimento, medicina y hasta con fines esotéricos (Rebollar-Domínguez *et al.*, 2008; Reveles Hernández *et al.*, 2009).

Se ha usado en la intercalación de cultivos para disminuye el efecto nocivo de algunas plagas y enfermedades causadas por hongo o bacterias logrando incrementar la productividad y sustentabilidad de otros cultivos, del cultivo de ajo y del suelo (Pahla *et al.*, 2014; Farhad *et al.*, 2014), además, se ha demostrado el uso del ajo como cultivo acompañante para favorecer el desarrollo y productividad de los huertos familiares (Smith and Kemble, 2010), logrando efectos a corto y mediano plazo (Cai *et al.*, 2011).

El cultivo de ajo está considerado como vulnerable a la competencia de maleza misma que puede reducir considerablemente el rendimiento de la hortaliza, además de dificultar otras actividades de manejo y la cosecha de los bulbos (Agamalian y Kurtz, 1989).

En general, se considera que el uso de altas densidades de siembra y plantación así como sus arreglos topológicos permiten incrementar la capacidad del cultivo para competir con la maleza (Gallego, 2006).

El incremento de la densidad de siembra y el espaciamiento entre plantas ha sido usado en diferentes cultivos para disminuir o eliminar la maleza, sin embargo esta estrategia no siempre resulta adecuada para el caso de las hortalizas, dado que, generalmente se ve limitado por las exigencias de calidad del producto requeridas por el mercado (Bond *et al.*, 2003).

En ajo se han reportado resultados en donde las altas densidades de plantación de ajo ayudan a disminuir la presencia de maleza favoreciendo el incremento del rendimiento del cultivo (Karaye y Yakubu, 2006). Otros trabajos de investigación en el cultivo de ajo en Zacatecas indican que es factible usar altas densidades de plantación en ajo haciéndolo más rentable al hacer más eficiente el uso del agua, sin embargo, no se hace mención del efecto de la densidad de plantas sobre la presencia de malezas en el cultivo (Casas-Gómez y Reveles-Hernández, 2013 y Casas, 2014).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la influencia de la densidad de plantación de ajo sobre la presencia de maleza en el huerto familiar.

MATERIALES Y METODOS

El sitio experimental se localizó en el huerto familiar de la Brigada de Educación para el Desarrollo Rural número 46, ubicado en la comunidad de Rio Florido, del municipio de Fresnillo, en el estado de Zacatecas, con coordenadas de 23° 20' 23.32" latitud Norte, 102° 59' 31.98" longitud Oeste y a una altura sobre el nivel del mar de 2043m el día 27 de octubre del año 2015.

Los tratamientos evaluados aparecen en el cuadro 1, consistente en evaluar tres distanciamientos entre hileras de siembra sobre una cama de 1.80m de ancho regada con tres cintillas de riego por goteo colocadas sobre la superficie de la planta; la distancia entre plantas de los tres tratamientos evaluados fue de 10cm.

El diseño experimental usado fue de bloques al azar con tres repeticiones en donde cada unidad experimental constó de 1.60m de ancho por 1.00m de largo.

Cuadro 1. Relación de tratamientos para evaluar la presencia de maleza y su interacción con la densidad de plantación

Tratamiento	Hileras por cama de siembra	Distancia entre hileras (cm)	Plantas por metro cuadrado
1	6	16.66	33.33
2	8	12.50	44.44
3	10	10.00	55.55

A los 22 días después de la siembra se realizaron conteos de plantas de malas hierbas presentes en las unidades experimentales para lo cual se utilizó un cuadrante de alambre galvanizado de 0.50x0.25m el cual se lanzó de manera aleatoria sobre la unidad experimental y se realizó el conteo de las plantas de maleza y se identificaron por el nombre común y posteriormente por género y especie, para lo anterior se realizó una comparación con las imágenes publicadas por Reveles-Hernández y colaboradores (2009).

A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y comparación de medias usando el paquete denominado Programas estadísticos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Versión 1.4 (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las malezas identificadas en el experimento fueron Mostaza asiática (*Brassica toumefortii* Gouan), quelite (*Amarantus palmeri* S. Wats), gordolobo (*Heliantus petiolaris* L.) y rodadora (*Salsola tragus* L.).

En el cuadro 2 se reportan las medias de las cantidades de malas hierbas encontradas por cuadrante muestreado en cada uno de los tratamientos evaluados, al realizar el análisis de varianza se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, notándose una tendencia a incrementar la presencia de malas hierbas a medida que se incrementó la distancia entre hileras de plantas de ajo, lo anterior hace suponer que esta diferencia se debe a la mayor competencia que ofrecía el cultivo de ajo para la germinación de maleza en la cama de siembra. Los resultados encontrados guardan la misma relación entre espaciamento de líneas de cultivo y la incidencia de maleza que reporta Karaye y Yakubu (2006), quienes encontraron que al reducir la distancia entre hileras de siembra se disminuye la presencia de malezas en ajo en Nigeria.

En la figura 1 se aprecia la tendencia de la cantidad de maleza registrada en cada cuadrante muestreado y su relación con la distancia entre hileras de plantas, en donde se puede notar una clara relación entre las dos variables mismas que se representan en el modelo de la misma figura con una $R^2 = 1$. El modelo describe un comportamiento cuadrático de la incidencia de maleza con relación al distanciamiento entre hileras de plantas para el cultivo de ajo en las condiciones en que se estableció el cultivo en el huerto familiar.

Cuadro 2. Comparación de medias para número de malezas por cuadrante registradas en tres densidades de siembra de ajo en huerto familiar de Rio Florido, Fresnillo, Zac.

Tratamiento	Distancia entre hileras (cm)	Malezas por cuadrante
1	16.66	92.00 a
2	12.50	79.00 a
3	10.00	43.33 b

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, mientras que medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

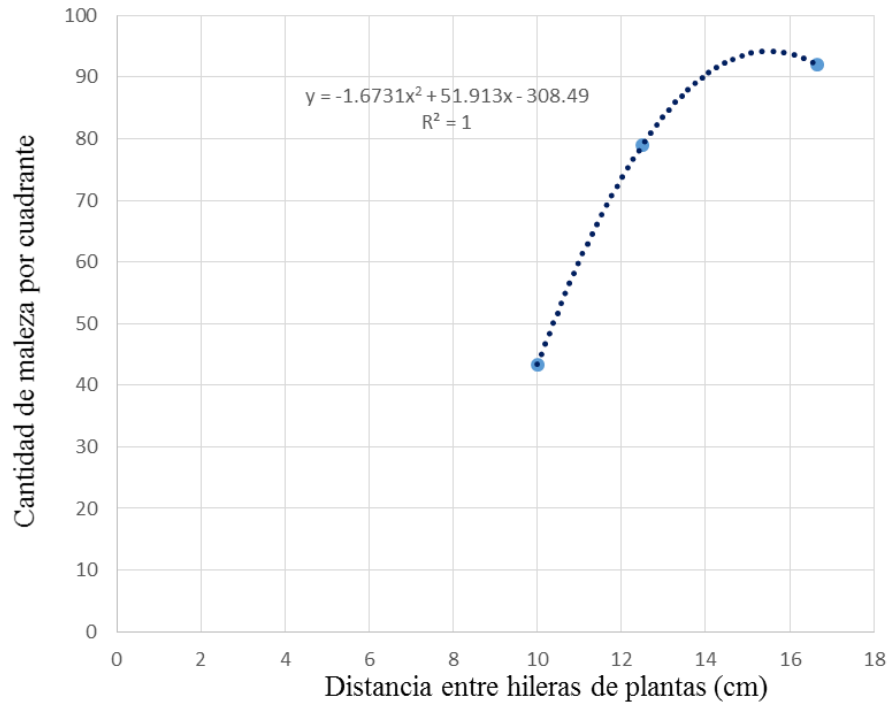


Figura1. Tendencia de cantidad de maleza por cuadrante influenciada por la distancia entre hileras de plantas de ajo en el huerto familiar.

CONCLUSIONES

Se encontró una relación directa de la distancia entre hileras de siembra y la presencia de malezas por lo que se sugiere usar distancias entre hileras de plantas cercanas a los 10 centímetros; lo anterior debido a que se está tratando de optimizar el espacio dedicado al ajo y por tratarse de autoconsumo, no afecta el hecho de que disminuye el tamaño del bulbo cosechado.

Las altas densidades significan una alternativa para optimizar el uso eficiente del agua y del suelo en el huerto familiar y favorecen el control natural de la maleza en el cultivo de ajo.

LITERATURA CITADA

Agamalian H. S. y Kurtz, E. A. 1989. Garlic weed competition. California Agriculture. 1: 11-12
 Bond W.; Turner R. J.; Grundy A. C. 2003. A review of non-chemical weed management. En: <http://www.organicweeds.org.uk>. Consultada en línea el 1 de septiembre de 2016.

Cai H.; Li, S.; Ryall K.; You M.; and Lin S. 2011. Effects of intercropping of garlic or lettuce with Chinese cabbage on the development of larvae and pupae of diamondback moth (*Plutella xylostella*). African Journal of Agricultural Research. 6: 3609-3615

Farhad, I.S.M.; Chowdhury, M.M.U.; Bhowal, S.K.; Choudhury A.K. And Khan A.S.M.M.R. 2014. Chilli – Garlic Intercropping System In Coastal Saline Area. Applied Science Reports. 6: 47-50

Gallego B., A. 2006. El cultivo de hortalizas en producción ecológica. Edita: Asociación para el Desarrollo Sostenible del Poniente Granadino. Centro de Formación de la Asociación CAAE. España. 15p

Casas-Gómez K. y Reveles-Hernández, M. 2013. Porcentaje de rendimiento comercial en ajo variedad Calerense en Zacatecas en tres densidades de plantación. Memoria de la XXV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. p 778-782

Casas G. K. 2014. Rendimiento y consumo de agua en ajo (*Allium sativum* L.) con arreglos topológicos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Unidad Académica de Agronomía. Universidad Autónoma de Zacatecas. 50p

Karaye A.K. and Yakubu A.I. 2006. Influence of intra-row spacing and mulching on weed growth and bulb yield of garlic (*Allium sativum* L.) in Sokoto, Nigeria. African Journal of Biotechnology. 5: 260-264

Olivares S., E. 2013. Programas estadísticos. Versión 1.4. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Pahla I.; Tumbare T.; Chitamba J. and Kapenzi A. 2014. Evaluation of *Allium sativum* and *Allium cepa* intercrops on the control of *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) in *Brassica napus*. International Journal of Farming and Allied Sciences. 3: 1069-1074

Rebollar-Domínguez S.; Santos-Jiménez, V. J.; Tapia-Torres, N. A.; Pérez-Olvera, C. de la P. 2008. Huertos familiares, una experiencia en Chanchah Veracruz, Quintana Roo Polibotánica, 25:135-154

Reveles-Hernández M.; Velásquez-Valle R.; Bravo-Lozano, A. G. 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro técnico Numero 9. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zac., México. 272p

Smith J. P. and Kemble, J. 2010. Add Garlic to Your Garden. Horticulture Notes ANR-1093. Alabama Cooperative Extension System. Alabama A&M University and Auburn University. 2p

Sustitución de sorgo grano con grano seco de destilería sobre la fermentación ruminal y nitrógeno ureico en cabras alimentadas con soca de sorgo.

López Flores Noé Misael, Serrato Corona J. Santos

Facultad de Agricultura y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango

* Autor de correspondencia: noe.lopez.flores@hotmail.com

Durante el proceso de obtención de etanol, surgen derivados de este, que destacan importantes sub-productos como lo son los granos secos de destilería (GSD) y su inclusión en la alimentación animal por su alto contenido de fibra para todo tipo de rumiantes. Por ello el objetivo de esta investigación, fue evaluar la sustitución de sorgo grano por GSD como suplementación en la dieta de cabras en crecimiento para determinar el consumo y la digestibilidad de los parámetros: materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH₃) en el rumen y nitrógeno ureico en la sangre. El diseño experimental fue completamente al azar, utilizando 15 cabras encastadas de la raza *Alpina francés* (PVI=24.06±0.19 Kg). Las cabras se dividieron en tres grupos ofreciéndoles como alimento base soca de sorgo a un nivel de 2.2 % de materia seca en base a su peso vivo. Los tratamientos fueron: suplementación de 10, 20 y 30 % de GSD de la materia seca. Los datos se analizaron con el procedimiento GLM de SAS, y las medias se compararon con la prueba de Tukey (P≤0.05). El cambio de peso entre tratamientos no hubo diferencia (P=0.49). El consumo de alimento en los tres grupos de cabras suplementadas no hubo diferencias significativas (P≤0.05), mostrando diferencia numérica en porcentaje medio de GSD (MGSD). Los grupos de cabras suplementadas mostraron una similitud de retención de MS (P=0.72), MO (P=0.74), PC (P=0.49), FAD (P=0.75) y FND (P= 0.75). La concentración promedio de N-NH₃ tendió a incrementarse debido al porcentaje de suplementación entre cada grupo de cabras (P>0.05). La concentración de N-NH₃ a través del tiempo dio resultados similares (P>0.05) entre los grupos suplementados con GSD. En cuanto a la concentración promedio total de nitrógeno ureico en la sangre no hubo diferencias significativas, y la concentración de nitrógeno ureico en la sangre a través del tiempo se mostró con algunas fluctuaciones de mayor concentración numéricas entre las horas 1.5 y 3 después de haber ofrecido el suplemento. Se puede concluir que la adición de GSD en la dieta de cabras en crecimiento mejora la degradación de forrajes de mala calidad y no afectando su comportamiento productivo y manteniéndolos a un bajo costo.

Palabras claves: cabras, GSD, comportamiento productivo, producción animal.

Estrés térmico y nutrición divergente en ovejas de pelo: efectos sobre la arquitectura de la ubre producción de calostro y mortalidad perinatal de corderos.

Girón-Gómez Blenda Sinahi¹, Meza-Herrera César Alberto¹, Macías-Cruz Ulises², Herrera-Machuca Miguel Ángel³, García-Martínez Antón³, Barba-Capote Cecilio³, Salinas-González Homero⁴ y Veliz-Deras Francisco Gerardo⁵.

¹Universidad Autónoma Chapingo-Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. México, ²Universidad Autónoma de Baja California-Instituto de Ciencias Agrícolas. México, ³Universidad de Córdoba, España. ⁴Instituto Nacional Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Centro de Investigación Regional Norte Centro. México.

⁵Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. México.

*Autor de correspondencia: blenda.giron@chapingo.urruza.edu.mx

INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales del norte de México corresponden a zonas áridas donde se presenta un clima muy hostil afectando severamente la producción animal debido al estrés térmico, se agrava sobre todo durante el último tercio de la gestación. Los efectos son asociados con una alta mortalidad perinatal de los corderos, debido a la restricción fetal, bajo peso al nacer en los corderos, fallas en el desarrollo de la glándula mamaria y la pobre producción de calostro (Mellor y Murray, 1985; Bell *et al*, 1989; Dwyer *et al*, 2003; García, 2004, Banchemo *et al*, 2006; Nørgaard *et al*, 2008; Swanson *et al*, 2008). La transición del neonato desde el cálido vientre donde se encuentra protegido al ambiente externo es un verdadero reto (Mellor, 1988) y el comportamiento del cordero después de su nacimiento determina la sobrevivencia e influye el comportamiento materno (Nowak *et al*, 2000). Los recién nacidos tienen que ser vigorosos para buscar rápidamente la ubre, localizar el pezón y succionar; para ello tienen que desarrollar los patrones de comportamiento y adaptarse inmediatamente después del nacimiento, aun bajo condiciones de estrés ambiental para evitar la mortalidad neonatal, tanto en sistemas intensivos y extensivos sigue siendo una gran preocupación para la producción ovina. La mortalidad es común en los sistemas de producción en todo el mundo oscilando entre el 15-25%, la mayoría de las muertes de cordero antes del destete ocurren dentro de la primera semana de vida (Nowak *et al*, 2000; Watson, 1972; Alexander, 1988). Lo anterior denota la importancia de la adecuada nutrición para lograr la supervivencia de cordero que también depende de la interacción de la crianza de la madre y las condiciones climáticas durante el parto (Nowak, 2006) el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la restricción alimenticia y el estrés calórico en ovinos de Kathadin x Pelibuey con respecto a la producción de calostro, volumen de la glándula mamaria (VGM) y mortalidad perinatal (MP).

Palabras clave: ovejas de pelo, restricción nutricional, estrés térmico, desarrollo de la glándula mamaria, calidad y cantidad de calostro, mortalidad de corderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Gestión de animales y tratamientos. El estudio se llevó a cabo en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California al noroeste de México (32.8° N, 114.6° W) situada en el Desierto Sonorense con clima árido, caluroso y seco de abril a septiembre y

temperaturas máximas de 45 °C y precipitación media anual de 85 mm (García, 2004). El presente estudio se desarrolló con una muestra mínima de 30 ovejas Katahdin x Pelibuey las cuales fueron sometidas a un protocolo de sincronización de celos. Lo anterior consideró la aplicación de esponjas intravaginales impregnadas de progesterona. Todas las ovejas tratadas que mostraron signos de estro fueron montadas por 3 ovinos Dorper. En el día 90 post-apareamiento, mediante una ecografía se diagnosticó la preñez. Se seleccionaron veinticuatro ovejas preñadas con una condición corporal de alrededor de 3.0 hacia el día 94 de gestación y se asignaron al azar a dos tratamientos (n = 12), utilizando un diseño completamente al azar para distribuir las en dos tratamientos: 1) No restringidas nutricionalmente (NRN), ovejas recibirán paja de trigo libre elección y suplementados con 500 g / d de concentrado (240 g de harina de trigo, 240 g de harina de soya, y 20 g de premezcla), y 2) Restringidas nutricionalmente (RN), fueron alimentados sólo paja de trigo *ad libitum*. Desarrollo del experimento. A partir de 100 d de preñez hasta la parición; durante el periodo experimental. Además, las ovejas fueron supervisadas diariamente, día y noche, desde el día 144 de gestación hasta el momento de la parición. Después de la expulsión de la placenta, las ovejas paridas fueron separadas de rebaño. La producción y composición de calostro. Inmediatamente después de la parición, las ovejas fueron inyectadas vía intramuscular con 1.0 ml de oxitocina y el pezón derecho fue completamente ordeñado a mano posteriormente cubierto con cinta adhesiva para evitar la succión. El calostro se pesó y se registró el volumen para determinar la grasa, sólidos no grasos y el contenido de proteína. Corderos peso al nacer y la mortalidad. Al momento del parto se registraron el peso de nacimiento de corderos, número de corderos muertos durante los primeros 10 d después del parto para calcular el porcentaje de mortalidad. Variables ambientales. El índice de temperatura-humedad (ITH) se calculó con la temperatura (T, °C) y la humedad relativa (HR, %) mediante la siguiente fórmula propuesta por Hahn (1999): $ITH = 0.81 \times T + RH (T - 14.40) + 46.40$.

RESULTADOS

Se estimó el índice temperatura-humedad (ITH) durante el periodo experimental (abril-septiembre) con un ITH de moderado a severo (80.6 en el día y 76.6 en la noche). Las hembras NRN manifestaron mayor ($P < 0.05$) CC (2.6 ± 0.03 vs 2.4 ± 0.03), VGM al día 146 (2136.7 ± 121 vs 927.1 ± 121 mL), VGM al parto (2782.6 ± 121 vs 1164.6 ± 121 mL) y PV al parto (47.27 ± 1.57 vs 39.34 ± 1.57 kg; $P < 0.01$). En el mismo sentido, el grupo NRN mostró una mayor calidad y cantidad de calostro: volumen (152.7 ± 0.9 vs 105.8 ± 0.9 mL), peso (178.6 ± 0.1 vs 103.0 ± 0.1 mg), sólidos no grasos (SNG, 30.3 ± 2.0 vs 22.5 ± 2.0 %) y proteína (PRO; 12.0 ± 0.8 vs 7.9 ± 0.8 %), sin diferencias en el nivel de grasa (14.6 ± 1.1 vs 14.2 ± 1.1 %). Asimismo, los corderos-NRN mostraron un mayor ($P < 0.05$) tamaño (2.1 ± 0.1 vs 1.9 ± 0.1 crías) y peso de la camada (5.63 ± 0.25 vs 3.84 ± 0.25 kg; $P < 0.01$) al nacimiento, generando una menor ($P < 0.01$) mortalidad perinatal (26.7 vs 4.3 %).

DISCUSIÓN

El presente estudio establece un papel importante entre las variables climáticas (ITH) y la suplementación de energía durante el último tercio de gestación, donde el efecto directo sobre el rendimiento productivo de los animales es negativo en los animales RN, sin embargo se demuestra que en los NRN se promovió un efecto positivo sobre las hembras y disminuyó la mortalidad perinatal en corderos. Al suplementar energía (NRN), se observó un incremento en CC, PV al parto, VGM al parto y al día 146 son resultado de una adecuada nutrición, estudios

precedentes mencionan que el suministro de energía en la dieta impactan positivamente en parámetros productivos y sobre las ovejas (Abecia *et al.*, 2006). Además Everett-Hincks *et al.* (2004) y Vonnahme *et al.*, (2013) sugieren que mejora la condición post-parto en la oveja, proporciona un ambiente materno más adecuado que paralelamente mejora la capacidad de desarrollo y crecimiento de sus corderos. Asimismo Tygesen *et al.*, (2008) corroboraron el efecto positivo a lo largo de la lactancia; logran la capacidad de mantener una buena homeostasis y la termorregulación, por ser pre-adaptados ya que presentan la activación de una serie de mecanismos fisiológicos (Kaliber *et al.*, 2016). Asimismo el éxito del desarrollo de la glándula mamaria en las ovejas NRN tuvo un efecto positivo sobre la síntesis de calostro ya que inmediatamente se suministró después del nacimiento cuando el intestino del recién nacido es permeable lo que se refleja bajas tasas de mortalidad neonatal y tienen efectos en la rentabilidad y determina el éxito en la selección genética para enfocar la alimentación hacia los animales más competentes (Delgado y Martín, 2015). Se concluye que en ovejas de pelo suplementadas con energía previo al parto generó un adecuado desarrollo de la glándula mamaria, influyendo positivamente en la producción y calidad de calostro, lo cual redundó en una mayor sobrevivencia neonatal, aun cuando estaban sometidas a estrés térmico. Dichos resultados son de importancia práctica bajo esquemas de producción marginal en zonas áridas bajo condiciones de estrés térmico.

Estudio comparativo de cepas comerciales (*Saccharomyces cerevisiae*) y cepas aisladas naturales de suelo para la producción de etanol.

Reyes Olivares Arturo¹, Ramírez Díaz Andrea¹, Chávez Rivero José Antonio^{1*}

¹Universidad Politécnica de Gómez Palacio Ingeniería en Biotecnología

*Autor de correspondencia: job77@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN

En la actualidad la demanda de levaduras por parte de la industria alimenticia es muy amplia por lo que es más fácil encontrarlas en forma liofilizada pero genera un alto costo por parte de algunas empresas las cuales producen las levaduras en las condiciones adecuadas para su posterior uso, sin embargo no se cuenta con cepas aisladas de la región estas podrían disminuir los costos, igualar y/o mejorar la producción de alcohol contando con una alternativa más sustentable. Por tal motivo el objetivo del presente trabajo fue Comparar cepas comerciales (*Saccharomyces cerevisiae*) y cepas aisladas naturales de suelo para la producción de etanol. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede deducir que los mejores en cuanto a producción de alcohol fueron las cepas aisladas de suelo y cascara de piña ya que presentaron mayor producción de alcohol a comparación de la comercial, la cepa aislada de suelo trabajo mejor en los pH's de 3.5 a 6.5 con rangos de .5 entre ellos los resultados fueron favorables en todos los casos con respecto a la levadura aislada de suelo en cuanto a la producción de alcohol fue mejor en el pH 3.5 a pesar de contener menor resultado en densidad óptica a diferencia de cuando se trabajó con pH 5 en el cual se obtuvieron resultados favorables en la densidad óptica pero menor rendimiento en la producción de alcohol y el consumo de azúcares por parte de la cepa aislada del suelo eran favorables ya que no contaban con una diferencia significativa en el consumo de azúcares entre la

medición inicial y la final esto puede ser una alternativa sustentable para las industrias en las cuales se desarrollan bioprocesos.

Palabras clave: levaduras, producción de alcohol, bioprocesos, fermentación

Producción hortícola en la Comarca Lagunera y su importancia económica

Esquivel Valenzuela Berenice¹ José Antonio Cueto Wong²

¹Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA). Km. 40, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua, Bermejillo, Durango. CP: 35230. Email: bere_esv@hotmail.com

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Blvd. José Santos Valdez 1200 Pte., Col. Centro. Matamoros, Coahuila.

INTRODUCCIÓN

El subsector hortícola de México aporta 16% del valor de la producción agrícola con sólo el 2.7% de la superficie agrícola y 2.1% de la producción total (SIACON 2010). Presenta tasas de crecimiento promedio anuales positivas, la superficie cultivada ha crecido a 2.03%, la producción a 3.62%, mientras que el valor de la producción en términos nominales a 27.43%. Lo anterior se confirma con el incremento en la superficie, en promedio se cosechaban 287,800 ha en el periodo 1980/1982 y la superficie se incrementó hasta 541,858.70 ha en el periodo 2008/2010 (SAGARPA; 2010). Por otro lado, las hortalizas mexicanas son de las pocas actividades que mantienen una balanza comercial positiva dentro del sector rural, ya que el volumen exportado fue 4.1 veces mayor que el importado desde 1961 a 2010 (FAOSTAT, 2014).

Durante el periodo comprendido entre 1993 y 2010, las exportaciones de hortalizas en México se han incrementado a una tasa media anual de 6.51% (Ayala, 2012). En los últimos cinco años México ha exportado un promedio de 10.4 miles de millones de dólares en productos agroalimentarios. De ellos, alrededor de dos terceras partes corresponden a hortalizas, legumbres y frutos comestibles. (SIAP, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis de la producción de cultivos hortícolas en la Comarca Lagunera (Coahuila y Durango). Se obtuvo la información del sitio web del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (2016) al cierre de la producción agrícola de cada año desde el 2005 hasta el 2015 para los 15 municipios (Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro, Torreón, Viesca, Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí, Nazas, Rodeo, Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo y Tlahualilo) de la región. Los datos obtenidos fueron superficie sembrada y valor de la producción (en miles de pesos). Con dicha información se generó una base de datos que permitió calcular promedios de cada variable de los 11 años por municipio y por cultivo y elaborar mapas de caracterización de la región en cuanto a producción de hortalizas con el software ARC VIEW versión 3.2.

RESULTADOS

En promedio de 2005 a 2015 se sembraron en la Comarca Lagunera 9653 has de cultivos hortícolas con un valor de producción de más de 1246 millones de pesos.

Los municipios con mayor número de hectáreas de cultivos hortícolas son Matamoros, Mapimí, Viesca y San Pedro con una superficie de 1989, 1830, 1537 y 1264 has respectivamente (Cuadro 1) representando el 70% de la superficie total; mientras que los municipios de San Juan de Guadalupe y San Pedro del Gallo no tienen siembra de hortalizas.

Los cultivos de mayor presencia en la región de acuerdo a número de hectáreas sembradas son melón con 5729.5 has, sandía con 1470.9, tomate rojo con 1015.7 y el chile verde con 997.6 has (Cuadro 2). En cuanto al valor de la producción, a pesar de que el melón es la hortaliza con la mayor superficie sembrada (casi 4 veces más que a superficie de tomate rojo) el valor de su producción es muy bajo. El tomate rojo representa el mayor porcentaje del valor monetario de las hortalizas en la región con un 46.14% del valor total debido a que es un producto con altas tasas de exportación principalmente a Estados Unidos y Canadá. Mientras que el melón representa el 36.7%, seguido de la sandía y el chile verde con porcentajes muy bajos (7.5% y 5.5% respectivamente). Lo anterior obedece a que las exportaciones de melón están restringidas por parte de Estados Unidos debido a problemas de inocuidad que se presentaron en años anteriores (1997, 2000, 2001, 2002, 2008 y 2001) por contaminación microbiológica principalmente con la bacteria *Salmonella* spp. (International Association for Food Protection, 2012).

Cuadro 1. Caracterización de la producción en la Comarca Lagunera desglosada por municipio (Promedio 2005-2015).

MUNICIPIO	SUP. SEMBRADA (has)	%	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (miles de pesos)	%
Francisco I. Madero	838.45	8.69	145249.91	11.65
Gómez Palacio	404.73	4.19	43730.91	3.51
Lerdo	405.23	4.20	38270.92	3.07
Mapimí	1830.26	18.96	163367.23	13.11
Matamoros	1989.44	20.61	238289.74	19.12
Nazas	108.24	1.12	4724.25	0.38
Rodeo	306.79	3.18	7243.49	0.58
San Juan de Guadalupe	0.00	0.00	0.00	0.00
San Luis del Cordero	8.50	0.09	342.00	0.03
San Pedro	1264.35	13.10	121367.85	9.74
San Pedro del Gallo	0.00	0.00	0.00	0.00
Simón Bolívar	68.91	0.71	3556.22	0.29
Tlahualilo	845.14	8.76	146847.99	11.78
Torreón	46.06	0.48	2804.98	0.23
Viesca	1537.00	15.92	330482.69	26.52
TOTALES	9653.1		1246278.2	

Fuente: SIAP, 2016.

Cuadro 2. Datos de superficie y valor de producción de los cultivos hortícolas de la Comarca Lagunera (Promedio 2005-2015).

CULTIVO	SUP. SEMBRADA (has)	%	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (miles de pesos)	%
Acelga	1.64	0.02	54.39	0.00
Berenjena	0.14	0.00	70.91	0.01
Betabel	0.64	0.01	38.15	0.00
Calabacita	47.25	0.49	2703.62	0.22
Cebolla	264.34	2.74	38011.48	3.05
Chile verde	997.63	10.33	93589.51	7.51
Cilantro	23.82	0.25	1127.34	0.09
Col (Repollo)	20.73	0.21	1055.33	0.08
Coliflor	1.64	0.02	154.11	0.01
Espinaca	1.60	0.02	45.65	0.00
Lechuga	20.05	0.21	1036.41	0.08
Melón	5729.52	59.35	457369.37	36.70
Pepino	22.40	0.23	5266.53	0.42
Perejil	0.20	0.00	5.60	0.00
Rábano	1.00	0.01	49.47	0.00
Sandia	1470.94	15.24	69324.35	5.56
Tomate rojo (Jitomate)	1015.71	10.52	575037.32	46.14
Tomate verde	26.05	0.27	1037.73	0.08
Zanahoria	7.82	0.08	300.91	0.02
TOTALES	9653.10		1246278.18	

Fuente: SIAP, 2016.

CONCLUSIONES

La importancia de la producción de hortalizas en la región ha queda evidenciada principalmente por la derrama económica que representa para la Comarca Lagunera.

Así mismo existen otros beneficios indirectos como la creación de empleos y la adaptación de técnicas de producción agrícolas cuyo objetivo es la optimización del proceso así como la producción de alimentos libres de contaminantes permitiendo así a los productores perpetuar los beneficios y aspirar al mercado internacional.

LITERATURA CITADA

Ayala, A.V; R. Schwentesius; B. Carrera. (2012). Hortalizas en México: competitividad frente a EE.UU. y oportunidades de desarrollo Revista de globalización, competitividad & gobernabilidad. Vol. 6.2012, 3, p. 70-88.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). Statistics Division. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2016.

International Association for Food Protection. 2012. Como México ha afrontado los requisitos del Mercado de los Estados Unidos: un caso de exportación. Disponible en: http://www.fiiiaifp.com/neo_2012/pdf/presentaciones/Sesion%20Paralela%205%20Productos%20Frescos/Como%20Mexico%20ha%20enfrentado%20los%20requisitos%20del%20mercado%20de%20los%20Estados%20Unidos%20Dr.%20Alejandro%20Castillo.pdf. Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2016.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Monografía de Cultivo de Jitomate. Secretaria de Fomento a los Agronegocios. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf>. Fecha de consulta: 15 de junio de 2016.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). México. SAGARPA.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2016). Cierre de la producción agrícola por estado. Recuperado de https://www.google.com.mx/search?q=siap+cierre+de+la+produccion+agricola+por+cultivo&rlz=1C1LENN_enMX667MX667&oq=siap&aqs=chrome.1.69i5912j69i6014.1141j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Fecha de consulta: 30 de Enero de 2016.

Suplementación de glutamato y función reproductiva en cabras primaras durante el periodo de transición al anestro estacional: Efecto sobre los niveles séricos de insulina

Álvarez-Ruiz, Alma Rosa¹, Meza-Herrera, César Alberto¹, Salinas-Gonzales, Homero², Echavarría-Cháirez, Francisco², López-Villalobos, Nicolás³, Véliz-Deras, Francisco⁴, Rosales-Nieto, César², Serradilla-Manrique, Juan⁵.

¹Universidad Autónoma Chapingo-Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, México. ²Instituto Nacional Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. ³Massey University, Nueva Zelanda. ⁴Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Unidad Laguna. México, ⁵Universidad de Córdoba, España.

INTRODUCCIÓN

La función reproductiva es afectada por el estado nutricional de los animales, en particular en el estado energético, ya que modula directa o interactivamente la secreción de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y hormona luteinizante (LH) (Estrada-Cortés et al., 2009; Urrutia-Morales et al., 2012; Escareño et al., 2013). Por ello, el diseñar una estrategia de suplementación alimenticia que permita el éxito productivo y reproductivo en ecosistemas áridos brinda la oportunidad de llevar a cabo un manejo eficiente de los caprinos, mediante el establecimiento de la función reproductiva particularmente en la época del año en la cual por efectos del fotoperiodo, se genera un anestro estacional en la hembra caprina (Martín y Rinvall, 1993). Meza-Herrera et al. (2011), evaluaron el efecto del suministro de glutamato sobre el inicio de la pubertad y los niveles séricos de insulina en cabras, demostrando que la administración de L-glutamato generó un inicio más temprano de la pubertad en cabras en una ruta no-dependiente de los niveles séricos de insulina con respecto a la función del eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal en cabras peripuberales. Aunque se ha evaluado el efecto de la suplementación del glutamato sobre la reactivación de la reproducción existe limitada información respecto a la relación que tiene la reactivación de la reproducción con los marcadores endocrinos del estado metabólico, insulina sérica, en cabras primaras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la UACH-URUZA, Bermejillo Durango, México (25° 53' LN, 103° 36' LO, 1,117 msnm). Las cabras (n=20, 7/8 Saanen-Alpina, 10 meses edad, 26 kg peso vivo (PV) y condición corporal (CC) homogénea, aleatoriamente distribuidas en dos tratamientos: 1) Aminoácidos Excitadores (AAE, n=10; 7 mg de glutamato kg⁻¹ PV, i.m.) y 2) Control (CONT, n=1, solución salina, i.m.). Se realizó un muestreo sanguíneo (2 x 7d x 32d) para cuantificar el nivel sérico de progesterona (P4) e insulina mediante RIA (febrero-marzo). Los PV, la CC e Insulina fueron evaluados mediante un ANOVA-DCA, en un arreglo de parcelas divididas. La separación de medias consideró la opción PDIFF-PROC-GLM del SAS (Littell et al., 1991). El porcentaje de cabritas mostrando o no actividad ovárica consideró un análisis de Ji2 del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS

Tanto el PV (P=0.94), la CC (P=0.88) y los niveles séricos de Insulina (P>0.05) no difirieron entre tratamientos. Sin embargo, el porcentaje de cabritas mostrando reactivación en la función ovárica difirió (P<0.05) entre tratamientos observando un mayor porcentaje en las cabras primaras tratadas con glutamato (55 vs. 12.5 %). Mientras que la concentración sérica de insulina no difirió (P>0.05) entre tratamientos, se observaron diferencias (P<0.05) en el patrón de secreción de insulina en el tiempo entre tratamientos, favoreciendo al grupo suplementado con glutamato con un pico en el segundo tercio del experimento terminando con otro aumento hacia el último tercio del periodo experimental coincidente con la reactivación en la función ovárica.

DISCUSIÓN

Aunque no existió diferencia (P>0.05) entre tratamientos respecto al valor promedio de insulina, si existieron diferencias respecto al perfil de secreción de la misma al través del tiempo, observando diferencias (P<0.01) a favor del grupo AAE, coincidente con un incremento en el porcentaje de cabras mostrando reactivación de la función ovárica. Lo anterior sugiere que el glutamato promueve cambios en los sistemas endocrinos y metabólicos en cabras primaras anéstricas que posibilitan una Los resultados del presente estudio establecen un papel importante del glutamato en la interpretación de la información ambiental (fotoperíodo) y metabólica (cambios en el perfil sérico de insulina) generando un regulación positiva del eje neuroendocrino reproductivo mediante la extensión en la función de la actividad ovárica en la época de transición al anestro. En conclusión, la suplementación con glutamato es una estrategia limpia, verde y ética que emerge como una alternativa para disminuir la estacionalidad reproductiva y por tanto la estacionalidad productiva, mejorando la productividad de la cabra para ofertar carne y leche, creando un beneficio no solo para el productor, sino también para los consumidores ya que al no disminuir la oferta del producto, los precios se tornan menos fluctuantes.

Palabras clave: cabras, glutamato, anestro estacional, progesterona, insulina.

Comportamiento productivo de Tilapia *Oreochromis niloticus* en sistema semi-intensivo en Mapimi, Durango.

Gonzalo Hernández Ibarra¹ y Hernández Salgado José Ramón¹

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo; Km 40 de la Carretera Gómez Palacio, Durango-Cd. Jiménez Chihuahua, C.P. 35230. Teléfono laboral 872 77 60160 y 60190, Bermejillo, Mapimi, Durango. chalonza2011@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

El alimento a nivel mundial tanto de origen animal como vegetal ha sido insuficiente particularmente en regiones áridas y semiáridas. En cuerpos de agua se desarrolla la posibilidad de obtener proteína de excelente calidad a corto y mediano plazo, siendo la tilapia una de las especies mayormente aprovechadas tanto en medio natural como en criaderos artificiales para este fin; es un cíclido de cuerpo alargado, profundo y fuertemente comprimido. Ambos perfiles son más o menos convexos. La coloración es muy variable y depende de la región y el medio en el que se desarrollen. Un sistema está compuesto de múltiples elementos, que interactúan entre ellos estableciendo un equilibrio dinámico, que generalmente va a cambiar al modificarse cualquiera de sus componentes el productor debe determinar las variables de los componentes de su sistema de producción, de tal manera que pueda utilizarlo de manera práctica. Los registros de criaderos de peces en aguas dulceacuícolas va incrementándose año con año.

OBJETIVOS

Evaluar el incremento en peso y tamaño en tilapia *Oreochromis niloticus* en sistema semintensivo en Mapimi, Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

EL presente estudio se realizó en las instalaciones del Rancho El Carmen de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas perteneciente a la Universidad Autónoma Chapingo. El clima de tipo árido, desértico (BWhw), semi- cálido con lluvias en verano. Se capturaron y sacrificaron 600 tilapias a lo largo de 12 meses en grupos de 50 peces por mes comenzando en el mes de Marzo del año 2015 y finalizando en el mes de Febrero del año 2016.

Alimentación. Se administró a los peces alimento tres veces al día acorde a lo recomendado por el fabricante del alimento balanceado marca Purina para peso calculado del cardumen (biomasa total) y se actualizó cada 15 días el alimento a administrar, mencionando que en periodos vacacionales se les administro menos ración que la recomendada por problemas de logística.

Proceso de captura y sacrificio. Los peces se capturaron con una malla (tarraya) de tamaño de cuadrícula del número 5 ideal para capturar peces de 100 o más gramos y 10 cm o más de largo. Una vez en la tarraya se sueltan de la cuadrícula, se procede al sexado del pez mediante la estimulación en la parte ventral (ubicación del orificio donde se sitúa el órgano reproductor tanto femenino como masculino). Se sacrifican con un golpe en la parte de arriba de la cabeza hecho con la parte posterior de la hoja de un cuchillo. Se procede a pesar medir el largo y ancho del pez

con ayuda de un flexómetro, y se pesa en una balanza con capacidad para 3 kilogramos. Se anotan los datos en un cuaderno expreso para los datos de medidas de tamaño y peso, una vez realizado el procedimiento descrito se depositan en una cubeta con 2 a 3 litros de agua para mantenerlos frescos.

Procesado de la información Se capturó la información en el Software Microsoft Excel versión 2013. Se analizó en el Software SAS System Statistic Analysis para la obtención de tablas y gráficos de resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los pesos y tamaños serán dados en gramos y centímetros respectivamente. Donde encontramos que los alevinos en los meses de estudio mostraron los datos en peso promedio y largo promedio siguientes: Marzo = 51.18 y 11.8 ; Abril =153.1 y 18.71; Mayo= 156.6 y 18.39; Junio= 148 y 17.49; Julio= 146.27 y 18.03; Agosto =113 y 16.95; Septiembre = 179.27 y 18.69; Octubre= 233 y 21.48; Noviembre= 183.93 y 20.18; Diciembre= 205 y 20.7; Enero= 219 y 19.94 y Febrero= 231.6 y 20.08 para peso y largo, respectivamente. Se aplicó la corrida de datos en SAS particularmente la prueba de (t) y se encontró con R^2 de 0.376 y 0.400 y para peso y largo, respectivamente; siendo no significativas estadísticamente. Los datos anteriores indican que el mes 8 (octubre) es el mes donde alcanzan peso promedio más alto y sería el óptimo para cosecha si fuese el sistema todo dentro todo fuera o intensivo, pero como es sistema semi-intensivo afectan factores como depredadores, las hembras presentan desove frecuentemente, robos en periodos vacacionales (junio-julio y diciembre-enero), el alimento es administrado por alumnos uno por semana en periodo no vacacional y hubo cosechas cada mes para venta y consumo en el comedor de la Unidad y venta al público. Además los resultados también muestran que para los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero existe una estabilización de peso y tamaño debido a que los peces bajan su metabolismo y no suben a comer a la superficie escondidos en los sedimentos del fondo del estanque disminuyendo la probabilidad de capturar a peces más livianos o más pesados homogenizando el lote de capturados a un tamaño y peso promedio. Aunque los presentes resultados son preliminares y forman parte de un estudio más completo, muestran cómo se desarrollaron los peces bajo las condiciones de manejo que se les da en las instalaciones del Rancho El Carmen.

CONCLUSIONES

Los datos anteriores indican que el mes 8 (octubre) es el mes donde alcanza peso promedio más alto y sería el óptimo para cosecha si fuese el sistema todo dentro todo fuera o intensivo.

El manejo general en el sistema de producción de peces en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas es semi-intensivo.

Curvas de respuesta a luz en cultivo de higuera (*Ficus carica* L.).

Márquez Guerrero Selenne Yuridia^{1*}, Arreola Ávila Jesús Guadalupe¹, Trejo Calzada Ricardo¹, Figueroa Viramontes Uriel², Hernández Salgado José Ramón¹, Jorge A. Zegbe Domínguez³.

¹ Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Km. 40, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. Bermejillo, Durango. CP. 35230. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Regional de Investigación Norte-Centro; Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez 1200 Pte. Matamoros, Coah. C.P. 27440. ³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas, Apartado Postal No. 18 Calera de V.R., Zacatecas C.P. 98500.

*Autor de Correspondencia: selenne.marquez@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la higuera (*Ficus carica* L.) es originario de Asia central, de donde se diseminó a todo el mediterráneo y de ahí al continente Americano (Pereira *et al.*, 2015). Se adapta a una gran variedad de suelos y climas por su tolerancia a salinidad y sequía, sin embargo las mejores producciones se obtienen en áreas con clima seco y cálido en verano y fresco y húmedo en invierno (El -Shazly *et al.*, 2014). Muchas plantaciones de higos requieren gran cantidad de unidades de calor para lograr una buena calidad de la fruta (Stover *et al.*, 2007). La luz es un recurso crítico para las plantas, con frecuencia limita su crecimiento y reproducción. Las curvas de respuesta a la luz permiten observar la cuantificación de la asimilación del CO₂ por unidades de luz absorbidas, reflejando información importante de las propiedades fotosintéticas que ocurren en la hoja; como la tasa fotosintética máxima, el punto de compensación de luz y a medida que la intensidad de luz aumenta se puede definir el punto de saturación de luz (Taiz y Zeiger, 2006).

MÉTODOS Y MATERIALES

La fase de investigación se llevó en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro Regional de Investigación Norte-Centro; Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez 1200 Pte. Matamoros, Coah. C.P. 27440, coordenadas +25.533024 LN, -103.241823 LO.

Para la evaluación de curvas de respuesta a luz, se utilizaron higueras de un año de edad, las cuales se establecieron en macetas de capacidad de 25 L, con arena como sustrato, estas se establecieron en el mes de abril del 2016. Los tratamientos evaluados fueron: 00-00-00, 80-40-80 y 160-80-160 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O y en condiciones de campo abierto. Para la medición de la actividad fotosintética se utilizó, un Analizador de Gases Infrarrojo LI-COR 6400 (LI-6400), cuyo principio es, el intercambio de gas para medir los índices de la fotosíntesis de plantas. Las tasas netas de la fotosíntesis se expresan como índices de la absorción del CO₂ (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹). Para la obtención de las curvas de respuesta a luz, se utilizó en la modalidad de AUTOPROGRAMA, con intensidades de luz (PAR) de: 2000, 1500, 1000, 500, 250, 120, 60, 30, 15 y 0 μmol fotones m⁻² s⁻¹. Las mediciones se realizaron en la hoja con el criterio de selección de hoja joven intacta completamente expandida, de cada tratamiento seleccionado.

RESULTADOS

De las curvas de respuesta a luz, se observa que las plantas de cero nutrición (00-00-00) y las plantas a cielo abierto (campo), obtuvieron resultados similares respecto a la eficiencia cuántica, el punto de saturación de luz y el punto de compensación de luz. En los tratamientos con nutrición, 80-40-80 y 160-80-160, se observa una mayor eficiencia cuántica, mayor punto de saturación de luz, y en ambos casos no se presentó punto de compensación de luz; es decir, las plantas siguen absorbiendo CO₂ en ausencia de luz, lo cual puede deberse a que presentan una mayor tasa fotosintética y disminución del CO₂ intercelular, con relación al CO₂ atmosférico, favoreciendo la difusión de CO₂ del aire a las hojas a pesar de que ya no haya luz. Cuadro 1 y figura 1.

Cuadro 1. Respuestas fotosintéticas a la luz, en higuera bajo diferentes condiciones nutrimentales

Tratamiento	Tasa fotosintética máxima μmol CO ₂ . μmol fotones ⁻¹	Punto de compensación de luz μmol fotones m ⁻² s ⁻¹	Intervalo de saturación de luz μmol fotones m ⁻² s ⁻¹
00-00-00	0.0383	11	500 - 1000
80-40-80	0.0421	NP	1000 - 1500
160-80-160	0.0419	NP	1000 - 1500
Campo	0.0389	137	500 - 1000

*NP, No se presentó

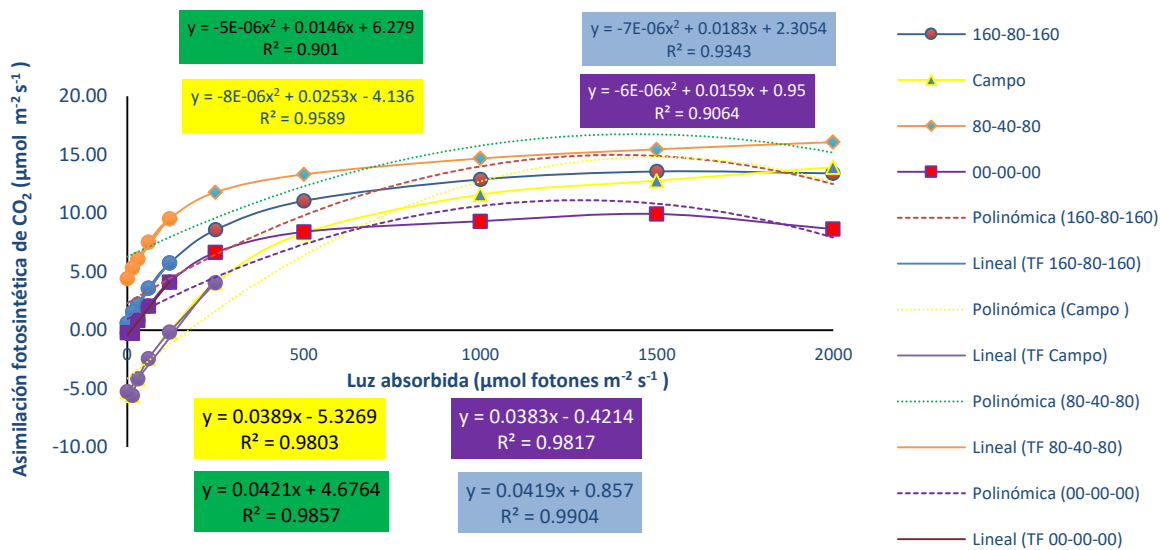


Figura 1. Curvas de respuesta a luz, cultivo higuera. *TF, ecuación lineal de Tasa Fotosintética máxima

CONCLUSIONES

Las plantas que mostraron mejores tasas de eficiencia fotosintéticas y mayor rango de saturación de luz, fueron aquellas con aporte suficiente de nutrientes. Esto proporciona información de interés para obtener mayor productividad del cultivo, relacionada con la cantidad de luz recibida y una adecuada nutrición.

LITERATURA CITADA

El-Shazly, S. M., Mustafa, N. S., & El-Berry, I. M. (2014). Evaluation of Some Fig Cultivars Grown under Water Stress Conditions in Newly Reclaimed Soils. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 21(8), 1167-1179.

Pereira, C., Serradilla, M. J., Martín, A., del Carmen Villalobos, M., Pérez-Gragera, F., & López-Corrales, M. (2015). Agronomic behaviour and quality of six fig cultivars for fresh consumption. *Scientia Horticulturae*, 185, 121-128.

Stover, E., Aradhya, M., Ferguson, L., & Crisosto, C. H. (2007). The fig: overview of an ancient fruit. *HortScience*, 42(5), 1083-1087.

Taiz, L., E., Zeiger, E., Uhart, S. A. E., Uhart, H. E. S. A., Echeverría, H. E., & SOLANICH, F. P. (2006). *Fisiología vegetal / Plant physiology* (No. 581.1). Universitat Jaume I, p 328 – 333.

Evaluación productiva de girasol (*Helianthus annuus* L.) Fam. Asteraceae de medio riego y calidad nutritiva de ensilados en La Loma, Lerdo, Durango.

Jiménez Aguirre C. S^{1*}, Medina Soltero O. K^{1*}, Mata Espinosa M. A², Esquivel Arriaga O², Hernández Salgado J. R², Hernández Ibarra G², Méndez Rivera J. S².

¹Ingeniero en Sistemas Agroalimentarios, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo, ² Profesor-Investigador Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Apartado Postal # 8, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua km 40, Bermejillo, Durango. C.P. 35230.

*Autores para correspondencia: carlos.ja264@gmail.com¹ oliver_ms93@hotmail.com.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar las diferentes etapas fenológicas del girasol (*Helianthus annuus* L.) variedad Torino, rendimiento de materia verde (MV) y seca (MS) en el Ejido La Loma, Lerdo, Durango; así mismo se determinó el contenido de nutrientes y la composición química de ensilados elaborados a diferentes concentraciones de semilla en el capítulo. En el establecimiento del cultivo, se aprovechó la precipitación del mes de enero (32.6 mm) y posteriormente se aplicaron dos riegos de auxilio para cubrir el requerimiento hídrico del cultivo. Se realizaron muestreos a los 13, 67 y 97 días después de la siembra (dds) para evaluar las variables altura de planta, número de hojas y presencia de capítulo. A los 105 dds se elaboraron los ensilados bajo los tratamientos: T1= 0 %; T2= 25 % ; T3= 50; T4= 75 % y T5= 100 % de semilla en capítulo respectivamente y se determinó la materia seca, pH, proteína total (PT, %), fibra detergente ácido (FDA, %), fibra detergente neutro (FDN, %), carbohidratos no fibrosos (CNF, %), nutrientes digestibles totales (NDT, %), energía metabolizable (EM, Mcal EM kg-1 MS), energía neta para mantenimiento (ENm, Mcal EM kg-1 MS), energía neta para lactación (ENI, Mcal EM kg-1 MS), energía neta para ganancia (ENg, Mcal EM kg-1 MS) y Cenizas (%). Los resultados se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS® bajo un diseño en Bloques Completos al Azar para las variables fenológicas y Completamente al azar para las

variables fermentativas y químicas en los ensilados. La comparación de medias entre los tratamientos evaluados fue hecha mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), además se realizó un análisis de regresión por polinomios ortogonales para observar la tendencia de las variables de estudio. Los resultados indican que a la cosecha (97 dds) alcanzó una altura el girasol de 93 ± 11 cm, el número de hojas por planta de 24.16 ± 17 , con fructificación de un capítulo abierto por planta y diámetro de 11.78 ± 1.75 cm, obteniéndose un rendimiento en verde de $11,314 \pm 2,203$ kg de biomasa ha⁻¹ con una humedad de 30 % y $7,820 \pm 2,293$ kg de materia seca ha⁻¹. Para los ensilados, los tratamientos de 75 % (T4) y T5 (100 %) de semilla en el capítulo tuvieron valores para pH, 4.8; MS, 19.38 %; PT, 11.18 %; FDN, 38.96 %; FDA, 39.85 %; CNF, 32.35%; NDT, 59.91 %; EM, 2.20 Mcal kg⁻¹ MS y Cenizas, 14.64 %. La tendencia indica que, al incrementar la cantidad de semilla en el capítulo del girasol en los ensilados, aumentó la concentración de PT (7.91 a 11.18 %), EM (1.78 a 2.20, Mcal kg⁻¹ MS), CNF (20.81 a 32.35 %), NDT (50.43 a 59.91 %) y disminuyó la de FDN (49.90 a 38.96 %); FDA (48.75 a 39.85 %) y Cenizas (21.83 a 14.64 %). No se encontró una tendencia marcada para pH y contenido de MS, con valores que estuvieron en los intervalos de 4.80 a 5.95 y 18.37 a 20.74 %, respectivamente. De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se recomienda elaborar ensilados de girasol con 75 a 100 % de semilla en el capítulo.

Palabras clave: girasol, cultivo, rendimiento, ensilados, valor nutritivo.

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es una de las regiones más importantes del país en cuanto a actividades agrícola y ganadera se refiere (López *et al.*, 2006). Región principalmente productora de leche, sin embargo, en los años recientes también la producción de carne a tomado un auge para el 2014 la población era de 154, 670 cabezas de ganado comparado con la de ganado lechero que era de 443, 526 cabezas (SIAP, 2014).

En la Comarca Lagunera, el maíz y el sorgo ocupan después de la alfalfa un lugar importante del patrón forrajero, por lo que el girasol se considera un cultivo alternativo para esta región, ya que ha presentado una muy buena adaptación a los cambios de temperatura y es un cultivo que no requiere grandes cantidades de agua (Aguilera *et al.*, 2009). A nivel nacional se sembraron 15,624 ha de girasol con un rendimiento promedio de 1.12 ton de semilla ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2016).

En la Laguna se sembró para el 2014 Girasol, principalmente en la zona de la Laguna-Durango (SIAP-SAGARPA, 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente estudio se realizó en la Unidad de Producción “La Loma Sector 25”, ubicada en las coordenadas 25° 25’ 52.5” N y 103° 40’ 11.71” O y una altitud de 1,186 msnm. Se encuentra dentro de la región denominada Comarca Lagunera. El clima de esta región, según la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García es un BWhw(e), caracterizada como un clima seco estepario cálido, precipitación anual de 258 mm y una temperatura media anual de 21°C (García, 1981).

Variedad utilizada

Fue la variedad Torino[®] híbrido tolerante a la sequía buen rendimiento híbrido de maduración de ciclo intermedio a tardío, (ANZÚ GENETICA SEEDS, 2015).

Características:

- Contenido mejorado de aceite.
- Potencial de rendimiento muy alto.
- Tolerancia mejorada a la pudrición del capítulo por *Sclerotinia sclerotiorum*.
- Mercado de aceite NuSun[®] y alimento para pájaros.
- Tolerante al herbicida Beyond[®]

Se sembraron 15 ha compuestas por melgas de 32 x 100 m con la variedad Torino[®]. La preparación del terreno se realizó mediante un rastreo doble con una rastra de discos y se realizó una nivelación utilizando para ello una escrepa.

La siembra fue realizada en seco el 8 y 9 de febrero del 2015 utilizando una sembradora Gaspardo[®] a una densidad de siembra de 80,000 semillas ha⁻¹, con una distancia entre surcos de 0.80 m y entre plantas de 17 cm.

Riegos

Se rego por gravedad, donde se aplicaron 2 riegos de auxilio, ambos con una lámina de riego de 13 cm, esto después de la siembra. Para la pre-siembra se aprovechó el agua de la lluvia y de acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional la precipitación pluvial que se manifestó en el ciclo agrícola del cultivo fue de 130 mm de enero a mayo; lo anterior ayudó a complementar los requerimientos hídricos del cultivo.

Se fertilizo 40-70-00 MAP (114 kg) y Sulfato de amonio (54 kg),

Control de plagas y enfermedades

No se utilizó ningún plaguicida para el control de plagas y enfermedades, lo que pudo haber ocurrido es una interacción biológica antagónica con las mismas especies que se encontraron de forma natural en el cultivo del girasol. Una de las principales plagas que se encontró fue la mosca blanca (*Bemisia* spp), sin embargo; la plaga más importante que se presentó en el cultivo fueron los pájaros (Columbina) ya que éstos consumen principalmente la semilla y causan una merma en la calidad nutritiva y rendimiento de semilla.

Con relación a los insectos benéficos que se encontró en el lugar, la catarina roja (*Hippodamia convergens*), Trichogramma (*Brochure trichogramma*) la cual se encarga de parasitar los huevecillos. Para contrarrestar la presencia y daño por pájaros no se utilizó ningún control.

Para el control de malezas no se aplicó ningún herbicida, ya que se mantuvieron limpias los primeros 40 y posteriormente las plantas de girasol compitieron exitosamente con la maleza presente, ya que su follaje denso no permitió el crecimiento de ésta.

Cosecha

El corte se realizó a los 105 días se tomaron 15 muestras se colectaron las plantas de girasol en diferentes concentraciones de semilla en el capítulo y después se realizó un muestreo general del

cultivo. El muestreo general del cultivo para determinar productividad, se realizó siguiendo la metodología utilizada por el PROMAF (2011) y validada por el Colegio de Postgraduados.

Tratamientos experimentales

Para evaluar la calidad de microensilados 5: T1=Girasol con capitulo y 0 % de semilla; T2=Girasol con capitulo y 25 % de semilla; T3= Girasol con capitulo y 50 % de semilla; T4= Girasol con capitulo y 75 % de semilla; T5= Girasol con capitulo y 100 % de semilla, de acuerdo a lo que consumían las aves se seleccionaron las plantas en base a esa característica en los diferentes tratamientos.

Para el caso de la determinación de la producción de Materia Verde y Materia Seca y variables fenológicas, se hicieron 3 muestreos; el 23 de febrero (1), 25 de abril (2) y 22 de mayo de 2015 (3). El diseño experimental utilizado fue un diseño experimental en Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Las variables experimentales registradas para cada etapa fueron: número de hojas planta⁻¹, altura de la planta en cm, rendimiento de biomasa y materia seca total ha⁻¹ y presencia del capítulo en la planta.

Fabricación de microsilos

Se elaboraron microcontenedores utilizando tubo de PVC 4 de diámetro (10.16 cm) y 32 cm de altura, lo cual representó un volumen de promedio de 2,594.35 cm³. Los microcontenedores fueron llenados con el material picado y fueron compactados de forma manual, utilizando el puño de la mano.

Elaboración de los microensilados

Para evaluar cada tratamiento, del muestreo hecho para evaluar rendimiento, fueron seleccionadas plantas de girasol completas y que cumplieran con la restricción de la cantidad de grano contenida en el capítulo (0, 25, 50, 75 y 100 % de grano). Posteriormente fueron procesadas con una picadora para forraje, quedando a un tamaño de partícula de aproximadamente 1 cm. El material picado se mezcló uniformemente y fue colocado manualmente dentro de los microsilos, al mismo tiempo del llenado se compactó manualmente usando el puño de la mano. Una vez llenados, los microensilados fueron cerrados a presión y se identificaron individualmente acorde al tratamiento asignado, asimismo fueron colocados en un lugar limpio y sin humedad para que se llevara a cabo el proceso de fermentación de forma natural.

Procesamiento del material ensilado

A los 24 días de haber sido elaborados los microensilados éstos fueron abiertos. De cada microensilado se pesó la materia húmeda total en una báscula (Lingard[®]), y se les determinó el pH utilizando un potenciómetro Conductronic[®]. Así mismo, del material ya fermentado de cada microensilado, se tomó una submuestra de 100 g aproximadamente y se colocó en una bolsa de papel para determinar el contenido de materia seca (MS), mediante la utilización de horno de secado Thermo Scientific[®] a una temperatura de 55°C por 48 horas; por diferencia de peso se obtuvo el contenido de MS. La MS obtenida se molió en un molino Thomas Wiley[®] con un tamaño de criba de 2 mm. De la muestra molida se tomaron 10 g y se colocaron en bolsas de papel para ser enviadas a un laboratorio (Agro Lab de México SA de CV) donde se determinó las siguientes variables: Materia seca (MS), CNF (%), FDA (%), FDN (%), NDT (%), PT (%), EM

(Mcal kg⁻¹ MS), ENm (Mcal kg⁻¹ MS), ENg (Mcal kg⁻¹ MS) y ENl (Mcal kg⁻¹ MS) y Cenizas (%).

Análisis Estadístico

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza con el paquete estadístico SAS[®], (SAS, 2016). Se empleó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones para cada tratamiento, los tratamientos fueron los porcentajes de semilla de girasol en el capítulo y las unidades experimentales los micro contenedores elaborados.

se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, y se realizó un análisis de regresión por polinomios ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cultivo de girasol de la variedad Torino[®] presentó los valores promedio de las variables evaluadas (Cuadro 1); a la cosecha alcanzó una altura de 93±11 cm, el número de hojas por planta de 24.16 ± 17, con fructificación de un capítulo abierto por planta y diámetro de 11.78 ± 1.75 cm, obteniéndose un rendimiento en verde de 11,314 ± 2,203 kg de biomasa ha⁻¹ con una humedad de 30% y 7,820 ± 2,293 kg de materia seca ha⁻¹.

Todas las variables de estudio medidas en la planta de girasol (Cuadro 1) mostraron efectos significativos ($P \leq 0.05$) en las etapas de crecimiento del cultivo, los resultados más importantes se concentran en las mediciones próximas a la cosecha. Estas diferencias son debido a que se están comparando las variables de estudio en diferentes etapas fenológicas del cultivo y que a medida que aumentan los días después de la siembra, hasta llegar a la etapa de madurez fisiológica, se obtendrán los máximos valores en dichas variables.

Cuadro 1. Nivel de significancia para las diferentes variables de estudio en el cultivo de girasol.

Variables	Significancia $P \leq 0.05$
Numero de hojas por planta	0.0032
Altura de planta	0.0031
Numero de capítulos	0.0001
Diámetro del capítulo	0.0018
Producción de forraje verde	0.0078
Producción de forraje seco	0.0337

Considerando los periodos de muestreo, las variables medidas a los 13 dds, es cuando se encuentran las diferencias más marcadas, comparado con las mediciones realizadas a los 67 y 97 dds. En esta etapa fenológica (13 dds), las plantas solo han formado 10 hojas, presentan una altura de 19 cm. No sé a presentado la formación de capítulos y su rendimiento en forraje verde es de 442 kg ha⁻¹, que corresponde a una cantidad de materia seca de 268 kg ha⁻¹ con una humedad de 40%.

En las etapas posteriores (67 y 97) de crecimiento del girasol, es cuando el cultivo se aproxima a la etapa de madurez fisiológica. En este periodo toma importancia determinar el rendimiento de biomasa para lograr establecer una fecha posible de corte o cosecha para máximo rendimiento de forraje. En este sentido, la fecha de 97 dds, se obtiene un incremento del 100% de rendimiento en forraje verde y en forraje seco una acumulación de 124%, con respecto a lo producido en la fecha anterior de medición (67 dds); lo cual nos indica que, en el presente estudio, el tercer periodo (97 dds) es el momento de madurez fisiológica de la planta. En la tercera medición (97 dds), sólo se observó un incremento de 2 hojas por planta, ya hay la presencia de capítulo abierto y el rendimiento de forraje tanto verde como seco, se duplica.

En general todas las variables evaluadas mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) al comparar la media de los diferentes tratamientos.

La conservación de los forrajes mediante la utilización del ensilaje, se basa en el proceso de conservación en ácido, donde el descenso del pH por la fermentación limita la ocurrencia de procesos que promueven el deterioro del forraje a conservar.

En general, se considera un pH entre 3.8 a 4.2 como adecuado para ensilados bien conservados (Ribeiro et al., 2007).

En el presente estudio, esta variable no mostró una marcada diferencia entre los tratamientos evaluados, sin embargo, los valores extremos encontrados para los tratamientos T4 (4.8) y T3 (5.9) fueron diferentes ($P \leq 0.05$). Comparando estos valores con los reportados para otras especies forrajeras conservadas mediante ensilaje; son altos, ya que De la torre (2014) y Carrillo (2014) encontraron que con maíz forrajero se obtuvo un pH de 4.35 y para triticale de 4.30, valores inferiores a los del presente estudio. No obstante, los valores altos para pH, son parecidos a los reportados por Mata y Mandujano (2014), al evaluar también ensilados de girasol de la misma variedad y cuyos valores reportados estuvieron en un intervalo de 4.46 a 4.70.

La reducción del pH en los ensilados está directamente relacionado con la presencia de ácido láctico, y además, éste es utilizado como un indicador de la calidad de la fermentación. La cantidad necesaria de este ácido para reducir rápidamente el pH e inhibir los procesos que promueven el deterioro del material ensilado, varía con la capacidad de fermentación del forraje y con el contenido de humedad de la masa ensilada. Algunos estudios mostraron que, aunque un ensilaje de girasol presente altas proporciones de ácido láctico, la capacidad de fermentación de la planta no permite la reducción del pH a los niveles observados frecuentemente para los ensilados de maíz y de sorgo.

En este estudio, los ensilados de girasol tuvieron un contenido de MS diferente ($P \leq 0.05$), con una variación que estuvo dentro del intervalo de 18.21 % (T1:0 %) al 20.74 % (T3:50 %).

El tratamiento con el valor de pH menor (4.80), también fue el que tuvo uno de los contenidos más bajos de MS (18.37), lo cual se asemeja a lo propuesto por Ribeiro et al. (2007). En un estudio realizado con girasol variedad Torino, Mata y Mandujano (2014), determinaron que ensilados elaborados con este cultivo, los valores encontrados para contenido de MS estuvieron en un intervalo de 19.31% a 21.85 % y que la información correspondiente a pH estuvo entre 4.46 a 4.70. Lo anterior evidencia que los ensilados de girasol, debido a las características

fisiológicas de la planta, tienen un contenido bajo de MS y el pH que se logra obtener durante su ensilado, se consideran altos, con valores cercanos a 6.

En este sentido, la variación en el contenido de grano en los capítulos de las plantas de girasol (Tratamientos), no tuvieron efecto sobre el contenido de MS de los ensilados elaborados, por lo que esta variable (MS) está más asociada al estado fisiológico de la planta (cultivo) y que además ésta acumula gran cantidad de agua en sus tejidos.

Aun cuando se consideró que el contenido de MS fue bajo en la presente investigación, otros autores (De la Torre, 2014; Carrillo, 2014), reportan valores muy parecidos para esta variable. Con maíz forrajero se obtuvo 23.90 % y triticale 26.17 %, respectivamente. Resultados también menores a los especificados para realizar un buen ensilado (30-35 % MS).

El contenido de proteína total de los alimentos (PT), es otra de las variables que se toma en cuenta para determinar su calidad. Los ensilados de girasol presentan, en general, contenidos más elevados de PT y de minerales, comparados con algunos ensilados de maíz y sorgo (Ribeiro et al., 2007).

En el presente estudio, los tratamientos evaluados mostraron diferencias ($P \leq 0.05$) entre ellos, solamente los T3 (75%, semilla) y T4 (100%, semilla) fueron similares. En general, los valores para esta variable estuvieron en el intervalo de 7.91 % (T1:0%, semilla) a 11.18 % (T4:75%, semilla). De la misma forma se encontró que, a medida que disminuyó la presencia del grano en el capítulo, la concentración de PT (%) también mostró el mismo comportamiento. Este comportamiento nos indica que la concentración de PT en los ensilados de girasol, no se ve afectada cuando se disminuye en un 25 % (T3) la presencia de grano en el capítulo de la planta; sin embargo, al disminuir el grano al 50 % (T2), ya la diferencia es estadística ($P \leq 0.05$). Estos resultados deben de tomarse en cuenta cuando el cultivo de girasol es ampliamente dañado por la presencia de aves que consumen las semillas y de esta forma decidir el momento óptimo de cosecha y evitar un daño mayor en el contenido de nutrientes de este cultivo.

Los ensilados que presentaron el mayor contenido de PT, fueron el T3 (11.18 %) y T4 (11.5 %); sin embargo, estos valores son menores al obtenido por Mata y Mandujano (12.01 % PT; 2014) cuando se evaluaron ensilados de girasol variedad Torino con el capítulo lleno de semillas.

La fibra en los forrajes constituye el componente fundamental de las raciones en la mayor parte de los sistemas productivos con ganado rumiante.

En el presente estudio, el contenido de FDN fue diferente ($P \leq 0.05$) al comparar el promedio de esta variable entre los distintos tratamientos, la variación que se presentó estuvo entre un intervalo de 42.63 (T5; 100 %) a 49.90 % (T2; 15 %). Los tratamientos con el contenido de FDN mayor, fueron los que tenían un 15 % de grano en el capítulo (T2) o nada de grano (T1; 0 %). En un estudio similar (Mata y Mandujano, 2015).

Comparando los resultados de la presente investigación, para los tratamientos T4 (38.96 %, FDN) y T5 (42.63 %, FDN); éstos se encuentran dentro de las concentraciones adecuadas para esta variable, en estudios hechos con ensilados de maíz (Roth y Heinrichs, 2001); y parecidos a los obtenidos por De la Torre (2014) con valores que van de 51.8 a 56.3 % de FDN.

La FDA incluye la celulosa y la lignina (además de residuos de nitrógeno y minerales) (Bach y Calsamiglia, 2006). Esta variable presentó diferencias ($P \leq 0.05$) significativas entre las medias de los tratamientos utilizados. El valor menor fue para el T5 con 42.53 %, y el mayor para el T2 con 48.75 %.

Los carbohidratos no fibrosos fermentan rápidamente, aportando energía para los microorganismos y para el animal, pero aumentan el riesgo de acidosis ruminal (Rotger, 2004). Son aquéllos que desde el punto de vista químico no forman parte de la FDN, y este grupo se compone de los carbohidratos de reserva de las plantas, azúcares solubles, pectinas y ácidos orgánicos.

La concentración de CNF para los diferentes tratamientos evaluados fue diferente ($P \leq 0.05$). A medida que la cantidad de grano en el capítulo aumento, también la concentración de CNF fue incrementándose.

El modelo mediante el cual se explica la mayor variación de esta variable fue de tercer orden, donde los valores extremos inferiores; T1 0 % de semilla (20.81b %, CNF) y T2 25 % de semilla (21.82b %, CNF) fueron similares, de igual forma que los extremos superiores, T4 75 % de semilla (32.35a % CNF) y T5 100 % de semilla (30.71a % CNF) también lo fueron. En este sentido, si se ensila girasol con el 100 y 75 % de semilla en el capítulo, el contenido de CNF no presenta diferencias estadísticas. Si se cosecha el girasol con 50 % de semilla en el capítulo la concentración de CNF disminuye en un 6.02 % aproximadamente.

Estudios similares realizados con ensilados de la misma variedad (Mata y Mandujano, 2015), indican un contenido de energía de 2.25 Mcal EM kg⁻¹ MS, al ensilar el girasol con el 100 % de semilla en el capítulo. Este valor resulta similar al que se reporta en la presente investigación para los tratamientos con 75 % (2.18 Mcal kg⁻¹ MS) y 100 % (2.20 Mcal kg⁻¹ MS) de semilla en el capítulo.

Comparando la concentración de energía con ensilados de otras especies, en triticale se informa de un contenido de 1.69 Mcal EM kg⁻¹ MS (Carrillo, 2014), valor inclusive inferior al obtenido con ensilados de girasol con 0 % de semilla del T1 (1.78 Mcal EM kg⁻¹ MS). Por otra parte con ensilados de maíz forrajero el valor obtenido fue de 2.18 a 2.21 Mcal EM kg⁻¹ MS (De la Torre, 2014), superior al reportado para triticale y similar al obtenido en T4 y T5 con 2.18 y 2.20 Mcal EM kg⁻¹ MS; cuando se ensilo el girasol con 75 y 100 % de semilla en el capítulo.

La energía neta de lactación (ENI) es el término usado para estimar los requerimientos energéticos y los valores energéticos de los alimentos para vacas lecheras. Por lo general se la expresa como mega-calorías por kilogramo de materia seca (Mcal kg⁻¹ MS). La tendencia encontrada sobre el comportamiento de esta variable, fue con efecto cuadrático.

Para la variable ENm, el comportamiento fue similar al contenido de EM y ENI. Es decir, la concentración aumento a medida que la cantidad de semilla en el capítulo del girasol ensilado fue mayor. En ensilados elaborados con la misma variedad de girasol se reporta una concentración de 1.42 Mcal kg⁻¹ MS (Mata y Mandujano, 2015) la cual fue superior a todos los tratamientos evaluados en el presente estudio y que puede ser comparada con el obtenido en el T5 (1.35 Mcal kg⁻¹ MS) que tuvo el 100 % de semilla en el capítulo. De la Torre (2014) también informa de un

valor mayor (1.48 Mcal kg⁻¹ MS) para ensilados hechos con maíz forrajero. Sin embargo, en triticale (Carrillo, 2014) se reporta un valor inferior (0.85) tanto para maíz forrajero como para todos los tratamientos evaluados en el presente experimento.

El contenido de NDT fue diferente entre los tratamientos evaluados ($P \leq 0.05$). La tendencia en el comportamiento de esta variable fue de efecto cuadrático. Donde el contenido de NDT aumentó conforme el contenido de semilla en el capítulo fue mayor.

El intervalo encontrado estuvo entre 50.46 % NDT (T1) a 59.91 % (T5). Entre los tratamientos T4 (75 % semilla) y T5 (100 % semilla) no se encontraron diferencias para esta variable, por lo que ensilar girasol con 75 % de semilla en el capítulo no representa una disminución en la concentración de nutrientes digestibles. Sin embargo, los resultados reportados en la presente investigación, son menores a los indicados por Roth y Heinrichs (2001), para ensilados de maíz forrajero (66.8 a 70.9 % NDT).

La ceniza es el residuo remanente luego que toda la materia orgánica presente en una muestra, es completamente incinerada.

En el estudio presente, esta variable mostró diferencia significativa ($P \leq 0.05$). Los tratamientos (T2, T3 y T4) fueron similares entre ellos, mientras que T1 y T5 mostraron diferencia entre ellos y entre los anteriores (T2 a T5). El valor mínimo fue para T5 con 14.64 %, mientras que el mayor se encontró en T1 (21.83 %); es decir a medida que disminuyó en contenido de semilla en el capítulo del material ensilado, hubo un aumento en la concentración de cenizas.

En cuanto a esta variable, otros estudios con girasol (Mata y Mandujano, 2015) reportan concentraciones que van de 13.08 a 14.15 %, al ensilar la planta con el capítulo completo de semilla. Estos valores solo se comparan con el obtenido en el T5 (100 % semilla), con un valor de 14.64 %. Los demás tratamientos tuvieron mayor contenido de cenizas.

El contenido de cenizas en los forrajes es muy variable y depende entre otras cosas del estado fenológico del cultivo, las variedades y entre especies. En ese tenor, De la Torre (2014) encontró un contenido de cenizas de 10.84% al analizar microensilados de dos híbridos de maíz forrajero cosechado a los 90 dds y Carrillo (2014) informa de valores de concentración de ceniza de 11.86 a 14.12 % para ensilados de triticale elaborados a diferentes fechas de cosecha. Estos valores solo se comparan con el que se encontró en el tratamiento donde se ensilo girasol con el 100 % de semilla en el capítulo (14.64 %). En general a menor contenido de semilla en el capítulo de girasol, mayor contenido de cenizas.

CONCLUSIONES

En cuanto a esta variable, otros estudios con girasol (Mata y Mandujano, 2015) reportan concentraciones que van de 13.08 a 14.15 %, al ensilar la planta con el capítulo completo de semilla. Estos valores solo se comparan con el obtenido en el T5 (100 % semilla), con un valor de 14.64 %. Los demás tratamientos tuvieron mayor contenido de cenizas.

El contenido de cenizas en los forrajes es muy variable y depende entre otras cosas del estado fenológico del cultivo, las variedades y entre especies. En ese tenor, De la Torre (2014) encontró

un contenido de cenizas de 10.84 % al analizar microensilados de dos híbridos de maíz forrajero cosechado a los 90 dds y Carrillo (2014) informa de valores de concentración de ceniza de 11.86 a 14.12 % para ensilados de triticale elaborados a diferentes fechas de cosecha. Estos valores solo se comparan con el que se encontró en el tratamiento donde se ensilo girasol con el 100 % de semilla en el capítulo (14.64 %). En general a menor contenido de semilla en el capítulo de girasol, mayor contenido de cenizas.

LITERATURA CITADA

Aguilera V. J. E., Espinoza B. A., Palomo G. A., Gutiérrez de R. E., Lozano G. J. J. 2009. Efecto del patrón de siembra en la producción de materia seca (*Hellianthus annuus* L.) para forraje. Revista Agraria-Nueva época. México.

ANZÚ GENETICA SEEDS, 2015. Girasoles medio/alto oleicos y confiteros. Recuperado el día 06 de Septiembre del 2016. <http://anzugenetica.com/wp-content/uploads/2015/12/GIRASOL.pdf>
Carrillo H. A. G. 2014. Evaluación de ensilados a base de Triticale (K. Triticosecale Witt.) en el rancho el Carmen. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Tesis de Licenciatura. 94 p

De la Torre L. G. 2014. Rendimiento de maíz forrajero (*Zea mays* L.) y valor nutritivo en el Rancho El Carmen. Universidad Autónoma Chapingo- URUZA. Bermejillo Durango México.

García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de koppen. México, DF.

López, J., Avalos, A., Martínez, E., Valdez, R., y Salazar, E. 2006. Características físicas del suelo y rendimiento de maíz forrajero evaluado con labranza y fertilización orgánica-inorgánica. Recuperado el 16 de junio de 2016, <http://www.redalyc.org/pdf/573/57311103014.pdf>

Mata, E. M. A. y Mandujano, A. J. L. 2015. Rendimiento y valor nutritivo de girasol variedad Torino bajo diferentes sistemas de riego en el rancho El Carmen. Datos preliminares sin publicar.

Ribeiro P. L. G., Concalves L. C., Rodríguez N. M., Ribeiro T. T. 2007. Ensilaje de girasol como opción forrajera. Jornada sobre producción y utilización de ensilajes. Brasil.

Rotger, C. A. 2004. Fermentación ruminal, degradación protéica y sincronización-proteína en terneras en cebo intensivo. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Ciencia Animal. Tesis de Doctorado. 196 p.

SIAP-SAGARPA.2016. Reporte de producción de girasol 2014. SAGARPA. Recuperado el 30 de mayo de 2016. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/excel.jsp

Rendimiento y calidad comercial de dos clones de ajo jaspeado y la variedad Platero en Calera, Zacatecas en condiciones comerciales.

¹Reveles Hernández, Manuel; ¹Cid Ríos, José Ángel; ¹Velásquez-Valle Rodolfo; ²Amaro-Ramírez Sofía Noemí, ³Trejo Calzada, Ricardo.

¹Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac., México. Tel 01 800 088 22 22 Extensión 82310. Correo electrónico: reveles.manuel@inifap.gob.mx; ²Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, Cieneguillas, Zacatecas, Zac., México ³Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo, Bermejillo, Dgo. México.

RESUMEN

Zacatecas es considerado como la principal zona productora de ajo a nivel nacional siendo de los cultivos más tecnificados en sistema de riego por goteo y fertilización presentando incrementos importantes tanto en producción como en calidad. El ajo es una especie que presenta altos coeficientes de variaciones genotípicas y fenotípicas que se traducen en una oportunidad de mejoramiento genético que han aprovechado los fitomejoradores para la obtención de nuevas variedades alrededor del mundo. El objetivo de estudio del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de dos nuevos clones de ajo tipo jaspeado y la variedad Platero en condiciones comerciales. Se estableció una parcela comercial en donde se avaluaron tres genotipos: tratamiento 1: JAS-P4, tratamiento 2: Platero y tratamiento 3: JAM12. Se realizó un muestreo en donde se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones para evaluar la productividad. El rendimiento por parcela de ajo y rendimiento comercial, mostrando una diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos. En la comparación de medias ($\alpha=0.05$) para el rendimiento por parcela, el clon JAS-P4 es estadísticamente superior a los otros dos genotipos evaluados. El Clon JASP4 resulto el de mayor productividad, sin embargo su producción de bulbos de tamaño comercial es superado por la variedad Platero. El Clon JASP4 ofrece una alternativa para generar una nueva variedad de ajo tipo jaspeados, sin embargo se sugiere realizar evaluaciones posteriores comparándolo con otras variedades existentes.

Palabras clave: *Allium sativum*, genotipos, cultivares, calidad, bulbificación

ABSTRACT

Zacatecas state is considered as the main producing area of garlic at national level being the most technically advanced crop drip irrigation system and fertilizer presenting significant increases in both production and quality. Garlic is a species that has high coefficients of genotypic and phenotypic variations that result in an opportunity for genetic improvement that plant breeders have used for breeding new varieties around the world. The aim of study was to evaluate the productive performance of two new clones of garlic and Platero variety on commercial terms. Treatment 1: JAS-P4, treatment 2: Platero and treatment 3: JAM12 a commercial plot where three genotypes were valued was established. Where sampling was used a completely randomized design with four replications to evaluate productivity was performed. The yield per plot of garlic and business performance, showing a statistically significant difference between treatments. In comparing averages ($\alpha = 0.05$) for yield per plot, clone JAS-P4 is statistically

superior to the other two genotypes. Clone JASP4 turned the most productive, however production of bulbs of commercial size is exceeded by the variety Platero. Clone JASP4 offers an alternative to generate a new variety of garlic, however it is suggested that subsequent evaluations compared with other existing varieties.

Key Word: *Allium sativum*, genotypes, cultivars, quality, bulbing

INTRODUCCIÓN

Se afirma que el ajo (*Allium sativum* L.) es una especie originaria de las regiones de Asia Central e históricamente fue utilizado con fines medicinales, hoy en día, el ajo se valora más por su aroma y se utiliza en una amplia variedad de alimentos (Boriss, 2009).

Zacatecas es considerado como la principal zona productora de ajo a nivel nacional siendo de los cultivos más tecnificados en sistema de riego por goteo y fertilización presentando incrementos importantes tanto en producción como en calidad. (Reveles-Hernández *et al.*, 2009).

El ajo es una especie que presenta altos coeficientes de variaciones genotípicas y fenotípicas que se traducen en una oportunidad de mejoramiento genético que han aprovechado los fitomejoradores para la obtención de nuevas variedades alrededor del mundo, tomando en cuenta características como número de dientes por bulbo, tamaño del bulbo, peso, longitud de las hojas como indicadores que ayudan a diferencia entre genotipos y su productividad (Agrawal *et al.*, 2003). Una característica que está ligada al rendimiento del cultivo es el tamaño de los bulbos cosechados manteniendo una alta correlación entre estas dos variables, por lo que comúnmente se usan para caracterizar y seleccionar nuevos genotipos de ajo (Silos *et al.*, 2012).

Aun no existe en el mercado un cultivar comercial que se haya obtenido por hibridación por lo que la selección clonal tradicional sigue siendo una herramienta principal en los programas de mejoramiento genético de la especie (Burba, 2009) ya que esta hortaliza presenta una interesante variabilidad en materiales cultivados en el mundo (Izquierdo, 2006).

Cada año se siembran dientes provenientes de bulbos cosechados el año anterior para obtener nuevas cosechas. En estas condiciones las enfermedades se transmiten más fácilmente a la descendencia, lo que provoca un debilitamiento progresivo e irreversible de las variedades. (Izquierda *et al.*, 2001).

El objetivo de estudio del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de dos nuevos clones de ajo tipo jaspeado y la variedad Platero en condiciones comerciales.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en el estado de Zacatecas, ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera federal Zacatecas-Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales del estado de Zacatecas, entre las coordenadas 22°54'10" de latitud norte y 102°39'29" de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar.

La siembra del experimento fue realizada manualmente, utilizándose semilla de ajo de dos clones y una variedad: JAS-P4, JAM12 y Platero. La fecha de siembra fue el 4 de diciembre utilizando dientes o bulbillos provenientes de bulbos de calibres de 35 a 40mm de diámetro.

La dosis de fertilización que se uso fue la 225-80-220, expresada en kilogramos de nitrógeno, fosforo y potasio por hectárea respectivamente, aplicada usando la fórmula 60-60-60 antes de la siembra, el resto del fertilizante fue aplicado a través del sistema de riego de acuerdo a las curvas de extracción correspondiente a cada nutriente (Reveles-Hernández *et al.*, 2009).

Se utilizó el sistema de riego por goteo instalando 3 cintillas por cama a 6 hilos para todos los tratamientos.

Se estableció una parcela comercial en donde se evaluaron tres genotipos: tratamiento 1: JAS-P4, tratamiento 2: Platero y tratamiento 3: JAM12.

Para evaluar el rendimiento por parcela de ajo de los tres tratamientos, al momento de cosecha se realizó un muestreo en donde se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de 3 metros de largo por 1.60m de ancho. De las muestras tomadas en se registró número de bulbos y su peso por categoría de tamaño (diámetro del bulbo) para hacer la clasificación de acuerdo con la norma mexicana para ajo (CONAJA, 2009). Para determinar el porcentaje de bulbos de tamaño comercial sumaron los pesos de los bulbos de tamaño 7 y superiores y se determinó el porcentaje con relación al rendimiento total.

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el paquete de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Versión 1.4 (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis de varianza para el rendimiento por parcela de ajo y rendimiento comercial, mostrando una diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos. En la comparación de medias ($\alpha=0.05$) para el rendimiento por parcela, el clon JAS-P4 es estadísticamente superior a los otros dos genotipos evaluados, se observa que aunque los genotipos Platero y JAM 12 son estadísticamente iguales, Platero es superior a JAM12 (cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de medias ($\alpha=0.05$) por el método DMS para el rendimiento por parcela de ajo en tres tratamientos.

Tratamiento (Genotipos)	Rendimiento por parcela de ajo (g)	Rendimiento comercial (Kg/ha)
1 JAS-P4	3033 a	67750 a
2 Platero	1913 b	82750 a
3 JAM12	1793 b	74250 a

Nota: valores con misma letra son estadísticamente iguales DMS ($\alpha=0.05$)

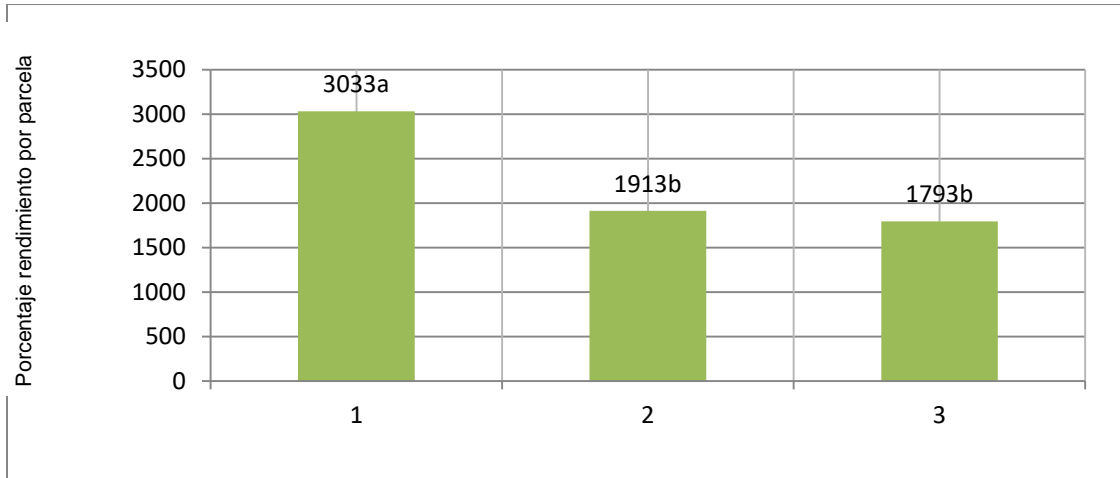


Figura 1. Porcentaje de rendimiento por parcela de ajo en tres genotipos de ajo evaluados, 1 JAS-P4, 2 Platero y 3 JAM12.

El análisis de varianza para la producción de bulbos de ajo tamaño comercial (calibre 7 y superiores) no mostró diferencias estadísticas entre los genotipos en evaluación, sin embargo, la media de producción del genotipo Platero es superior a los otros dos evaluados, seguido de JAM 12 y JASP4.

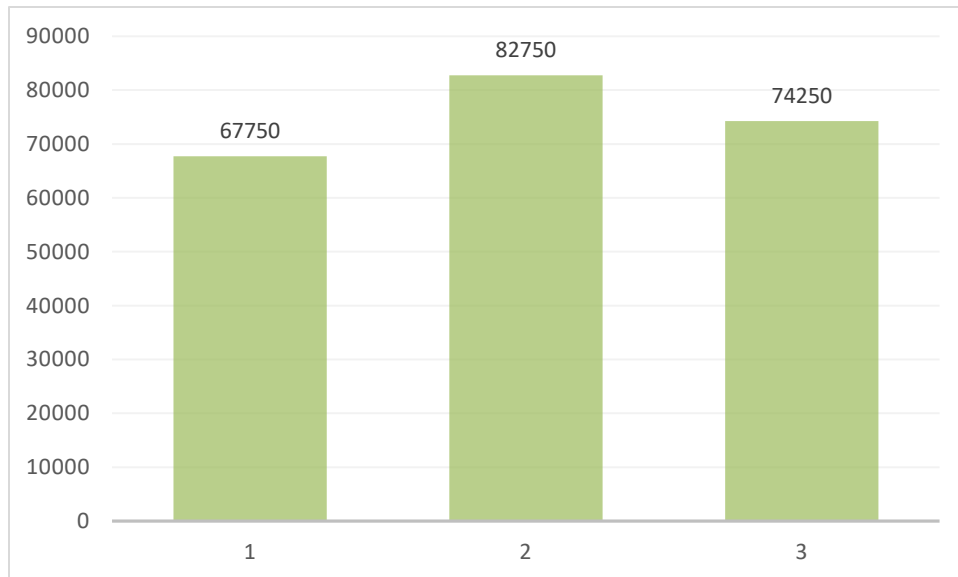


Figura 2. Porcentaje de rendimiento comercial de ajo en los tres tratamientos evaluados, 1 JAS-P4, 2 Platero y 3 JAM12.

CONCLUSIONES

El Clon JASP4 resulto el de mayor productividad, sin embargo su producción de bulbos de tamaño comercial es superado por la variedad Platero.

El Clon JASP4 ofrece una alternativa para generar una nueva variedad de ajo tipo jaspeados, sin embargo se sugiere realizar evaluaciones posteriores comparándolo con otras variedades existentes.

LITERATURA CITADA

Agrawal M. K. Fageria M. S. Dhaka R. S. 2003. Garlic breeding - a review. *Agricultural Reviews*. 24: 70-74

Barrios-Díaz, J. M.; Larios-García M. C.; Castellanos J. Z.; Alcántar-González G.; Rodríguez-Mendoza M. de las N.; Tijerina-Chávez L.; Cruz-Romero W. 2005. Rendimiento y calidad de ajo con diferente manejo del riego por goteo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 11(2): 233-239.

Boriss, H. 2009. Garlic Profile. Agricultural Marketing Resource Center, Iowa State University. 3p.

Burba, J. L. 2009. Mejoramiento genético y producción de “semilla” de ajo (*Allium sativum* L.). Posibilidades de adaptación a diferentes ambientes. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 3:28-44.

Izquierdo O., H. 2006. Temas de ciencia y tecnología. Instructivo Técnico para la Producción de Ajo-Semilla de Alta Calidad Fitosanitaria Mediante el Empleo de Técnicas Biotecnológicas. La Habana. Cuba. 30(10): 63-71.

Izquierdo O., H. Quiones O., Y. 2001. Obtención de semilla de ajo mejorada mediante el empleo de técnicas biotecnológicas. División de Biotecnología, Fisiología y Resistencia del Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, Cuba.

Olivares, S., E. 2013. Paquete de diseños experimentales. Versión 1.4 Facultad de Agronomía del Estado de Nuevo León.

Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle, R. y Bravo-Lozano, A. G. 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro Técnico No. 11. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. 272 p.

Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle, R. y Cid-Ríos J. A. 2014. Barretero, variedad de ajo jaspeado para Zacatecas. Folleto Técnico No. 61 Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, México. 32 p.

Silos E. H.; San Juan H. F.; Hernández H. O.; Silva B. D. Macías Á. A. R. Nieto M. F.; Valera M. L. L.; Flores B. S.; Macías V. L. M.; Corona T. T.; Quezada P. M. L.; and Gómez L. J. F. 2012. Agronomic and Biotechnological Strategies for Breeding Cultivated Garlic in Mexico. In: Caliskan M. (Ed). "Genetic Diversity in Plants" 479-498

Productividad de dos clones y la variedad Barretero de ajo en condiciones comerciales en Calera, Zacatecas.

Reveles Hernández, Manuel^{1*}; Cid Ríos, José Ángel¹; Velásquez-Valle Rodolfo¹; Figueroa González, Juan José¹; Sáenz-De Ávila, Luis².

¹Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac., México. Tel 01 800 088 22 22 Extensión 82310.

²Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, Cieneguillas, Zacatecas, Zac.

*Autor de correspondencia: reveles.manuel@inifap.gob.mx;

RESUMEN

Dentro de los factores que limitan la producción de ajo a nivel nacional y estatal destaca la falta de variedades que permitan tener una variación en cuanto a tipos y fechas de cosecha de tal manera que se logre la sustentabilidad del sistema de producción a través de una mayor variabilidad de genotipos y menor variabilidad de los precios al productor a lo largo del año. La selección clonal es otra herramienta aceptable para aprovechar la gran variabilidad genética de este producto en diferentes latitudes del mundo, ha sido reportada como una herramienta útil en la generación de variedades de ajo en la región norte centro de México. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de dos nuevos clones de ajo generados por el Campo Experimental Zacatecas y su comparación con la variedad Barretero en condiciones comerciales. Para evaluar el rendimiento por parcela de ajo de los tres tratamientos se diseñó un muestreo completamente al azar con cuatro repeticiones. El clon CH6 registró el mayor rendimiento por parcela, sin embargo, es el clon que menor porcentaje de bulbos de tamaño comercial produjo.

Palabras clave: *Allium sativum*, cultivares, rentabilidad, calidad, rendimiento.

ABSTRACT

Among the factors limiting the production of garlic at national and state level highlights the lack of varieties that enable a variation in the types and harvest dates so that the sustainability of the production system is achieved through greater variability of genotypes and less variability of producer prices during the year. Clonal selection is another acceptable to take advantage of the great genetic variability of this vegetable in different parts of the world tool, it has been reported as a useful tool in generating varieties of garlic in the north central region of Mexico. The objective of this study was to evaluate the productive performance of two new clones of garlic generated by the Campo Experimental Zacatecas and comparison with the Barretero variety on commercial terms. To evaluate the performance by garlic plot of the three treatments sampling completely random with four replications was designed. The clone CH6 recorded the highest yield per plot, however, it is the clone smaller percentage of commercial size bulbs produced.

Key words: *Allium sativum*, cultivars, profitability, quality, yield

INTRODUCCION

El ajo es uno de los condimentos más usados a nivel mundial, además de su uso como condimento se le atribuyen una serie de cualidades terapéuticas de utilidad en la salud humana, animal y de cultivos. Para el año 2013 se establecieron 2'437,689 hectáreas a nivel mundial, con una producción de 24'255,302 toneladas (FAO, 2013); en México para el año 2014 se sembraron 5,438 hectáreas con una producción de 54,723 toneladas, destacando por su producción los estados de Zacatecas, Guanajuato, Sonora y Puebla (SIAP, 2014).

Dentro de los factores que limitan la producción de ajo a nivel nacional y estatal destaca la falta de variedades que permitan tener una variación en cuanto a tipos y fechas de cosecha de tal manera que se logre la sustentabilidad del sistema de producción a través de una mayor variabilidad de genotipos y menor variabilidad de los precios al productor a lo largo del año. No se cuenta con variedades adecuadas a las condiciones agroecológicas de cada región productora, de esta situación no escapan los productores zacatecanos, que además redonda en la falta de semilla certificada para el establecimiento de esta hortaliza que es fuente importante de ingresos y empleo en el Estado (CONAJO, 2009, Martínez y González, 2007).

Existen diferentes herramientas que han servido a los fitomejoradores para generar nuevas variedades, por ejemplo, se ha logrado mejorar genéticamente este producto con la técnica de selección individual para reproducción de clones con rendimiento alto (Macías *et al.*, 2014), la selección clonal es otra herramienta aceptable para aprovechar la gran variabilidad genética de este producto en diferentes latitudes del mundo (Burba *et al.*, 2009). La selección clonal ha sido reportada como una herramienta útil en la generación de variedades de ajo en la región norte centro de México (Reveles-Hernández *et al.*, 2015), lo anterior sirvió para la obtención de clones de ajo en Zacatecas por lo que se han obtenido clones sobresalientes de la hortaliza mismos que se evalúan en el presente ensayo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de dos nuevos clones de ajo, generados por el Campo Experimental Zacatecas y su comparación con la variedad Barretero en condiciones comerciales.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) localizado en el estado de Zacatecas: ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera federal Zacatecas-Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor rosales del estado de Zacatecas, entre las coordenadas 25°54'10" de latitud norte y 103°39'29" de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar.

Se estableció un lote comercial para la conservación de germoplasma de ajo realizando la siembra manualmente, se utilizó semilla de ajo de la variedad Barretero comparándolos con dos clones de tipo jaspeado ENSC4 y CH6 (tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente).

El día cinco de diciembre de 2015 se realizó la siembra usando bulbillos o dientes cuyo diámetro ecuatorial fue superior a 8 mm, en camas de 1.52cm de ancho con sistema de riego por goteo instalando tres cintillas y seis hileras de plantas por cama.

La dosis de fertilización que se uso fue la 225-80-255, expresada en kilogramos de nitrógeno, fosforo y potasio por hectárea respectivamente, aplicada usando la fórmula 80-80-80 antes de la siembra, el resto fue aplicado a través del sistema de riego de acuerdo a las curvas de extracción correspondiente a cada nutriente. (Revelés-Hernández *et al.*, 2009).

Para evaluar el rendimiento por parcela de ajo de los tres tratamientos se diseñó un muestreo completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de una cama de 3 metros de largo por 1.60 m de ancho.

Una vez realizada la cosecha se procedió a clasificar los bulbos obtenidos en cada unidad experimental realizando un conteo y determinando su peso por categoría de acuerdo con la norma mexicana de ajo, para la estimación del rendimiento comercial se tomaron en cuenta los bulbos de calibre 7 (35 mm de diámetro ecuatorial y superiores).

El análisis de los datos se realizó utilizando el paquete de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Versión 1.4 (Olivares, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza para el rendimiento de los genotipos evaluados resalta la existencia de diferencias altamente significativas entre tratamientos ($\alpha= 0,01$). En la comparación de medias ($\alpha= 0,05$) la variedad Barretero resultó estadísticamente inferior en comparación con los otros dos tratamientos ya que se observa que el menor rendimiento por parcela de ajos se encuentra en este genotipo seguido por el clon ENS C4, mientras que en el clon CH6 es donde se encuentra el mayor rendimiento por parcela (Cuadro 1 y figura 1).

Cuadro 1. Comparación de medias ($\alpha=0.05$) por el método DMS para el porcentaje de rendimiento comercial por parcela de ajo.

Genotipo	Media (kg/parcela)
1. Clon CH6	8797.25 a
2. Clon ENS C4	8134.75 a
3. Variedad Barretero	6089 b

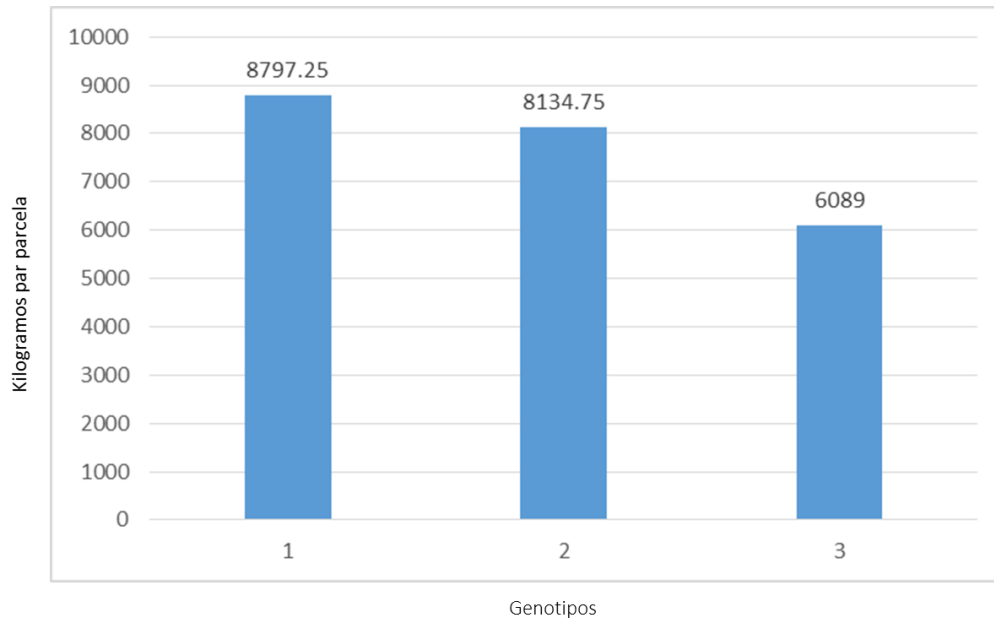


Figura 1. Porcentaje de rendimiento por parcela de ajo en tres genotipos evaluados, 1. Clon CH6, 2. Clon ENS C4 y 3. Variedad Barretero

El análisis de varianza para el porcentaje de ajo comercial (calibre 7 y superiores) indicó que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos (genotipos) evaluados; al realizar la comparación de medias por el método de DMS (Cuadro 2, Figura 2), los resultados muestran que el genotipo CH6 produjo el menor porcentaje de rendimiento comercial, seguido por el genotipo 1 (variedad Barretero), mientras que el clon ENS C4 produjo mayor porcentaje de bulbos de tamaño comercial en comparación a los demás genotipos evaluados.

Cuadro 2. Comparación de medias ($\alpha=0.05$) por el método de DMS para el porcentaje de rendimiento comercial.

Tratamiento	Media
2 ENS C4	97.35 a
1 Barretero	78.5 b
3 CH6	51.25 c

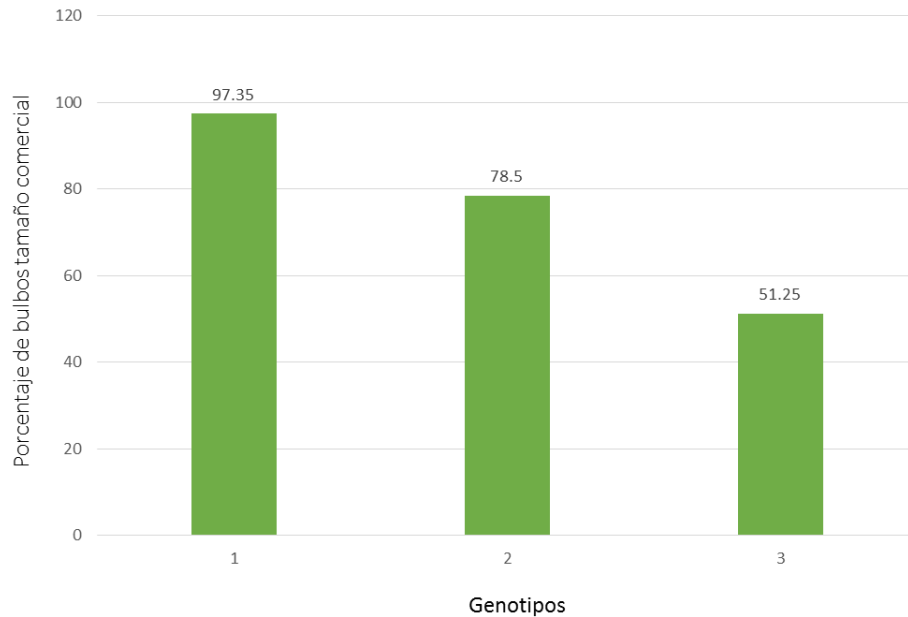


Figura 2. Porcentaje de rendimiento comercial de ajo en los genotipos evaluados: ENS C4 (1), Barretero (2) y CH6 (3).

CONCLUSION

El genotipo CH6 registró mayor producción, sin embargo es el clon que menor porcentaje de bulbos de tamaño comercial produjo.

Es probable que el comportamiento de los genotipos evaluados esté influenciado por la fecha de siembra por lo que se recomienda realizar otras evaluaciones en las que se considere una fecha de siembra más temprana.

LITERATURA CITADA

Burba, J. L. 2009. Mejoramiento genético y producción de “semilla” de ajo (*Allium sativum* L.). Posibilidades de adaptación a diferentes ambientes. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 3:28-44.

Comité Nacional Sistema Producto (CONAJO). 2009. Plan Rector del Sistema Producto Nacional Ajo. Última actualización mayo de 2009. León, Guanajuato. México. 21p

FAO. 2013. Producción anual de ajo. En: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>, consultada en línea el 1 de julio de 2015.

Olivares, S. E. 20013. Paquete de diseños experimentales. Versión 1.4. Facultad De Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Macías V. L. M.; Maciel P. L. H.; Silos E. H. 2014. Diamante: variedad de ajo blanco tipo California generada por selección individual. AGROFAZ 14:51-59

Martínez G. A. O. y González C. M. de L. 2007. Programa estratégico de fortalecimiento a los sistemas producto agroalimentarios, Sistema-producto ajo, Zacatecas. Gobierno del estado de Zacatecas, INCA Rural, SAGARPA. 59 p

Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle, R. y Cid-Ríos J. A. 2015. Platero, nueva variedad de ajo jaspeado para Zacatecas. Folleto Técnico No. 69 Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, México. 28 p.

SIAP-SAGARPA, 2014. Estadística Agrícola 2014. En: <http://www.siap.gob.mx>, consultada en línea el 12 de agosto de 2016

Rendimiento de girasol (*Helianthus annuus* L.) forrajero a diferentes densidades de siembra y sistemas de riego.

¹Mandujano Ávila José Luis, ¹Salasar Marmolejo Blanca Veronica, ²Mata Espinosa Miguel Angel, ²Hernández Salgado José Ramon.

¹Estudiante de licenciatura en sistemas pecuarios de la Unidad Regional Universitaria Zonas Áridas.

²Profesor Investigador Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo. Mexico. C.P 35230. *Autor de correspondencia: mandujanoavila@outlook.com

RESUMEN

La presente investigación realizó un estudio durante los meses de marzo a junio en la Unidad de Investigación en Forrajes de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma de Chapingo localizada entre los 25° LN y 103° LO, Con una altura media de 1117 m. la descripción del suelo corresponde a un yermosol gypico de textura media (CETENAL, 1997), presenta un clima tipo árido y desértico de clasificación BWhw con lluvias en verano, una temperatura media anual de 21 C con precipitación de 300 mm (INEGI, 2009). Donde se realizó el establecimiento de una parcela demostrativa del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) El objetivo de tal trabajo fue estudiar la calidad forrajera de ensilados de girasol bajo el uso de dos sistemas de riego y dos frecuencias de riego (cintilla-1, cintilla-2, aniego-1 y aniego-2), bajo el mismo manejo agronómico. Se condujo el ensayo en bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones y parcelas de 25 m². Se realizaron determinaciones de las muestras procesadas en laboratorio mediante confección de microsilos. Para lo cual se cosecho el girasol a los 105 días después de la siembra utilizando una picadora de forrajes JF 50, se utilizaron tubos de PVC de 10 cm de diámetro y 50 cm de largo los cuales fueron comprimidos hasta conseguir la densidad requerida y sellados para evitar la entrada de aire. Los microsilos fueron abiertos 30 días después, se midió el pH al momento de abrirlos, las muestras para la determinación de materia seca se realizó mediante el uso de una estufas de circulación forzada a 65°C durante un lapso de 24 a 72 horas. Las muestras fueron molidas a 2 milímetros para ser enviadas al laboratorio. Para todos los tratamientos se determinaron las variables: proteína total (PT), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), carbohidratos no fibrosos (CNF), nutrientes digestibles totales

(NDT), energía neta de lactación (ENL), energía neta de mantenimiento (ENm), energía neta de ganancia (ENg), energía metabolizable (EM), cenizas y pH. Solo se presentó diferencia en el tratamiento 2 (cintilla-2) ya que este al presentar menor niveles de humedad tubo un aumento en FDA y FDN con 42.38% y 42.51 % respectivamente con lo cual bajo la energía a 2.217 y un aumento de cenizas a 13.74%.

XII Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas

“Ciencia y tecnología en beneficio del medio ambiente de zonas áridas”

Coordinadores

Rafael Carrillo Flores, Oscar Esquivel Arriaga, Gonzalo Hernández Ibarra, Jorge Alberto Ortiz Salazar,
Uriel Figueroa Viramontes, Marco Andrés López Santiago.

Esta publicación estuvo a cargo de la Coordinación Editorial de la
Subdirección de Investigación y Posgrado de la
Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas,
Universidad Autónoma Chapingo.
Apartado Postal No. 8, C.P. 35230 Bermejillo, Dgo.
Teléfono: 01-872-7760160 Ext. 1028