



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

UNIDAD REGIONAL UNIVERSITARIA DE ZONAS ÁRIDAS



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

XVI CONGRESO NACIONAL SOBRE RECURSOS BIÓTICOS DE ZONAS ÁRIDAS

3 Y 4 DE DICIEMBRE DE 2020



PARA TODOS
Dgo

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

PARA TODOS
Dgo

CONSEJO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



Oregon State
University



**NORTHLAND
POWER**

Directorio

Universidad Autónoma Chapingo

Dr. José Solís Ramírez
Rector

Dr. Artemio Cruz León
Director General Académico

Dr. Arturo Hernández Montes
Director General de Investigación y Posgrado

Q.F.B. Hilda Flores Brito
Directora General de Administración

M. Sc. Buenaventura Reyes Chacón
Director General de Patronato

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas

M. C. Rafael Carrillo Flores
Vicerrector

M. C. Oscar Esquivel Arriaga
Subdirector Académico

Dr. Jesús G. Arreola Ávila
Subdirector de Investigación y Posgrado

M.C. Cristóbal Hernández Bautista
Subdirector Administrativo

Ing. Juan German Acosta Gutiérrez
Subdirector de Patronato

XVI CONGRESO NACIONAL SOBRE RECURSOS BIÓTICOS DE ZONAS ÁRIDAS

Memoria: Ponencias Orales y Carteles

Compiladores:

José Manuel Cisneros Vázquez, Gonzalo Hernández Ibarra, Jesús G. Arreola Ávila,
Gonzalo Abelino Torres, Emmanuel Roblero Méndez, Fabián Arroyo Balán.

XVI CONGRESO NACIONAL SOBRE RECURSOS BIÓTICOS DE ZONAS ÁRIDAS

Coordinador General

Dr. José Manuel Cisneros Vázquez

Comité Organizador

Dr. Ricardo Trejo Calzada

M.C. Gonzalo Hernández Ibarra

Dr. Fabián García González

Dr. Jesús G. Arreola Ávila

Coordinadores

Dr. Gonzalo Abelino Torres

Ing. Juan German Acosta Gutiérrez

Dr. Fabián Arroyo Balán

M.E.C. Manuel de Jesús Azpilcueta

M.C. Gabriel García Herrera

Dr. Miguel Ángel Mata Espinosa

Dr. Emmanuel Roblero Méndez

Ing. Rolando Santillán Elizarrarás

Primera Edición: Diciembre, 2020.

DR © Universidad Autónoma Chapingo

km 38.5 Carretera México - Texcoco

Chapingo Texcoco, Edo. De México, C.P. 56230 Tel.

01(595)9521500Ext. 5142

Publicado por:

Universidad Autónoma Chapingo

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas

Coordinación Editorial

C.P. 35230

Bermejillo, Dgo.

Tel. 01(872)7760160,60190, Ext. 1028

Presentación

Las zonas áridas y semiáridas son extensiones geográficas y ecológicas que se caracterizan por presentar condiciones significativas de sequedad y escasa vegetación. En estas regiones que ocupan el 40% de la superficie terrestre del planeta, habita el 40% de la población humana, que constituye uno de los sistemas socio – ecológicos más vulnerables. Estas áreas, no obstante, su fragilidad, albergan aproximadamente seis mil especies vegetales, de las cuales 50% aproximadamente son exclusivas de México.

El manejo adecuado y la explotación racional de los recursos bióticos y abióticos contribuyen a la preservación sostenible de los mismos. Hoy en día, su omisión o incorrecta aplicación, inducen la degradación de los suelos, la pérdida de la flora y la fauna, la alteración del medio ambiente, así como la disponibilidad del agua y el cambio climático, entre otros.

Según la agenda 2030 de las Naciones Unidas para el desarrollo sustentable, el futuro nos plantea un doble desafío: “Conservar las múltiples formas y funciones de la naturaleza y crear un hogar equitativo para las personas en un planeta finito”. Desafío que está aún en nuestras manos atender, para bien nuestro y de las futuras generaciones.

Este **XVI Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas** en modalidad virtual, pretende establecer enlace entre investigadores, académicos, profesionistas, productores, estudiantes, sociedad civil e interesados, en general. El objetivo bajo esta modalidad es el de compartir los resultados de investigación, relacionados con los ejes temáticos sobre tecnologías de producción agrícola, pecuaria y forestal; recursos naturales y medio ambiente; cambio climático e impacto ambiental, así como energías renovables.

Comité Organizador

Conferencistas Magistrales



Dr. José Antonio Cueto Wong

Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación INIFAP

Es Ingeniero Químico por la Universidad Autónoma de Coahuila, especialista en Suelos por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y Doctor en Agronomía con especialidad en Ciencias del Suelo por la Universidad Estatal de Nuevo México, EUA.



Dr. Hilario Torres Montoya

Universidad Autónoma de Sinaloa

Es Médico Veterinario Zootecnista, por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Maestro en Producción animal, área mayor de Recursos Naturales por la Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua. Tiene un Doctorado en Biotecnología en Salud por la Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa. Sus líneas de Investigación son Ecología y Conservación de Vida Silvestre.



PhD. Ricardo Mata González

Oregon State University

Es Ingeniero Agrónomo en Zonas Áridas por la Universidad Autónoma Chapingo. Cuenta con una Maestría en Ciencias en Pastizales y Ecología de Plantas en la Universidad Estatal de Nuevo México, USA y un Doctorado en Pastizales y Ecología de Plantas en la Universidad del Tecnológico de Texas, E.U. Su investigación se centra en pastizales y plantas de zonas áridas, la ecología, ecofisiología de estas plantas afectadas por diferentes formas de manejo o variación ambiental.



Ing. Carlos Egido Ramos

Gerente General México Northland Power

Es Ingeniero Superior de Minas por la Universidad Politécnica de Madrid, así como Título Superior en Prevención de Riesgos Laborales por esa misma Universidad. Ha cursado diferentes cursos de posgrado en diferentes instituciones, como el Diplomado en Derecho Energético por la Escuela Libre de Derecho en Ciudad de México. En su experiencia profesional de prácticamente 15 años, ha trabajado siempre en el ámbito de las energías renovables, los últimos 9 años en México.

Nota Importante:

La redacción y contenidos de los trabajos de investigación son responsabilidad del (los) autor (es).

Ponencias Orales

Efecto del peso y escarificación de la semilla en germinación y morfología de plántulas de <i>Quercus virginiana</i> Mill. (1768).....	1
Análisis de la morfología, composición bioquímica y perfiles de proteínas en el proceso de germinación de <i>Echinocereus triglochidiatus</i> y <i>Echinocactus platyacanthus</i>	4
Arbustos: Una forma de vida en las zonas áridas y semiáridas de México	6
Caracterización de los bosques de pino piñonero del estado de San Luis Potosí.....	9
Costras biológicas del suelo en bosques de pino piñonero en San Luis Potosí	13
Estimación de biomasa de <i>Euphorbia antisyphilitica</i> Zucc. en el centro-sur de Coahuila	17
Comparación morfométrica de las vainas y semillas de dos formas silvestres de frijol común como recurso biótico.	20
Comportamiento de la concentración del ácido Indol-3-Acético en función de la cantidad de vermicompost adicionada en sustratos a base de arena	23
Organización comunitaria y normas locales para el aprovechamiento de Orégano en El Ejido San Rafael de las Tablas, Valparaíso, Zac.....	27
Evaluación del efecto hepatoprotector del extracto <i>Taraxacum officinale</i> en Ratas Long Evans inducidas con daño hepático causado por CCl4.....	30
Diversidad y ecología de plantas vasculares en ambientes antropizados de La Comarca Lagunera (Coah-Dgo), México.....	34
Estimación de biomasa forestal aérea en bosque templado del estado de Durango.....	36
Modelación del nicho ecológico de la Aguillita de Harlan (<i>Buteo jamaicensis harlani</i>) durante la temporada no reproductiva.....	42
Análisis del potencial de la Higuierilla como cultivo en el norte de México.....	46
Control del gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) con extractos de <i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.....	49
Inventario de vegetación en El Ejido Ojo de Agua de Los Montes, Tepezalá, Aguascalientes	51
Suplementación dietética de ovinos con aceite de palma para reducir la metanogénesis	56
Validación del riego suplementario en Tuna ‘Roja Lisa’ a nivel parcelario: I eficiencia hídrica y rendimiento.....	61
Validación del riego suplementario en Tuna ‘Roja Lisa’ a nivel parcelario: II calidad y vida postcosecha	64
Eficiencia reproductiva en hembras caprinas jóvenes no incrementa después de recibir suplementación de metionina al 1% durante la gestación.....	68
Desarrollo postnatal y tasa de fertilidad de la progenie no incrementa al recibir suplementación con metionina durante el desarrollo fetal	72
Productividad de biomasa y calidad de gel de sábila [<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.] con uso de cobertura vegetal en diferentes contenidos de humedad del suelo	77
Identificación de microorganismos patógenos presentes en el <i>Aloe vera</i> (<i>Aloe barbadensis</i> Miller)	79
Brucelosis en caprinocultores y ganado caprino en Ejidos de La Comarca Lagunera	82

El selenio como nutriente para mejorar la calidad y rendimiento de semilla de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	85
Tendencias locales de cambio climático y sus efectos en la cuenca Nazas-Aguanaval: Análisis de un periodo de 80 años (1940-2020).....	87
Diversidad genética e interacción de organismos en un ambiente fluctuante	90
El cambio climático probablemente traerá algunos beneficios ambientales a la agricultura en México.....	94
La agricultura de secano del norte de Durango México bajo escenarios de cambio climático: Análisis preliminar de contrastes	97
Análisis del cambio climático en la ciudad de México (1980-2019)	101
Cambio climático en México y su relación con variables geográficas.....	105
Influencia de la actitud, calidad y satisfacción en la adquisición de la energía fotovoltaica	109
Comunidades Rurales: Una visión de la gobernanza energética renovable en el departamento del Meta.....	113

Carteles

Fermentación y calidad nutritiva de henolaje de Canola y Alfalfa con y sin inoculante microbiano.....	115
Evaluación del Air Frayer® para estimar materia seca en forrajes y dietas para ganado lechero.....	119
Comparación de las características productivas entre variedades de Sorgo forrajero en La Región Lagunera	122
Desarrollo natural de lesiones radiculares en variedades de Frijol pinto.....	125
Control de viviparidad del Nogal Pecanero [<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh) k. Koch.] mediante aplicaciones foliares de ácido abscísico en el norte de México.....	129
El fotoperiodo prenatal de días largos artificiales no incrementa el peso al nacimiento de los cabritos nacidos en el otoño.....	132
El sistema de alimentación de las hembras caprinas modifica la tasa de crecimiento de los cabritos	135
Estudio exploratorio para incrementar la rentabilidad y el rendimiento de la canal en la ceba de becerros pre-engordados	139
Medición del índice Spad en plantas de Chile Poblano tratadas con microorganismos promotores del crecimiento bajo invernadero.....	144
Efecto de la salinidad del suelo en la concentración iónica del gel de Sábila ([<i>Aloe vera</i> (l.) Burm. F.].....	147
<i>Buddleja scordioides</i> hbk (Salvilla) una planta medicinal del Bolsón de Mapimí, Durango.....	149
Comportamiento forrajero de Pasto Buffel a dos edades de rebrote en condiciones semiáridas	151
Diagnostico en la estrategia de alimentación de las cabras en los municipios de Matamoros y Viesca, Coahuila	155
Tasa de mineralización de sistemas bajo diferentes labranzas del Altiplano Potosino	158
Crecimiento vegetativo de Vid Flame Seedless en cuatro tipos de injertos.....	161

Frecuencia de captura de diversas plagas con trampa alimenticia en Maíz.....	164
Estimación de la fitomasa aérea de pastizales del rancho La Cieneguilla mediante sensoria remota.....	168
Diversidad de actinobacterias aisladas de suelo y antagonismo contra <i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid.....	173
Diversidad de protozoos ciliados en el río San Pedro, en Corralillo, Genaro Codina, Zacatecas	177
Contribución al conocimiento de la coleopterofauna del matorral Xerófilo Chihuahuense	180
Respuesta in vitro de compuestos orgánicos volátiles (VOC) producidos por PGPR en <i>Arabidopsis thaliana</i> bajo condiciones de salinidad.....	184
Toma de muestras sanguíneas en aves de pastizal como técnica diagnóstica para evaluar su estado de salud	188
Diversidad de extractos vegetales para control de enfermedades en la agricultura: Una revisión y análisis prospectivo.....	190
Producción de semilla y fitomasa aérea de Pasto Banderilla <i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr. bajo diferentes densidades de población en el altiplano zacatecano	194
Cambio en el uso del suelo mediante teledetección en una cuenca productora en el norte de México.....	197
Desarrollo y madurez fisiológica de la nuez pecanera en el norte de México	200
Determinación del tamaño de cuadrante virtual para estimar cobertura del suelo en una imagen clasificada en un pastizal	203
Dinámica de uso de suelo en un bosque de Pino Piñonero en Durango, México	207
La familia cactaceae en la reserva ecológica municipal sierra y cañón de Jimulco, Coahuila, México.....	211
Incidencia de la ganadería sobre la biodiversidad de flora en El Ejido Santo Domingo, San Pedro del Gallo, Durango.	216
Cálculo de consumo de leña anual en comunidades rurales del estado de Durango: Nivel UMAFOR y municipio.....	220
Mastofauna asociada al matorral desértico micrófilo al sureste de Mapimí, Durango.....	224
Efecto del estrés hídrico y salino sobre el crecimiento y desarrollo de <i>Aloe barbadensis</i> M.....	226
Composición química del Zacate Búfalo <i>Buchloe dactyloides</i> (<i>Bouteloua dactyloides</i>)	229
Ampliación de la distribución del Colibrí Cabeza Roja (<i>Calypte anna</i>) en el norte de México.....	232
Avifauna y preferencia de sitios de percha alrededor de la URUZA en Mapimi, Durango.....	234
Riqueza de especies de fauna silvestre en un potrero de atascaderos, Guadalupe y Calvo, Chihuahua.....	237
Análisis del crecimiento anual del mezquite en poblaciones nativas de La Comarca Lagunera.....	240
Diversidad de especies de poaceas en un ejido al sureste de Durango.....	243
Identificación taxonómica de <i>Psathyrella</i> sp. hongo saprobio asociado a Nogal Pecanero [<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh) K. Koch)	247
Respuesta de tres variedades de Nopal (<i>Opuntia</i> spp.) en el crecimiento y desarrollo del cladodio a diferentes contenidos de humedad en el suelo.....	249
Perspectivas del cuidado ambiental: Comparación entre la región norte, centro y sur de México	251

Ponencias Orales

EFFECTO DEL PESO Y ESCARIFICACIÓN DE LA SEMILLA EN GERMINACIÓN Y MORFOLOGÍA DE PLÁNTULAS DE *Quercus virginiana* Mill. (1768)

José Valero Galván^{1*}, Andrea Iridiana Barraza Ochoa¹, Raquel González Fernández¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas. Av. Plutarco Elías Calles, Fovissste Chamizal. Cd. Juárez, Chihuahua. C.P. 32310. *Autor de correspondencia: jose.valero@uacj.mx

Introducción

Los encinos (género *Quercus*) tienen una gran importancia tanto ecológica como económica: son productores de oxígeno, capturan dióxido de carbono, filtran el ruido, reducen la erosión del suelo, infiltran el agua al subsuelo, regulan la temperatura atmosférica, son hospederos naturales de numerosas especies, sirven de materia prima para la construcción y elaboración de combustible, constituyen alimento para ganado porcino y para humanos e incluso son utilizados como plantas medicinales (Arizaga *et al.*, 2009). En particular, *Quercus virginiana* Mill. (1768) es una especie nativa del sureste de Estados Unidos introducida en México a través de Tamaulipas y Nuevo León (Pujade *et al.*, 2016) que actualmente se encuentra en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz (Villaseñor, 2016); puesto que ha sido propuesta como un árbol para la reforestación urbana, así como para la regeneración de áreas perturbadas, debido a la gran cantidad de sombra que brinda y a su resistencia al viento (Gilman y Watson, 1993). No obstante, la germinación tardía e irregular de este género afecta negativamente la calidad y rendimiento de las plántulas, generando competencia entre ellas. En adición, la necesidad de una valoración visual del estado de salud de los cotiledones antes de su cultivo ha llevado al desarrollo de técnicas como la escafricación, que resuelve ambos problemas de manera eficiente.

La escafricación cuenta con una variante en la cual se corta el cotiledón a determinada distancia del extremo distal, cuyas consecuencias en el desarrollo no se han establecido con claridad (Tadeusiewicz *et al.*, 2017). Respecto a la eliminación parcial de los cotiledones, Giertych y Suszka (2011) relacionan el daño a la semilla con un bajo crecimiento de las plántulas, mientras que Yi *et al.*, (2015) mencionan que este procedimiento no afecta en su rendimiento; asimismo, sugieren que la masa de la semilla resultante de la eliminación parcial del cotiledón está más relacionado al rendimiento de las plántulas que el corte la misma. Dado que no existe un consenso sobre los efectos por la eliminación del cotiledón o por el peso de la semilla, existe incertidumbre sobre qué procedimiento o qué bellota es la ideal para el cultivo en masa. La presente investigación tiene como objetivo identificar cuál de las dos variables está más relacionada al rendimiento y supervivencia de las bellotas pertenecientes a *Q. virginiana* utilizando parámetros de crecimiento morfofisiológicos.

Materiales y Métodos

Se recolectaron 500 semillas de árboles localizados en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Una vez colectadas, se seleccionaron 300 semillas las cuales se dividieron de acuerdo con su peso en dos grupos: semillas grandes (150 semillas) y semillas chicas (150 semillas). Cada uno de los tratamientos contó con 50 semillas y se dividieron en controles (semillas chicas y semillas grandes), semillas escafricadas (semillas chicas y semillas grandes) y semillas con corte distal (semillas chicas y semillas grandes). Posteriormente, todas las semillas se sumergieron en una solución de media cucharada de fungicida CAPTAN Ultra® 50 WP en 1.73 L de agua en diferentes tiempos: en las semillas control, durante 15 min, mientras que en el resto durante 1 min.

Todos los procedimientos se realizaron por separado para las semillas grandes y chicas, con el propósito de evitar confusión al momento de la siembra. Finalmente, las semillas fueron sembradas a una profundidad no mayor a 3 cm de forma longitudinal de acuerdo con la metodología de Giertych y Suszka (2011). Para la siembra se utilizó Peat Moss Premier® para llenar cuatro semilleros de unicel con 77 cavidades cada uno, dos para las semillas grandes y dos para las chicas. Para cada tratamiento se destinaron 50 espacios, y al inicio de cada uno se colocó un señalamiento sobre una cavidad vacía que permitiera diferenciarlos.

Se realizó un muestreo los primeros 18 días posteriores a la siembra, lunes y viernes, en donde se tomaron al azar tres semillas por tratamiento y tamaño a las cuales se les registró el día de germinación y largo de la raíz. Asimismo, se realizó un muestreo al final del experimento en donde se midieron parámetros morfofisiológicos de las plántulas, con 15 repeticiones para la morfología y tres para la fisiología, todas al azar, descartando aquellas plántulas que presentaran doble cotiledón o falta de coloración en el tallo, debido a una siembra muy profunda, con el fin de evitar sesgos en los resultados.

Una vez colectadas las muestras se trasladaban al laboratorio, y se contabilizaron las semillas germinadas, se lavaron cuidadosamente con agua destilada, se secaron con papel canela, se midió la longitud de la radícula con un Vernier Mitutoyo Corp® de 15 cm y se tomaron fotografías con una cámara Polaroid Cosmo K®. Posteriormente, se midió el peso total de las plántulas y la radícula en una balanza analítica ADAM® MCB602H. Además, se midió el largo y diámetro del tallo, así como peso aéreo, y se cuantificó la supervivencia de las plántulas al final del experimento.

Se determinó la capacidad fotosintética por medio de la cuantificación de clorofila, utilizando etanol 95% para su extracción (Hartmut y Lichtenthaler, 1987; Ritchie, 2008); y la cantidad de azúcares solubles con ayuda de un refractómetro Brix de mano 0-32% Sper Scientific®, utilizando una solución de 1 mL de agua destilada por cada centímetro de raíz.

Resultados y Discusión

La media del peso de las semillas chicas fue 1.25 g, mientras que el de las grandes fue 2.30 g, siendo estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). Todos los tratamientos pertenecientes a las semillas chicas, así como a semillas grandes escarificadas y con corte, comenzaron a germinar desde el cuarto día posterior a la siembra. En contraste, las semillas grandes del grupo control comenzaron a germinar a partir del onceavo día, con una diferencia de casi una semana. Así, los datos denotan una aceleración del tiempo de germinación en ambos tamaños debido a la remoción del pericarpio.

Todos los tratamientos presentaron una capacidad germinativa del 100%, a excepción de las semillas chicas control (67%). En lo que respecta al largo de raíz, durante los 18 días del monitoreo realizado se observó un crecimiento de raíz homogéneo de acuerdo con el tamaño de la semilla. Por otra parte, hubo un aumento importante en las semillas escarificadas con respecto a las semillas control, por el contrario de las semillas con corte distal, donde el crecimiento de la raíz se detuvo casi por completo a partir del onceavo día. Cuando las variables morfológicas fueron evaluadas se observaron diferencias significativas ($\text{sig.} = 0.05$) en el largo de tallo, peso total, peso raíz, peso aéreo, azúcares en raíz, contenido de clorofila. Liu *et al.* (2012) y Liu *et al.* (2015) no encontraron diferencias debidas al corte en la altura de plántulas de *Q. aliena*, *Q. variabilis*, *Q. wutaishanica* o *Q. robur*, lo que coincide parcialmente con los resultados obtenidos en este trabajo. Por otra parte, Giertych y Suszka (2011), Hou *et al.* (2010), Mancilla *et al.* (2013) y Yi *et al.* (2015) encontraron un decremento en la altura de las plántulas al remover una porción del cotiledón en *Q. robur*, *Q. suber*, *Q. variabilis* y *Q. mongolica*, mientras que Giertych y Suszka (2010) encontraron un aumento en la altura al cortar el cotiledón junto con un 30% de iluminación.

Respecto al largo de raíz, Liu *et al.* (2012) y Liu *et al.* (2015) encontraron raíces más largas en algunas especies de *Quercus* mediante escarificación tradicional o bien, al cortar las semillas a la mitad. Asimismo, García *et al.* (2003) y Tadeusiewicz *et al.* (2017) indican que a mayor tamaño de semilla mejor crecimiento de raíz. Por otra parte, Shi *et al.* (2017) mencionan que el corte a las semillas puede causar un mayor crecimiento en las raíces laterales, pero al comparar visualmente plántulas del grupo control con individuos pertenecientes a semillas con corte no se observa ninguna diferencia importante. En lo que respecta al contenido de azúcares en raíz fue la variable que mostró una diferencia más clara en sus valores de acuerdo con el peso de la semilla. En el estudio de Giertych y Suszka (2011), no se encontraron diferencias en el contenido de carbohidratos debidas al corte.

Conclusión

Estos resultados mostraron un efecto combinado entre el peso y el corte sobre la germinación de manera que la tasa de germinación es afectada por el peso de la semilla mientras que la velocidad de germinación es mayormente afectada por el corte, donde las semillas escarificadas fueron las más beneficiadas. Además, se observaron diferencias significativas en las variables morfológicas de las plántulas, contenido de azúcar y clorofilas entre los diferentes tratamientos.

Literatura Citada

- Arizaga, S.; Martínez, J.; Salcedo, M. y Bello, M. (2009). *Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos*. México: Impresora y Encuadernadora Progreso.
- García, Y.; López, F. y Ramos, J. (2016). Germinación y emergencia de plántulas de cuatro especies de encino amenazadas. *Madera y Bosques*, 22(2), 77-87.
- Giertych, M. y Suszka, J. (2010). Influence of cutting off distal ends of *Quercus robur* acorns on seedling growth and their infection by the fungus *Erythraea albitoides* in different light conditions. *Dendrobiology*, 64, 73-77.
- Gilman, E. y Watson, D. (1993). *Quercus virginiana: Southern Live Oak*. Estados Unidos: US Forest Service. Recuperado de edis.ifas.ufl.edu/about.html.
- Hou, X.; Yi, X.; Yang, Y. y Liu, W. (2010). Acorn germination and seedling survival of *Q. variabilis*: effects of cotyledon excision. *Ann. For. Sci.*, 67 (711), 1-7.
- Liu, Y.; Hou, L. y Li, Q. (2015). Effects of different mechanical treatments on *Quercus variabilis*, *Q. wutaishanica* and *Q. robur* acorn germination. *iForest*, 8, 728-734. 47.
- Liu, Y.; Liu, G. Li, Q.; Liu, Y. Hou, L. y Li, G. (2012). Effects of different mechanical treatments on *Quercus variabilis*, *Q. wutaishanica* and *Q. robur* acorn germination. *Plos One*, 7(10). DOI: 10.1371/journal.pone.0047682.
- Mancilla, J.; Cambrollé, J.; Figueroa, M. y Vicente, Á. (2013). Growth and survival of cork oak (*Quercus suber*) seedlings after simulated partial cotyledon consumption under different soil nutrient contents. *Plant Soil*, 370, 381-392.
- Pujade, J.; Jiménez, E.; Trejo, O.; Antonio, J. y Ferrer, M. (2016). Una especie de avispa gallicola introducida en el estado de Chihuahua procedente de Estados Unidos: *Andricus quercuslanigera* (Ashmead, 1881) (Hymenoptera: Cynipidae). *Entomología mexicana*, 3, 602-608.
- Tadeusiewicz, R.; Tylek, P.; Adamczyk, F.; Kielbasa, P.; Jablonski, M.; Pawlik, P.; Pilat, A.; Walczyk, J. Szczepaniak, J.; Juliszewski, T. y Szaroleta, M. (2017). Automation of the Acorn Scarification Process as a Contribution to Sustainable Forest Management. Case Study: Common Oak. *Sustainability*, 9(2276), 1-17.
- Villaseñor, J. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559-902.
- Yi, X.; Wang, Z.; Liu, C.; Liu, G. y Zhang, M. (2015). Acorn cotyledons are larger than their seedlings' need: evidence from artificial cutting experiments. *Scientific Reports*, 5(8112), DOI: 10.1038/srep08112.

ANÁLISIS DE LA MORFOLOGÍA, COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA Y PERFILES DE PROTEÍNAS EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN DE *Echinocereus triglochidiatus* y *Echinocactus platyacanthus*

Tania Lizeth Bahena Corona¹, Raquel González Fernández¹, José Valero Galván^{1*}

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas. Av. Plutarco Elías Calles, Fovissste Chamizal. Ciudad Juárez, Chihuahua. C.P. 32310. *Autor de correspondencia: jose.valero@uacj.mx

Introducción

En México se encuentra la mayor diversidad de cactáceas, albergando alrededor de 700 especies. Esto convierte a nuestro país en el más rico en biodiversidad y endemismo; es decir, que aproximadamente el 85% de estas especies no se encuentran en otro lugar, por lo que es de gran importancia mantener el cuidado de estas especies. *Echinocactus platyacanthus* es una especie que pertenece a la familia de las cactáceas y conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentra en la categoría de riesgo Pr (sujeta a protección especial), ya que podría encontrarse en amenaza por factores negativos en sus poblaciones naturales. Uno de los factores que afecta directamente a esta especie es la producción de acitrón, el cual es un dulce tradicional de México que es elaborado a partir de los callos de esta especie (Jiménez-Sierra, 2011). Mientras que, el estado de conservación de *Echinocereus triglochidiatus* es de preocupación menor.

Las cactáceas son plantas muy vulnerables a perturbaciones debido a las características morfológicas que presentan, teniendo tasas de crecimiento muy bajas y ciclos de vida largos, por lo que, para estas especies, la germinación es un proceso tardío. Debido a esto se han llevado a cabo técnicas como la escarificación con ácidos para favorecer la permeabilidad de la testa y acelerar el proceso de germinación de las semillas, simulando el paso de estas por el tracto digestivo de vertebrados, lo cual ocurre en su hábitat natural (Navarro et al., 2014). Como en el caso de *Opuntia* spp. donde se realizan métodos de escarificación mecánica y la inmersión en agua caliente o en ácidos para facilitar el proceso de la germinación. Asimismo, se ha encontrado que los frutos y semillas del género *Opuntia* spp., tiene un alto contenido de proteínas, vitamina C, flavonoides y betalainas; sin embargo, en otras especies que pertenecen a la familia de las cactáceas se desconoce los índices de germinación y las características fisicoquímicas de los frutos y semillas.

En esta investigación se midieron las condiciones in vitro que favorecen el proceso de germinación, el análisis fitoquímico y la morfología de las semillas en *Echinocereus triglochidiatus* y *Echinocactus platyacanthus*.

Materiales y Métodos

Las semillas se obtuvieron de los frutos de ejemplares localizados en el Jardín Botánico del Departamento de Ciencias Químico-Biológicas del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Las semillas se recolectaron del fruto y fueron depositados en un microtubo de centrifuga y se mantuvieron a temperatura ambiente para su posterior análisis. La morfología de las semillas fue realizado por un análisis de imágenes con el software ImageJ (Eliceiri et al, 2017) donde se analizó el peso, área, perímetro, largo, ancho, relación largo-ancho, la forma de la semilla, patrón de la testa, homogeneidad de la testa, forma de la celda, coloración y lustre. Para determinar el peso de las semillas se tomaron de manera individual 60 semillas, pesándolas en una balanza analítica y registrando el peso individual de cada semilla. Para el análisis de la germinación se tomaron 60 semillas de cada especie y fueron lavas con hipoclorito de sodio al 5% y agua destilada, se dejaron secar a temperatura ambiente.

Las semillas fueron pesadas de manera individual en una balanza analítica posteriormente en 6 cajas Petri, se agregó tierra estéril hasta la mitad de la caja Petri y se colocaron 20 semillas en cada caja, agregando 13 mL de agua, se colocó la tapa a cada caja y se mantuvieron en el cuarto de incubación con 12 horas luz y 12 horas oscuridad, con una temperatura de 37°C. Las semillas se retiraron después de un lapso de 7, 14 y 21 días para las pruebas de capacidad de germinación, el proceso de imbibición y la concentración proteica.

Una vez transcurridos los 21 días se determinaron los índices de germinación: a) índice de velocidad de germinación (IVG), b) porcentaje de germinación (G), c) tiempo medio de germinación (t), d) velocidad media de germinación (R). Las proteínas fueron extraídas por el método TCA-acetona/fenol y se cuantificaron por medio del método de Bradford (Valero-Galván *et al.*, 2014) a una absorbancia de 595 nm. Del extracto metanólico se realizaron disoluciones de 1:5, 1:10, 1:20 y 1:40 con metanol acidificado y se determinaron los azúcares reductores (DNS), capacidad antioxidante por el método de DPPH y FRAP, fenoles totales por el método Folin-ciocalteu, flavonoides, y taninos condensados (DMAC), para cada prueba se realizó una curva de calibración con el fin de fijar un estándar colorimétrico para cada prueba.

Resultados y Discusión

Los resultados de la caracterización morfológica de la semilla de ambas especies mostraron que hay diferencias significativas entre ellas ($p < 0.05$). Las semillas de la especie *Echinocactus platyacanthus* presentó las mejores características de peso, largo, ancho, área y perímetro. Mientras que la especie *Echinocereus triglochidiatus* mostró los valores menores en las mismas características. Los índices de germinación de las semillas mostraron diferencias significativas, ya que presentaron valores de significancia menores de 0.05. Se obtuvieron los parámetros de germinación después de un periodo de 21 días. *E. platyacanthus* presentó un mayor porcentaje de germinación respecto a *E. triglochidiatus*, por lo que su tiempo medio de germinación fue mayor y la velocidad de germinación para ambas especies fue similar.

Los resultados mostraron una mayor concentración de proteínas y azúcares en las semillas de *Echinocactus platyacanthus* que en *Echinocereus triglochidiatus*, mientras que esta última presenta un mayor contenido en fenoles y flavonoides. Con respecto a la actividad antioxidante *Echinocactus platyacanthus* presentó una mayor actividad por el método de FRAP, mientras que *Echinocereus triglochidiatus* por el método de DPPH. De los caracteres morfológicos de las plántulas a los 21 días de germinación mostraron que no hubo diferencias significativas para el largo y ancho de las dos especies. Mientras que el peso de las plántulas de *Echinocactus platyacanthus* presentó valor más alto en comparación de *Echinocereus triglochidiatus*. Mientras que la raíz *Echinocereus triglochidiatus* presenta el valor más alto.

Conclusión

Se concluye que el análisis morfológico, análisis bioquímico y germinación de las semillas es dependiente de cada especie.

Literatura Citada

- Eliceiri, K.; Tomancak, P.; Jug, F.; Carpenter, A.; Berthold, M. & Sweedlow, J. (2017). ImageJ. Disponible en: [imagen.net/welcome](http://imagenet/welcome); consultado en mayo de 2018.
- Jiménez-Sierra, C.L. (2011). Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria*, 12(1), 1–23. Retrieved from <http://www.revista.unam.mx/vol.12/num1/art04/art04.pdf>
- Navarro, C., Tzompa, R., & González, M. (2014). Efectos del sustrato, viabilidad y escarificación de semillas. *Zonas áridas*. 15(1), 31–47.
- Valero-Galván, J., González-Fernández, R., Valledor, L., Navarro-Cerrillo, R., & Jorrián-Novo, J. (2014). Proteotyping of holm oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) provenances through proteomic analysis of a corn flour. *Methods in molecular biology*. 1072, 687–706.

ARBUSTOS: UNA FORMA DE VIDA EN LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE MÉXICO

Diodoro Granados Sánchez¹, Ro Linx Granados Victorino^{2*}, Brenda López García¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Km. 38.5 Ctra. México - Texcoco, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. ² Universidad Autónoma Chapingo, Preparatoria Agrícola. * Autor de correspondencia: rgranadosv@chapingo.mx

Introducción

Los matorrales xerófilos y pastizales cubren aproximadamente 50% del territorio mexicano. Para estos tipos de vegetación se calcula una riqueza florística de alrededor de 6,000 especies, además de que contienen la mayor cantidad de especies endémicas de México (Rzedowski, 1978). En las principales zonas áridas y semiáridas de México los arbustos leñosos representan formas de vida peculiares, que contribuyen significativamente a mantener la integridad física de estos ecosistemas, ya que evitan o aminoran la erosión de los suelos, además de hacer aportes importantes a la constitución orgánica de los suelos, lo que a su vez contribuye a mantener la biodiversidad del ecosistema, puesto que bajo sus copas existen condiciones más favorables para el reclutamiento de otras especies (Gutiérrez *et al.*, 1993).

La importancia ecológica de los arbustos es amplia, entre lo que se puede destacar como fuente de alimento y refugio para la fauna silvestre y el ganado. En muchos casos no sólo constituye una reserva alimenticia para las épocas críticas, sino que además proporciona forraje de alto valor nutritivo. Otros productos de los arbustos útiles para las poblaciones humanas son la madera, frutos, productos medicinales (alcaloides principalmente), sustancias para teñido, taninos para curtir pieles, fibras, entre otros productos de recolección (Sánchez *et al.*, 2008). A pesar de la gran importancia ecológica y económica de las plantas con forma de vida arbustiva, las investigaciones al respecto ha sido pocas, especialmente en zonas áridas, por lo que el objetivo del presente estudio fue recopilar información sobre las adaptaciones que permiten a los arbustos sobresalir en las zonas áridas y semiáridas, así como documentar y comparar la riqueza de arbustos presente en los principales desiertos de México

Materiales y Métodos

El área de estudio comprende las principales zonas áridas y semiáridas de México: los Desiertos Chihuahuense, Queretano, Sonorense, Tamaulipeco, del Valle del Mezquital, Tehuacán- Cuicatlán. Se realizó una extensa revisión bibliográfica para obtener el listado de las especies arbustivas presentes en los desiertos antes mencionados. A si mismo se realizó una caracterización biológica, ecológica, adaptativa de los arbustos a las zonas áridas y semiáridas de México. A partir del listado florístico (Desiertos Sonorense con 157 especies, Chihuahuense con 127 spp., Tamaulipeco con 27 spp, Queretano con 54 spp., del Valle del Mezquital con 124 spp, Tehuacán- Cuicatlán con 144 spp.). Se realizó una clasificación de las zonas áridas, agrupándolas por afinidad de especies arbustivas. Para realizar la clasificación numérica se utilizó el programa PC-ORD, versión 4 (Mc Cune y Mefford, 1999), se utilizaron datos cualitativos (presencia ausencia), el promedio entre grupos como método de unión y el índice de similitud de Jaccard como medida de distancia.

Resultados y Discusión

Los arbustos son una forma de vida típica en las zonas áridas, se trata de plantas con tallos múltiples, leñosos y persistentes, pero sin un tronco central, y con una altura de entre 1 y 4 m, los arbustos no constituyen una categoría taxonómica o evolutiva, pues arbustos y hierbas, así como arbustos y árboles pueden existir como genotipos alternativos dentro de la misma especie, ya que una revisión de las relaciones entre géneros dentro de muchas familias modernas apoya la hipótesis de que los arbustos pueden derivarse de árboles o menos comúnmente de hierbas (McGinnies *et al.*, 1968).

El éxito de los arbustos depende de su capacidad para competir por los nutrimentos, la energía y el espacio. En algunos ambientes, ser arbusto puede tener sus ventajas. Invierten menos energía y nutrimentos que los árboles en la parte subterránea. Sus modificaciones estructurales mejoran la interceptación de luz, la disipación de calor y la evaporación. Cuanto más seco sea un lugar, más comunes serán las plantas de hoja caduca y menos las de hoja perenne. Las formas vegetales con múltiples tallos influyen en la interceptación de agua y su caída por el tallo, aumentando o disminuyendo la infiltración en el suelo. Debido a que la mayoría de arbustos pueden penetrar rápidamente en el suelo con sus raíces y formar extensos sistemas radicales, utilizan eficazmente el agua profunda del suelo. Esta característica les confiere una ventaja competitiva sobre los árboles y las hierbas en las regiones en las que el agua del suelo se recarga entre las estaciones de crecimiento. Ya que no poseen una razón elevada entre raíces y ramas, los arbustos dedican menos nutrientes a la biomasa aérea y más a las raíces (Gutiérrez y Saqueo 2004).

Su naturaleza perenne les permite inmovilizar los nutrientes limitantes y ralentizar el reciclaje de nutrientes, con lo que se favorece la invasión de las praderas por los arbustos. La mayor parte de los arbustos del desierto poseen características que parecen ser adaptaciones defensivas frente a animales apacentadores. Las espinas y las púas son comunes en huizaches, la candelilla *Euphorbia antisiphilitica* contienen un látex venenoso o irritante; otros arbustos presentan un alto contenido de taninos en sus hojas y *Larrea tridentata* presenta un olor muy acre (Brown *et al.*, 1982).

Los rasgos que permiten a las plantas no suculentas perennes, soportar la sequía, son innumerables, entre los principales se encuentran (Schlesinger *et al.*, 1996): 1. Tienen una penetración radicular rápida y profunda más allá de la desecación progresiva descendente; 2. Tienen sistemas radicales muy desarrollados con una alta capacidad para absorber la humedad del suelo; 3. Las plantas con hojas siempre verdes están frecuentemente cutinizadas o tienen cera; 4. En época de sequía las hojas cambian de forma o de posición, de manera que la radiación directa se reduce y la superficie de transpiración queda protegida; 5. La mayoría de las plantas poseen puntiagudas espinas y espigones, cuya probable función es la de proteger a la planta del roce de los animales ramoneadores; 5. La estructura global de los arbustos se ve modificada por los gradientes de humedad.

En cuanto a la composición florística de especies arbustivas de los principales desiertos de México se registraron un total 531 taxones citados en la literatura, de los cuales, 157 taxones se encuentran en el desierto Sonorense, el desierto Chihuahuense con 127 spp., Tamaulipeco con 27 spp, el desierto Queretano con 54 spp., el Valle del Mezquital con 124 spp, Tehuacán- Cuicatlán con 144 spp.

El resultado del análisis de agrupamiento muestra que aquellos desiertos que tienen más especies arbustivas en común son el Valle del Mezquital y el Queretano, con más arbustos en común, esto se debe a la cercanía que hay entre estos dos desiertos; a su vez comparten aproximadamente un 75 % características con el desierto Chihuahuense, y estos tres tienen 45 % de información remanente con el desierto de Tehuacán- Cuicatlán. Los desiertos que no tienen similitud son el tamaulipeco y el sonorense, esto se debe la presencia de la Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental, en concordancias con la orografía del país.

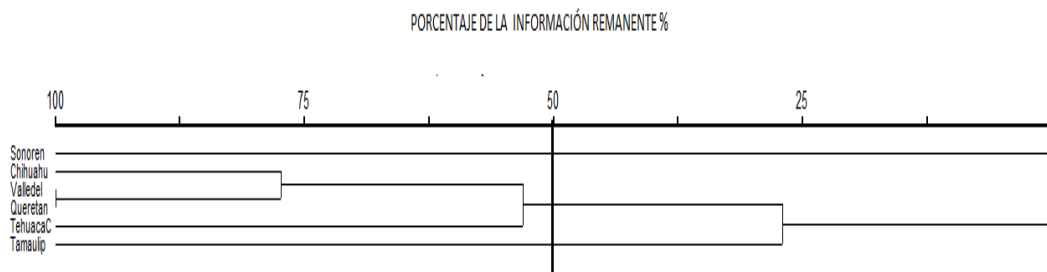


Figura 1. Dendrograma de afinidades de la flora arbustiva de los desiertos mexicanos. Sonoren: Desierto Sonorense; chihuahu: Desierto Chihuahuense; Valledel: Desierto del Valle del Mezquital; Queretan: Desierto Queretano; TehuacaC; Desierto de Tehuacan-Cuicatlán; Tamaulip; Desierto Tamaulipeco.

El dendrograma muestra que el desierto sonoreño no comparte muchos arbustos, debido a tres componentes bióticos principales: a) El componente Neártico (región Neártica) incluye las zonas áridas subtropicales del norte del país, en las provincias biogeográficas de California, Baja California, Sonora, Altiplano Mexicano y Tamaulipas. En este componente predomina el elemento original (Septentrional Antiguo o Paleoamericano), junto con otro de dispersión más reciente (Neártico) y un tercero Neotropical Antiguo. Los eventos vicariantes asociados con la evolución biótica del componente Neártico se relacionan con la formación de la Sierra Madre Occidental, que aisló el desierto de Chihuahua de los desiertos de Sonora y Mohave; y la expansión del Mar de Cortés, que aisló la Península de Baja California del continente. Los eventos vicariantes asociados con la evolución biótica del componente Transicional se relacionan con el desarrollo de las Sierras Madre y el vulcanismo del Eje Volcánico Transmexicano (Morrone *et al.*, 2005).

La región árida o semi-árida tamaulipeca incluye una pequeña área correspondiente al desierto Chihuahuense en su porción suroeste, originada por el efecto de sombra orográfica que proporciona la Sierra Madre Oriental (zona de sotavento) (Rzedowski, 1978). Debido a la condición de colindancia con la Sierra Madre Oriental, la vegetación es variada, pues en ella se encuentran la transición entre la vegetación de montaña y la vegetación de zonas áridas (Treviño *et al.*, 2012), eso lo convierte en un desierto muy particular, pero con muy pocos estudios debido a que lo incluyen en el desierto chihuahuense y no como una región independiente.

Los desiertos que comparten más información remanente son Desierto Queretano y el Desierto del Valle del Mezquital debido a su cercanía además algunos autores los incluyen en el desierto chihuahuense, ubicando los límites de este con la distribución geográfica de la gobernadora (*Larrea tridentata*).

Conclusión

Los arbustos son importantes no sólo porque confieren estabilidad estructural a los ecosistemas sino porque contribuyen significativamente a mantener la alta biodiversidad de los ecosistemas áridos. La eliminación de la vegetación arbustiva acelera el proceso de erosión y consiguientemente de la desertificación, además, se pierden importantes funciones del ecosistema.

La diversidad de la flora arbustiva de los desiertos mexicanos es congruente con la aparición de barreras geográficas y ambientales, en donde se resaltan los desiertos sonoreño y tamaulipeco por la presencia de endemismos debido a una historia de vicarianza más antigua.

Literatura Citada

- Brown, D. E. (1982). Chihuahuan desertscrub [Southwestern USA, Mexico, vegetation]. Desert Plants.
- Gutiérrez J., Meserve Pl, Jasic J., Contreras L., Herrera S. y Vásquez H. (1993). Structure and dynamics of vegetation in a Chilean semiarid thornscrub community.
- Gutiérrez, J. R. y Saqueo, F. A. (2004). Importancia de los arbustos en los ecosistemas semiáridos de Chile. Revista Ecosistemas, 13(1), 36-45.
- McCune, B., y Mefford, M. J. (1999). PC-ORD: multivariate analysis of ecological data; Version 4 for Windows; [User's Guide]. MjM software design.
- McGinnies, W. Goldman, B. y Paylore, P. (1968). Desert of the world-An appraisal of research in to their physical and biological environments. University of Arizona Press, Tucson 788 p.
- Morrone, J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista mexicana de biodiversidad. 76 (2)
- Rzedowski, J., y Huerta, L. (1978). Vegetación de México. Editorial limusa. México, DF.
- Sánchez-González, A., Granados-Sánchez, D., y Simón-Nabor, R. (2008). Uso medicinal de las plantas por los otomíes del municipio de Nicolás Flores, Hidalgo, México. Revista Chapingo. Serie Horticultura, 14(3), 271-279.
- Schlesinger, W. H., Raikes, J. A., Hartley A. E. y Cross, A. F. (1996). On the spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems. Ecology, 77(2), 364-374.
- Treviño, C. J., Gutiérrez L. J., Vargas T. V., Aguirre B. M. J. y Fernández V. J. (2012). La vegetación del altiplano de Tamaulipas, México. Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Centro Universitario Victoria, México.

CARACTERIZACIÓN DE LOS BOSQUES DE PINO PIÑONERO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

Joaquín Parra Álvarez^{1*}, Diódoro Granados Sánchez², Ro Linx Granados Victorino³,
Antonio Villanueva Morales²

¹Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Ctra. México - Texcoco, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. ²División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. ³Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. *Autor de correspondencia: joparraalvarez@hotmail.com

Introducción

México es un país con una alta diversidad florística y una de las familias con gran relevancia ecológica y económica es la Pinaceae, la cual tiene un origen boreal, pero se considera a México como centro secundario de diversificación y la mayor riqueza se concentra en el género *Pinus* (Gernandt & Pérez-De La Rosa, 2014). *Pinus* incluye a las especies comúnmente conocidas como “pinos piñoneros”, las cuales son 16 especies; 12 se encuentran en México, 10 de estas son consideradas endémicas (Sánchez-González, 2008). Se encuentran distribuidos en 18 estados del norte y centro de México y su principal característica es la producción de semillas carnosas sin ala, la cual se le conoce comúnmente como “piñón” y es muy apreciada en la industria alimenticia (Lanner, 1981). Los bosques piñoneros se han estudiado en diversas regiones del país, y para entender su compleja estructura se ha recurrido a la caracterización florística y fisonómica (Granados, Granados, & Sánchez-González, 2016). Sin embargo, estos bosques se encuentran amenazados, debido a diferentes disturbios como incendios, plagas extracción de leña, ramoneo por el ganado y presiones antropogénicas como la sobreexplotación de semillas. El objetivo de esta investigación fue caracterizar estructuralmente la vegetación de los bosques de pino piñonero del estado de San Luis Potosí.

Materiales y Métodos

El área de estudio incluyó siete localidades piñoneras de 6 municipios del estado de San Luis Potosí: Villa Reyes, Zaragoza, Villa Hidalgo, Guadalcázar, Charcas y Catorce. Para la caracterización estructural de la vegetación se empleó el método de cuadrantes centrados en un punto (Muller-Dombois & Ellenberg, 1974). Este método es ágil, fácil, y rápido de implementar y da información comparable con muestreos de área, además de ser ideal para implementarlo en zonas áridas (Abelleira Martínez & Colón González, 2006; Mitchell, 2010). Con esta técnica se realizaron 10 puntos por localidad, todo ellos seleccionados aleatoriamente. Sólo fueron considerados los árboles y arbustos con una altura mayor a un metro. A partir de los datos obtenidos con esta técnica; se calcularon los valores relativos de la densidad, frecuencia, dominancia y el valor de importancia relativa (VIR), el cual es una medida ponderada de dichos valores. Con base en los valores estructurales obtenidos, se realizaron perfiles fisonómicos semirrealistas (Richards, 1952), los cuales permiten analizar la estructura vertical y horizontal de la vegetación.

Resultados y Discusión

Todas las comunidades se desarrollaron en un rango de 1600 a 2500 m.s.n.m, lo cual es algo común de los bosques piñoneros, esto se debe a que la altitud se encuentra relacionada con la humedad y la temperatura; dado que por cada 100 m de elevación la temperatura disminuye 1 grado centígrado; por lo tanto, los piñonares se restringen a las zonas más templadas de las zonas áridas y semiáridas (Granados *et al.*, 2016). Aunado a lo anterior, la altitud concuerda con investigaciones previas, en las que se relaciona efectivamente a los bosques piñoneros con el gradiente altitudinal, lo cual es generalmente mayor 1800 m.s.n.m. (Romero, Luna, & García, 2014; Rosas, Granados, Granados, & Esparza, 2017).

A continuación, se describen las características generales de cada una de las localidades:

El bosque de pino piñonero de la localidad de Guadalcázar, se localiza en las coordenadas 22°37'02.8" N y 100°29'20.0" O, en un intervalo altitudinal de 1600 m a 1712 m y con una exposición Noroeste. En esta localidad el bosque se desarrolla en condiciones topográficas abruptas de cañada. Los individuos del bosque presentan una altura y diámetro normal (DAP) promedio de 3.3 m y 13.0 cm respectivamente, y con una densidad de 1470 individuos por hectárea. Las especies vegetales más representativas de este bosque incluye especies típicas de zonas áridas y semiáridas: *Muhlenbergia microsperma*, *Pinus pinceana*, *Agave striata*, *Pinus cembroides*, *Yucca carnerosana*, *Forestiera reticulata*, *Opuntia rastrera*, *Dermatophyllum secundiflorum* (Figura 1). La asociación vegetal se definió como piñón-*Yucca* con base en las dos especies con mayor VIR, siendo *Pinus pinceana* el que domina principalmente en cañadas o sitios de mayor pendiente.

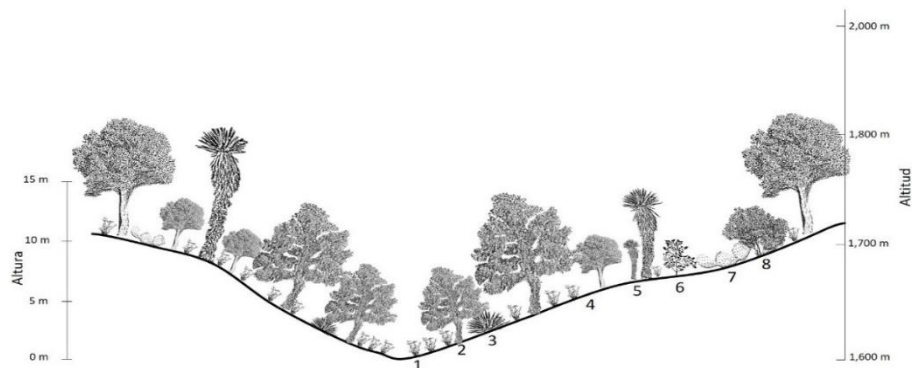


Figura 2. Perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Guadalcázar: 1. *Muhlenbergia microsperma*; 2. *Pinus pinceana*; 3. *Agave striata*; 4. *Pinus cembroides*; 5. *Yucca carnerosana*; 6. *Forestiera reticulata*; 7. *Opuntia rastrera* y 8. *Dermatophyllum secundiflorum*.

La Localidad de Salitreña, en el municipio de Zaragoza está situada en las coordenadas 21°57'286" N y 100°36'48" O, con un rango altitudinal de 1987 m a 2038 m y una exposición Sureste. Sus bosques presentan una altura y diámetro normal promedio de 1.8 m y 6.5 cm respectivamente y con una densidad de 402 individuos por hectárea. Los elementos dominantes de estos bosques son: *Pinus cembroides*, *Juniperus flaccida*, *Agave lechuguilla*, *Ferocactus histrix*, *Opuntia robusta* y *Quercus* sp. La asociación vegetal para esta localidad se definió como Piñón-*Juniperus* con base en el VIR, una asociación en los bosques más septentrionales de pino piñonero; siendo *Pinus cembroides* la especie más frecuente.

La localidad de Villa de Zaragoza está situada dentro del municipio de Zaragoza, en las coordenadas 21°58'478" N y 100°37'915" O, con un rango altitudinal de 2122 m a 2500 m y una exposición Noroeste. Los individuos dominantes presentan una altura promedio de 1.2 m, un diámetro normal promedio de 8.3 cm y una densidad de 267 individuos por hectárea. Las especies más sobresalientes de estos bosques son: *Pinus cembroides*, *Juniperus flaccida*, *Agave lechuguilla*, *Stenocactus pentacanthus*, *Agave filifera*, *Bursera fagaroides*, *Opuntia* sp., *Quercus* sp. y numerosas especies de la familia Crassulaceae; así como la presencia de musgo y helechos; esto se debe principalmente a que existe un mayor contenido de humedad a causa de la exposición a la que se encuentra; situación contraria a la que se presenta en la localidad de Salitreña. La asociación vegetal para esta localidad se definió como Piñón-Encino con base en el VIR; siendo *Pinus cembroides* la única especie de piñoneros registrada.

La población de pino piñonero de la localidad de San José de Coronados se encuentra dentro de la sierra de Catorce, en las coordenadas 23°35'18.2" N y 100°54'10.9" O, a una altitud de 1750 m a 2335 m, el bosque se desarrolla sobre suelo pedregoso y sobre una pendiente pronunciada. La densidad de individuos es de 328, con una altura promedio de 2.2 m y diámetro normal promedio y 10.1 cm. Las especies dominantes son: *Pinus cembroides*, *Bouteloua curtipendula*, *Agave lechuguilla*, *Dasyllirion acrotrichum*, *Opuntia rastrera*, *Forestiera angustifolia* y *Echinocactus platyacanthus*. La asociación vegetal se denominó piñón-*Yucca* (Figura 2).

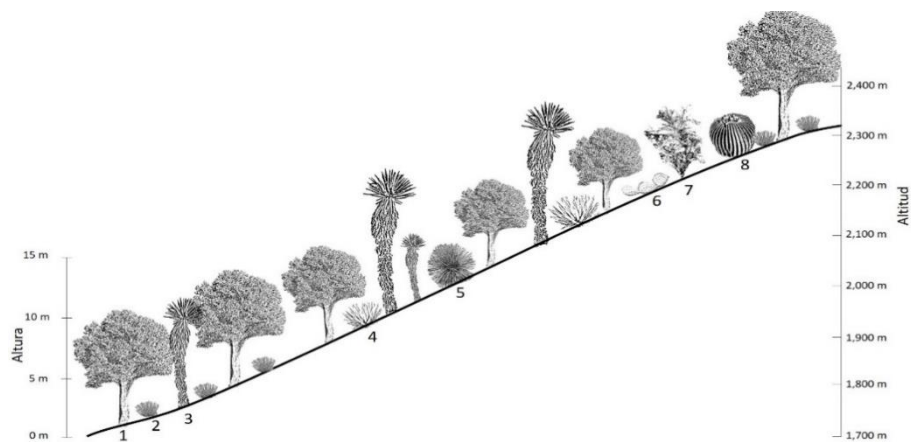


Figura 3. Perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de San José de Coronados, Catorce: 1. *Pinus cembroides*; 2. *Bouteloua curtipendula*; 3. *Agave lechuguilla*; 4. *Dasyliirion acrotrichum*; 5. *Opuntia rastrera*; 6. *Forestiera angustifolia* y 8. *Echinocactus platyacanthus*.

Villa de Reyes es un municipio de San Luis Potosí ubicado en las coordenadas 21°51'29" N y 101°91'01" O y a una altitud entre 2073 m y 2154 m. Los bosques estudiados se localizan en una exposición Este y cuentan con una altura y diámetro normal promedio de 1.5 m y 9.4 cm respectivamente y una densidad de 404 individuos por hectárea. Los elementos dominantes son: *Dasyliirion cedrosanum*, *Agave lechuguilla*, *Yucca carnerosana*, *Quercus depressipes*, *Q. deserticola*, *Q. mexicana*, *Q. pringlei*, *Bouteloua scorpioides*, *Acacia schaffneri*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Tecoma stans*, *Pinus cembroides* y *Mammillaria* sp. Se trata de un bosque de Piñón-Encino, siendo *Pinus cembroides* la única especie de piñón registrada, la cual es la dominante.

Los bosques piñoneros de la localidad de Picacho de Lajas, perteneciente al municipio de Charcas se localizan en las coordenadas 23°17'43" N y 101°07'6" O y a una altitud de 2200 m a 2472 m. Los bosques se desarrollan sobre un suelo pedregoso y a una exposición Noroeste y Suroeste; y el promedio de altura y diámetro normal son de 2 m y 10.5 cm respectivamente, se trata del bosque con individuos de menor talla, debido principalmente a las condiciones edáficas; por ello que la mayor parte de los individuos ramifica a poca altura o desde la base, dando apariencia arbustiva a los encinos y a *Pinus discolor*. Las especies dominantes son: *Pinus discolor*, *Quercus depressipes*, *Yucca decipiens*, *Quercus cordifolia*, *Bouteloua curtipendula*, *Dasyliirion cedrosanum*, *Stenocactus pentacanthus* y *Agave filifera* (Figura 3), con una densidad de 666 individuos por hectárea. Para esta localidad sólo se registró el pino piñonero *P. discolor*, codominando con *Yucca decipiens* y *Quercus* sp.

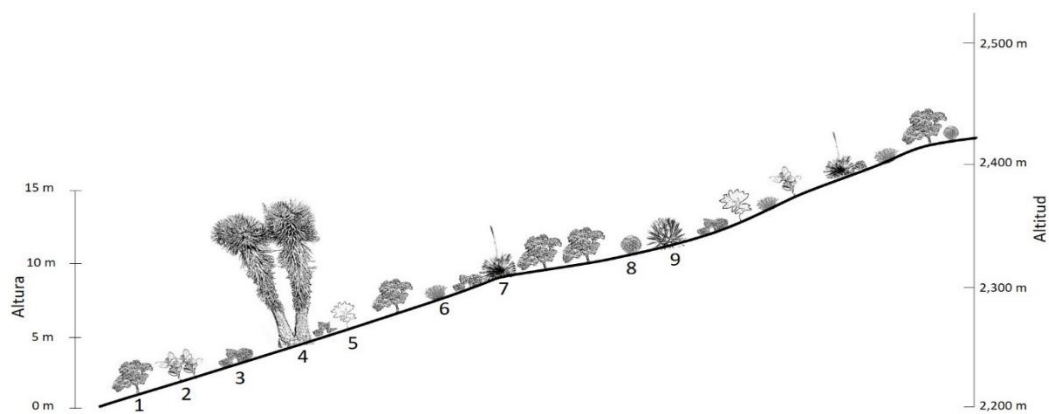


Figura 4. Perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Picacho de Lajas, Charcas: 1. *Pinus discolor*; 2. Rocas; 3. *Quercus depressipes*; 4. *Yucca decipiens*; 5. *Quercus cordifolia*; 6. *Bouteloua curtipendula*; 7. *Dasyliirion cedrosanum*; 8. *Stenocactus pentacanthus* y 9. *Agave filifera*.

El paraje Mexquitic, del municipio de Villa de Hidalgo está ubicado en las coordenadas 22°06'086" N y 101°11'334" O y a un rango altitudinal de 2300 m a 2400 m. los bosques estudiados se localizan en una exposición Sureste con un promedio de altura de 1.7 m, un diámetro normal promedio de 8.2 cm y una densidad de 511 árboles por ha. Los elementos dominantes son: *Pinus cembroides*, *Pinus discolor*, *Quercus deserticola*, *Jatropha dioica*, *Agave filifera*, *Opuntia robusta*, *Yucca filifera*, *Dasyliirion acrotrichum* y *Nolina cespitifera*. La asociación vegetal se definió como Piñón-Encino; para esta localidad se registraron dos especies de pino piñonero, siendo *P. cembroides* el que domina en base a su frecuencia relativa.

Conclusiones

Pinus cembroides, *P. pinceana* y *P. discolor* fueron las únicas especies de pinos piñoneros registradas en este estudio. Las principales asociaciones vegetales identificadas fueron: Piñón-*Juniperus*, Piñón-Encino, Piñón-*Yucca*, siendo la asociación de Piñón-Encino la que presenta una mayor frecuencia. Las diferencias en composición florística entre las localidades analizadas se relacionan principalmente con el gradiente altitudinal, el cual está relacionado con la temperatura y precipitación. Sin embargo, estos valores estructurales aún falta relacionarlos con factores edáficos y de esta manera se podrá determinar las variables que más influyen en la composición florística de los bosques piñoneros. Así también existe una interacción entre especies típicas de matorral xerófilo y especies templadas, cada una con componentes (hojas pequeñas, espinas, tallos u hojas suculentas) particulares adecuados para sobrevivir a climas secos. Sólo se han estudiado estos bosques, aunque hay más presentes en el estado, por lo tanto, no se han registrado especies como *Pinus johannis*.

Literatura Citada

- Abeleira Martínez, O. J., & Colón González, D. Y. (2006). Comparación De Método De Muestreo En Bosques Secundarios Aluviales: Parcela Vs. Punto-Cuadrante. *Acta Científica*, 20(1–3), 63–66. Retrieved from https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/ja_iitf_2006_abelleira001acta.pdf
- Gernandt, D. S., & Pérez-De La Rosa, J. A. (2014). Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(SUPPL.). <https://doi.org/10.7550/rmb.32195>
- Granados, V. R. L., Granados, S. D., & Sánchez-González, A. (2016). Caracterización y ordenación de los bosques de pino piñonero (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) de la Cuenca Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz). *Madera y Bosques*, 21(2), 23–42. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.212443>
- Lanner, R. M. (1981). *The Pinon Pine: A Natural and Cultural History*. University of Nevada Press, USA.
- Mitchell, K. (2010). Quantitative Analysis by the Point-Centered Quarter Method. In *Quantitative Methodoss* (pp. 1–56). Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1010.3303>
- Muller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). The Count-Plot Method and Plotless Sampling Techniques. In *Aims and methods of vegetation ecology* (pp. 93–135). Retrieved from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0304374675900177>
- Richards, P. W. (1952). *The Tropical Rain Forest. An Ecological study*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Romero, A., Luna, M., & García, E. (2014). Factores físicos que influyen en las relaciones florísticas de los piñonares (Pinaceae) de San Luis Potosí, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 795–808. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i2.10506>
- Rosas, C. M., Granados, S. D., Granados, V. R. L., & Esparza, G. S. (2017). Clasificación y ordenación de bosques de pino piñonero del estado de Querétaro. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(33), 52–73. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i33.90>
- Sánchez-González, A. (2008). Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos en México. *Madera Bosques*, 14(1), 107–120. <https://doi.org/10.21829/myb.2008.1411222>

COSTRAS BIOLÓGICAS DEL SUELO EN BOSQUES DE PINO PIÑONERO EN SAN LUIS POTOSÍ

Melanie D.P. Espinosa Ramírez^{1*}, Diódoro Granados Sánchez², Ro Linx Granados Victorino³

¹Ingeniería en Restauración Forestal, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. ²División de Ciencias Forestales, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. ³Preparatoria Agrícola División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Ctra. México - Texcoco Chapingo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230.

*Autor de correspondencia: mely.eramiirez@gmail.com

Introducción

Las Costras Biológicas del Suelo (CBS) forman la biomasa microbiana más productiva de la tierra; en áreas sin vegetación o sitios muy degradados, como áreas volcánicas o inundables, así como zonas áridas y semiáridas, las CBS son las primeras microcomunidades que se establecen, abriendo el paso para el desarrollo del ecosistema (Yoshitake, Uchida, Koizumi, Kanda, & Nakatsubo, 2010). Su área de distribución potencial puede llegar a ocupar casi el 40 % de la superficie terrestre (Belnap & Lange, 2003).

Los bosques de pino piñonero son ecosistemas de gran biodiversidad en zonas áridas, llegan a ser las únicas masas arbóreas en dichas regiones (Granados, Granados, & Sanchéz, 2015). Las costras están asociadas al desarrollo de bosque de pino piñonero, pues al ser bosques no muy densos permiten la entrada de luz y por lo tanto el desarrollo de las costras, aunque existen diversos estudios sobre el papel de las costras, se desconoce su función en un ecosistema de bosque de pino piñonero.

Materiales y Métodos

El área de estudio abarco los municipios de Guadalcázar, Charcas en la localidad Sierra de lajas, Catorce en la localidad de San José de Coronado, Villa de Reyes y Zaragoza en la localidad de Villa de Zaragoza. Las muestras se colectaron durante el mes de febrero y octubre del año 2019. Se colectaron 5 muestras por área de las 6 establecidas tomando en cuenta la exposición y pendiente. Los sitios seleccionados fueron muestreados siguiendo una línea de Canfield, en casos en donde no se presentaron costras sobre la línea, se tomó la muestra lo más próxima. Una vez ubicadas las muestras se tomó en cuenta su ubicación geográfica a través, de un GPS y además se obtuvieron los siguientes datos.

Diámetro de la costra: Con un flexómetro se midió el largo y ancho de la costra, para obtener un promedio de esto y se fue registrando en la bitácora.

Composición por grupo funcional: Con ayuda de un cuadrante de acetato de 20X25 cm, dividido en microcuadrantes de 5x5 cm, se contó el número de microcuadrantes ocupados por cada componente de la costra (Musgo, liquen y cianoprocariotas).

Pendiente de la costra: La pendiente de la costra se registró utilizando un clinómetro, el cual se colocó de forma perpendicular a la costra para observar y registrar la pendiente.

Geoposicionamiento: Para cada una de las muestras se tomaron datos como geográficos y altitud con ayuda de una antena GPS. Con una cadena de 30 cm se colocaba sobre la costra poniendo atención a que quedara justo en el relieve de esta, se midió el tamaño con una regla.

Extracción de la CBS: Después de haber tomado todos los datos anteriores se obtuvo la muestra de la costra de 10x10cm aprox. con una profundidad de 5 cm tratando de conservarla entera, se colocó dentro de una caja Petri. Las muestras se trasladaron al laboratorio para su posterior análisis. ***Extracción del suelo:*** Una vez extraída la costra, se obtuvo una muestra de suelo de hasta 20 cm de profundidad, se colocaron en bolsas de plástico, se etiquetaron y se trasladaron al laboratorio.

Análisis de suelo en laboratorio. Las muestras de suelo fueron analizadas obteniendo las siguientes determinaciones: porcentaje de materia orgánica (MO), Fosforo asimilable (P), obtenido mediante el método Bray P-1, Potasio (K) y Sodio (Na) determinados por espectrofotometría de emisión de flama, el pH obtenido con potenciométrico relación suelo-agua y textura del suelo determinado mediante un hidrómetro de *Bouyoucos*.

Análisis estadístico. Los datos se analizaron en el programa *Past 4.03* obteniendo una correlación de Pearson con una significancia de $p < 0.05$.

Resultados y Discusión

El cuadro 1 presenta los resultados del análisis de correlación entre las variables edáficas, ambientales y estructurales de las costras. Para efectos de una mejor visualización se colorean de rosa las correlaciones estadísticamente significativas ($P < 0.0501$)

Cuadro 1. Resultados del análisis de correlación entre las variables edáficas y ambientales con relación a las variables estructurales de las Costras Biológicas de San Luis Potosí.

	pH	MO	N. inorgánico	P	K	Ca	Mg	Arena	Limo	Arcilla	Pend.	Cob.	Alt.	Musgo	Liquen	Ciano	Rug.	Dm
pH		0.108	0.342	1.3E-05	0.031	1.71E-10	0.266	0.097	0.062	0.809	0.642	0.671	0.567	0.975	0.759	0.635	0.200	0.017
MO	0.221		0.044	5.5E-08	0.243	1.20E-07	0.199	0.536	0.417	0.751	0.363	0.650	0.023	0.085	0.234	0.276	0.817	0.447
N. inorgánico	0.132	0.275		2.2E-01	0.657	2.38E-02	0.045	0.539	0.413	0.734	0.474	0.219	0.379	0.011	0.004	0.701	0.089	0.669
P	0.555	0.660	0.169		0.399	7.08E-14	0.820	0.269	0.351	0.668	0.865	0.705	0.497	0.429	0.877	0.261	0.111	0.016
K	-0.293	0.161	-0.062	-1.2E-01		2.22E-01	0.000	0.188	0.008	0.015	0.329	0.834	0.011	0.625	0.474	0.637	0.663	0.295
Ca	0.739	0.648	0.307	8.1E-01	-0.169		0.726	0.071	0.226	0.198	0.859	0.860	0.596	0.502	0.660	0.705	0.322	0.023
Mg	-0.154	0.177	0.274	-3.2E-02	0.681	4.87E-02		0.210	0.014	0.031	0.334	0.482	0.043	0.374	0.033	0.024	0.430	0.542
Arena	-0.228	0.086	0.086	-1.5E-01	0.182	-2.48E-01	0.173		0.000	0.014	0.972	0.924	0.014	0.074	0.028	0.715	0.250	0.512
Limo	0.256	-0.113	-0.114	1.3E-01	-0.360	1.67E-01	-0.333	-0.874		0.231	0.920	0.667	0.001	0.037	0.014	0.740	0.058	0.238
Arcilla	-0.034	0.044	0.047	6.0E-02	0.329	1.78E-01	0.294	-0.334	-0.166		0.790	0.302	0.135	0.693	0.794	0.923	0.193	0.342
Pendiente	-0.065	0.126	-0.100	-2.4E-02	0.136	-2.47E-02	-0.134	-0.005	-0.014	0.037		0.181	0.569	0.184	0.302	0.458	0.442	0.154
cobertura	0.059	-0.063	-0.170	-5.3E-02	0.029	2.46E-02	0.098	0.013	0.060	-0.143	-0.185		0.187	0.199	0.484	0.329	0.000	0.000
Altitud	-0.080	-0.312	0.123	-9.5E-02	-0.345	-7.45E-02	-0.279	-0.335	0.449	-0.208	-0.080	0.184		0.411	0.844	0.283	0.068	0.019
Musgo	-0.004	0.237	0.345	1.1E-01	0.068	9.32E-02	0.123	0.245	-0.285	0.055	-0.183	0.177	0.115		0.000	0.011	0.384	0.139
Liquen	0.043	-0.165	-0.384	-2.2E-02	-0.099	-6.13E-02	-0.291	-0.300	0.332	-0.036	0.143	-0.097	-0.028	-0.858		0.181	0.856	0.333
Cianobacteria	-0.066	-0.151	0.054	-1.6E-01	0.066	-5.27E-02	0.307	0.051	-0.046	-0.014	0.103	-0.135	-0.150	-0.342	-0.185		0.225	0.384
Rugosidad	0.177	-0.032	-0.234	2.2E-01	-0.061	1.37E-01	-0.110	-0.159	0.259	-0.180	-0.107	0.624	0.253	0.121	-0.025	-0.168		0.000
Diámetro	0.324	0.106	-0.060	3.3E-01	-0.145	3.09E-01	-0.085	-0.091	0.163	-0.132	-0.197	0.651	0.322	0.204	-0.134	-0.121	0.812	
	r=Pearson																	

Entre las correlaciones positivas registradas resaltan el N inorgánico con el porcentaje de musgo y líquen, pues su cobertura aumenta conforme lo hace el Nitrógeno. Celaya-Michel & Castellanos-Villegas (2011), mencionan que existen varios tipos de bacterias y algas azules que poseen la enzima nitrogenasa que convierten el nitrógeno atmosférico en amonio (NH_4) por ejemplo *Rhizobium*. La concentración de N aumenta conforme envejece la costra, esto genera una sucesión por facilitación, por lo que pueden aparecer líquenes y plantas no vasculares en la costra.

Asimismo Evans & Belnap (1999) determinaron que las costras macrobióticas del suelo, formadas por líquenes, cianobacterias, algas verdes, musgos y hongos, aportan de 7 a 18 kg de nitrógeno por hectárea al año en el desierto Sonorense.

Para el caso de la cobertura y rugosidad presentan una correlación positiva, por lo que la cobertura aumenta cuando la rugosidad incrementa. Barrera-Zubiaga & Godínez-Álvarez, (2018) mencionan que las CBS incrementan la rugosidad del suelo por lo que disminuye la velocidad del agua e incrementa el tiempo de contacto con el suelo, permitiendo una mayor infiltración, lo que ayuda a aumentar la cobertura.

En el caso de la textura del suelo las variables que presentaron una correlación positiva fueron la arena con el porcentaje de líquen, y Limo con musgo. Las arenas son más porosas, lo que permite una fácil penetración de los rizoides de los líquenes, mientras que el limo permite una mayor retención de agua, lo que favorece el crecimiento de los musgos (Barreno & Pérez-Ortega, 2003).

Conclusiones

Las costras biológicas del suelo aportan efectos benéficos al suelo en los bosques de pino piñonero al igual que presentan una sensibilidad a los factores ambientales donde se desarrollan. Sin embargo, no se presentó respuesta de la mayoría de las variables ambientales y el suelo, por lo que se deben determinar las especies presentes en la costra y observar existe una relación entre la composición y las variables analizadas.

Literatura Citada

- Barreno, E., & Pérez-Ortega, S. (2003). Biología de los Líquenes. Capítulo 5. Obtenido de https://www.uv.es/barreno/Biologia_de_los_liquenes.pdf
- Barrera-Zubiaga, E., & Godínez-Álvarez, H. (2018). Infiltración en biocostras en una región semiárida del centro de México. Obtenido de DOI: 10.28940/terra.v36i4.335
- Belnap, J., & Lange, O. (2003). Biological soil crust: Structure, function and management. Berlin: Springer-Verlag.
- Celaya-Michel, H., & Castellanos-Villegas, A. (2011). Mineralización de Nitrógeno en el suelo de zonas áridas y semiáridas. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57321283013>
- Concostrina-Zubiri, L., Martínez, I., Huber-Sannwald, E., & Escudero, A. (2013). Efectos y respuestas de la Costra Biológica del Suelo en ecosistemas áridos: avances recientes a nivel de especie. Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente., ISSN:1967.
- Evans, R., & Belnap, J. (1999). Consecuencias a largo plazo de la perturbación en la dinámica del nitrógeno en un ecosistema árido. Obtenido de [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1999\)080\[0150:LTCODO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[0150:LTCODO]2.0.CO;2)
- Granados, R., Granados, D., & Sánchez, A. (2015). Caracterización y ordenación de los bosques de pino piñonero (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) de la Cuenca Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz). Madera y bosques, 23-43.
- Veluci, R., Neher, D., & Weicht, T. (2006). Fijación de nitrógeno y lixiviación de comunidades de costras biológicas en suelos mesic templados. Obtenido de DOI: 10.1007 / s00248-005-0121-3
- Yoshitake, S., Uchida, M., Koizumi, H., Kanda, H., & Nakatsubo, T. (2010). Producción de Costras Biológicas del Suelo en la etapa temprana de la sucesión primaria en un promontorio glaciar del Ártico alto. Obtenido de Nuevo fotólogo.: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03180.x>

ESTIMACIÓN DE BIOMASA DE *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. EN EL CENTRO-SUR DE COAHUILA

Jonathan Hernández-Ramos^{1*}, Adrián Hernández-Ramos², Antonio Cano-Pineda², Xavier García-Cuevas¹, Roberto Reynoso-Santos³.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Chetumal. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Saltillo. ³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Centro de Chiapas. *Autor de Correspondencia: forestjonathanhdez@gmail.com

Introducción

El aprovechamiento de Productos Forestales No Maderables (PFNM) en zonas semiáridas de México, está regulado bajo los artículos 84 y 85 de la Ley General de Desarrollo Sustentable, en su sección cuarta del aprovechamiento de Recursos Forestales No Maderables (RFNM) y señala los requisitos de su regulación que incluyen la estimación de las existencias reales de la especie o sus partes por aprovechar, los criterios para la determinación de la madurez de cosecha, el período de recuperación al que quedarán sujetas las áreas intervenidas, los criterios y especificaciones técnicas de aprovechamiento, así como las labores de fomento y las prácticas para garantizar la persistencia del recurso (LGDFS, 2020). Sin embargo, a pesar de la regulación existente el escaso conocimiento sobre el crecimiento y desarrollo de estas especies ha generado un sobrepase del recurso, reduciendo y degradando las poblaciones naturales (Hernández-Ramos *et al.*, 2019). Dentro de especies con importancia comercial no maderable en Coahuila se encuentra la *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. (Candelilla), de donde se extrae como producto principal la cera (Zamora-Martínez *et al.*, 2013). Esta es una especie ampliamente distribuida y aprovechada en Coahuila, además, en algunos casos es la única fuente de ingresos para las familias de las comunidades que habitan estas zonas (Ochoa-Reyes *et al.*, 2010). Debido a lo anterior y debido a la importancia que representa desarrollar o adoptar tecnologías actuales para el aprovechamiento de esta especie, el objetivo del trabajo fue ajustar un modelo matemático para estimar la biomasa de *E. antisyphilitica* en la región centro-sur de Coahuila, México.

Materiales y Métodos

Área de estudio: La investigación se realizó en once predios bajos manejo forestal de candelilla distribuidos en los municipios de Arteaga, General Cepeda, Parras de la Fuente, San Pedro de las Colonias y sur de Cuatro Ciénegas, Coahuila. Los climas predominantes en las áreas muestreadas corresponden a los tipos árido y semiárido (Bs) y muy árido (Bw), con temperaturas medias anuales de 18 °C a 22 °C y precipitación anual de 100 mm a 400 mm (INEGI, 2007). La altitud está comprendida entre 950m y 1500 m. La vegetación correspondiente al área es matorral desértico micrófilo y rosetófilo (INEGI, 2016).

Datos de campo y estimación de biomasa: La muestra se conformó de 252 individuos de candelilla colectados mediante un muestreo selectivo, tratando de abarcar la variación en formas y tamaños. A cada planta se le midió en campo las variables diámetro de cobertura (Dc, cm), diámetro basal (Db, cm), altura media (Am, cm) y altura total (At, cm). Posterior a la medición, se cosecho la parte aérea de cada planta y se deshidrataron en una estufa a una temperatura de 72 °C por 3 días aproximadamente, para obtener su peso seco o biomasa aérea (B, kg) de cada planta de candelilla.

Análisis estadístico: Para estimar la B de candelilla se ajustó el modelo Alométrico ($Y=a_0 (X_1^2 X_2)^{a_1}$), empleando como variables independientes Dc, Db, At y Am. El modelo con la mejor combinación de variables fue elegido a partir del mayor valor del coeficiente de determinación ajustado (R^2_{aj}), los menores valores de la raíz del error medio cuadrático (REMC) y los criterios de información de Akaike y bayesiano (AIC y BIC, por sus siglas en inglés), además de la significancia de los parámetros estimados ($p > 0.05$). La estimación estadística se realizó en el programa Rstudio® mediante la técnica de máxima verosimilitud (R Core Team, 2016).

Resultados y Discusión

El mejor ajuste para estimar la Bt de candelilla se obtuvo en el modelo 4, al integrar como variables independientes el diámetro de cobertura (cm) y la altura media de la planta (cm); los valores de ajuste fueron superiores al resto de combinaciones de variables (Cuadro 1). Estructura similar fue reportada por Hernández-Ramos *et al.* (2019) al integrar el Dc en los mejores modelos para estimar el peso verde (kg) de candelilla. Al graficar los datos observados y estimados de biomasa aérea se confirma el ajuste adecuado del modelo 4, donde los estimados presentan un comportamiento acorde a la dispersión de la biomasa aérea observada (Figura 1).

Cuadro 1. Valores de los estadísticos de ajuste de los modelos para estimar la biomasa aérea de candelilla.

Modelo	Forma	Parámetro	Estimación	Pr > t	R ² _{aj}	AIC	BIC	REMC
1	B=a ₀ (Db ² At) ^{a₁}	a0	0.002545	0.00099	0.63	165.71	176.31	0.3318
		a1	0.511295	<0.0001				
2	B=a ₀ (Db ² Am) ^{a₁}	a0	0.002821	0.00056	0.65	156.07	166.68	0.3255
		a1	0.521062	<0.0001				
3	B=a ₀ (Dc ² At) ^{a₁}	a0	0.000127	0.00502	0.78	33.21	43.81	0.2553
		a1	0.732400	<0.0001				
4	B=a₀(Dc²Am)^{a₁}	a0	0.000163	0.0031	0.79	24.04	34.64	0.2508
		a1	0.735700	<0.0001				

B: biomasa aérea (Kg); Dc: diámetro de cobertura (cm); Db: diámetro de la base (cm); At: altura total (cm); Am: altura media de la planta (cm); a₀ y a₁: parámetros del modelo; Pr > |t|: significancia de los parámetros; R²_{aj}: coeficiente de determinación ajustado; AIC y BIC: criterios de información de Akaike y bayesiano; REMC: raíz del error medio cuadrático.

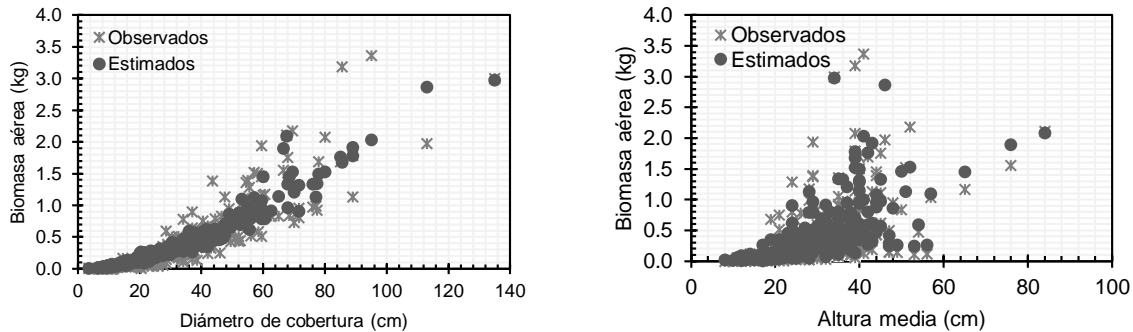


Figura 1. Datos estimados y observados de biomasa aérea graficados a partir de las variables independientes diámetro de cobertura (izquierda) y altura media (derecha).

Conclusiones

La fuerte relación entre las variables alométricas de la planta como diámetro de cobertura y altura media de la planta con la biomasa aérea, permitieron obtener un ajuste estadístico robusto del modelo Alométrico. Además, las desviaciones en la estimación muestran que es un modelo preciso y confiable para ser empleado en el cálculo de biomasa aérea de *Euphorbia antisyphilitica* en la región centro-sur de Coahuila, México.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo Sectorial CONAFOR-CONACYT por el apoyo financiero otorgado al proyecto 292674, titulado “Mejores prácticas de manejo y generación de tablas de volumen y biomasa para las principales especies forestales no maderables de importancia económica en los ecosistemas áridos y semiáridos de México”.

Literatura Citada

- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). 2020. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS_130420.pdf
- Zamora-Martínez, M. C., C. Méndez E., R. Pérez M. y E. N. Cortés B. 2013. *Euphorbia antisiphilitica* Zucc.: recurso forestal no maderable de alto valor económico. CENID-COMEF, INIFAP. Folleto Técnico Núm. 12. D. F. México. 64 pp.
- Ochoa-Reyes, E., S. Saucedo-Pompa, H. de la Garza, D. G. Martínez, R. Rodríguez y C. N. Aguilar-González. 2010. Extracción tradicional de cera *Euphorbia antisiphilitica*. Acta Química Botánica, 2(3): 1-13.
- Hernández-Ramos, A. A. Cano-Pineda, J. Hernández-Ramos, X. García-Cuevas, M. Martínez-Salvador y L. Martínez A. 2019. Modelos para estimar biomasa de *Euphorbia antisiphilitica* Zucc. en seis municipios de Coahuila. Madera y Bosques, 25(2): e2521806. doi: 10.21829/myb.2019.2521806

COMPARACIÓN MORFOMÉTRICA DE LAS VAINAS Y SEMILLAS DE DOS FORMAS SILVESTRES DE FRIJOL COMÚN COMO RECURSO BIÓTICO

Liliana Wallander-Compeán^{1*}, Norma Almaraz-Abarca¹, Gabriel Alejandro-Iturbide¹

¹ Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II. C.P. 34220. Durango, Durango, México.

*Autor de correspondencia: lilywallcom@gmail.com

Introducción

En el estado de Durango se han aplicado un conjunto de estrategias orientadas a disminuir los procesos de deterioro ambiental, mediante la conservación de la biodiversidad y áreas naturales protegidas, la regulación del aprovechamiento de la vida silvestre, y la recuperación y conservación de la frontera silvícola (SEMARNAT, 2000). Todo lo anterior para resguardar la continuidad de los procesos naturales en todos los ecosistemas, promover la conservación del hábitat de vida silvestre, disminuir las posibilidades de extinción de especies, fomentar la recuperación de aquellas que se encuentran en riesgo, y promover la diversificación económica para el sector rural, con el consiguiente mejoramiento de la calidad de vida de los grupos sociales poseedores del recurso. Las formas silvestres de especies son recursos naturales importantes que se requiere conservar porque representan una fuente de alelos valiosos para el mejoramiento y desarrollo de nuevas variedades (Lépiz, *et al.*, 2010). En el estado de Durango, México existen formas silvestres de especies cultivadas, como tomatillo, girasol, y varias especies de frijol (*Phaseolus spp.*). Del género *Phaseolus*, se han registrado entre 21 y 27 especies silvestres, entre ellas *P. parvulus*, *P. pauciflorus*, *P. microcarpus*, *P. micranthus*, *P. leptostachyus*, *P. maculatus* y *P. vulgaris* (Alejandre, 2018). Particularmente importante son las formas silvestres del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.); porque el cultivo de un gran número de variedades domesticadas se realiza en casi todas las regiones y condiciones de suelo y clima de México, desde el nivel del mar hasta 2700 m, siendo el segundo cultivo más importante en superficie sembrada total de México, después del maíz (*Zea mays* L.) (SIAP, 2019). El objetivo del presente estudio fue caracterizar y comparar características morfométricas de vaina y semilla in situ y ex situ de dos poblaciones silvestres de frijol común para generar información que contribuya a su conservación.

Materiales y Métodos

Para el análisis *ex situ*, se utilizó semilla colectada en 2015 en la localidad de Calera (Forma 1, altitud de 1892 m, clima templado subhúmedo) y en la de Arroyo del Tepehuaje (Forma 2, altitud de 1850 m, clima templado semifrío), ambas en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango. Las semillas se cultivaron durante el verano de 2018 bajo una malla sombra, en macetas de 4 L de capacidad, conteniendo sustrato aluvión. Para el análisis *in situ* se realizaron visitas a las zonas de procedencia y se hicieron los registros morfológicos. Para diez individuos adultos de cada una de las formas silvestres se registraron, in situ y ex situ, largo, ancho y espesor de vaina, número de semillas/vaina, así como largo, ancho y espesor de semilla. Los datos se sometieron a análisis de varianza y la discriminación de medias se realizó con la prueba de Tukey. Para determinar la contribución de cada característica registrada a la variación entre muestras se realizó un análisis de componentes principales, mientras que, para determinar la similitud entre muestras, basada en las mismas características, se realizó un análisis de agrupamiento.

Resultados y Discusión

Los resultados indicaron que, en su contexto ambiental natural (in situ), las dos formas fueron significativamente diferentes en largo y espesor de vaina, así como en el número de semillas por vaina. Fuera de su contexto natural (ex situ), las formas únicamente se diferenciaron significativamente en el número de semillas (Tabla 1). Los resultados revelaron que cuando cada una de las formas silvestres es sacada de su ambiente natural, las dimensiones de las vainas y el número de semillas que albergan tienden a disminuir. Las dimensiones de las semillas fueron variable entre las dos formas creciendo en su ambiente natural, y como las características de las vainas, las semillas también tendieron a disminuir en condiciones *ex situ* (Tabla 2).

Tabla 1. Características evaluadas de la vaina de dos formas silvestres de *Phaseolus vulgaris in situ* y *ex situ* del estado de Durango.

Forma		Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Número de semillas/vaina
1	<i>In situ</i>	6.66 ± 0.34bII	0.56 ± 0.02 a	0.43 ± 0.01a	5.80 ± 0.78aII
	<i>Ex situ</i>	5.54 ± 1.21 I	0.55 ± 0.04 a	0.43 ± 0.07	5.30 ± 1.70AI
2	<i>In situ</i>	7.36 ± 0.28aII	0.55 ± 0.15 a	0.49 ± 0.02bII	7.40 ± 0.69b
	<i>Ex situ</i>	6.19 ± 0.69I	0.53 ± 0.03 a	0.38 ± 0.07I	6.30 ± 1.76B

Diferentes letras minúsculas dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre formas silvestres *in situ*. Letras mayúsculas indican diferencias significativas entre formas silvestres *ex situ*. Números romanos indican diferencias significativas dentro de una misma forma *in situ* y *ex situ*. Diferencias significativas ($p < 0.05$), usando SPSS v24.

Tabla 2. Características evaluadas de la semilla de dos formas silvestres de *Phaseolus vulgaris in situ* y *ex situ* del Estado de Durango.

< Forma		Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
1	<i>In situ</i>	0.72 ± 0.07 a II	0.64 ± 0.11 a II	0.25 ± 0.02 a I
	<i>Ex situ</i>	0.62 ± 0.30 A I	0.43 ± 0.01 AI	0.24 ± 0.02 AI
2	<i>In situ</i>	0.62 ± 0.03 b I	0.41 ± 0.01 b I	0.27 ± 0.01 ^a I
	<i>Ex situ</i>	0.56 ± 0.07 B I	0.40 ± 0.04 A I	0.25 ± 0.02 A I

Diferentes letras mayúsculas dentro de una misma columna indican diferencias significativas entre formas silvestres *ex situ*, y números romanos indican diferencias significativas dentro de una misma forma *in situ* y *ex situ*. Diferencias significativas ($p < 0.05$), usando SPSS v24.

La Figura 1 indica que las diferencias en el largo de las vainas y en el número de semillas/vaina fueron las principales características que diferenciaron a las dos poblaciones de frijol común silvestre, en condiciones *in situ* y *ex situ*, analizadas.

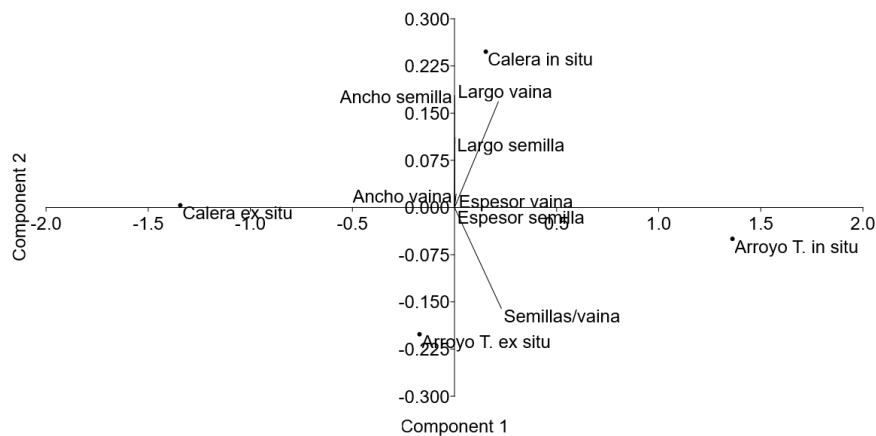


Figura 1. Resultado del análisis de componentes principales basado en las características morfométricas de vainas y semillas de dos formas silvestres de frijol común evaluadas *in situ* y *ex situ*.

Los resultados de un análisis de agrupamiento (Figura 2) indican que la población de Arroyo del Tepehuaje *in situ* fue la más disímil en las dimensiones de sus vainas y semillas; sin embargo, fuera de su contexto natural, sus vainas y semillas tienden a ser similares a las de la población de Calera en su contexto natural.

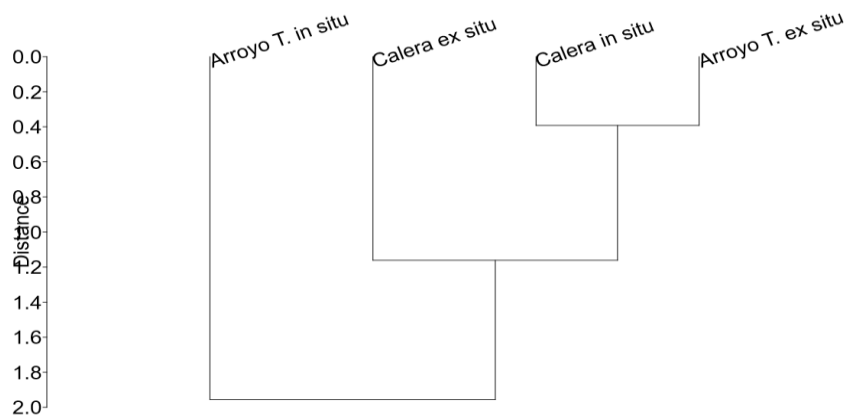


Figura 2. Dendrograma resultante de la comparación de las características morfométricas de dos formas silvestres evaluadas *in situ* y *ex situ* de frijol común.

Conclusiones

El contexto ambiental tiene una importante participación en la definición morfométrica de las vainas y semillas de formas silvestres de frijol común. En las condiciones *ex situ* evaluadas, la reducción del largo y ancho de vainas, del número de semillas por vainas, y del largo, ancho y espesor de las semillas fue relevante.

Literatura Citada

- Alejandre, I. G.; Rojas, L. M. (2018). Memorias de Congreso Nacional de Fitogenética. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México. 5: 9 Freytag, G. F.; Debouck, D. G. (2002). Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionoideae) in North America, Mexico and Central America. Sida, Botanical Miscellany 23. Botanical Research Institute of Texas, USA.
- Lépiz, I. R.; López, A. J.; Sánchez, G. J. J.; Santacruz, R. F.; Nuño, R. R.; Rodríguez, G. E. 2010. Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. Revista Fitotecnia Mexicana 33: 21-28.
- SIAP. 2019. El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) llevó a cabo la presentación de las *Expectativas Agroalimentarias*. México. Revisado en marzo del 2019. <https://www.gob.mx/siap>.
- SEMARNAT. 2000. Ecosistemas y fauna de Durango. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Delegación Federal en Durango 1: 1-54.

COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO INDOL-3-ACÉTICO EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE VERMICOMPOST ADICIONADA EN SUSTRATOS A BASE DE ARENA

Mariano Ángel Valdivia-Dávila¹, Miguel Angel Segura-Castruita^{1*}, Norma Alejandra-Mancilla Margalli¹, Arturo Moisés Chávez-Rodríguez¹, Osvaldo Amador-Camacho¹

¹Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tlajomulco, km 10 Ctra. Tlajomulco - San Miguel Cuyutlán, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 45640, México. *Autor de correspondencia: dmilys5@hotmail.com

Introducción

Las fitohormonas u hormonas de crecimiento realizan diversas funciones en las plantas, como la regulación de su crecimiento, maduración de semillas y frutos, caída de hojas, época de floración y longevidad de la planta, y están activas durante todo el ciclo vegetativo (Jini y Baby, 2019). Las principales hormonas son auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, etileno, jasmonatos, ácido salicílico y brasinoesteroides (Zhang *et al.*, 2017). El ácido indol-3-acético (AIA) es una de las auxinas naturales de mayor relevancia; cuya presencia se ha reportado en plantas (meristemos primarios y secundarios), hasta en abonos orgánicos como la vermicompost [VC] (Zhang *et al.*, 2015). El origen de la VC puede ser de residuos orgánicos de origen animal o vegetal, así como de desechos de frutas y verduras, degradada por la acción de lombrices de tierra, microorganismos y enzimas (Kumar *et al.*, 2018). Razón por la cual, la presencia de las auxinas se ha asociado a la presencia de microorganismos productores de compuestos auxínicos (Sivasankari, 2016).

La cuantificación de AIA en VC, se ha realizado con efectividad a través de una detección con cromatógrafo de líquidos de alta precisión (HPLC); sin embargo, se requiere de tiempo y no pueden utilizarse como ensayos de rutina por sus elevados costos (Glickmann y Dessaux, 1985). Aunque, también existen técnicas colorimétricas, que se han utilizado con gran éxito en la detección de auxinas que producen los microorganismos. Lo anterior permite deducir, que si la VC, producto del paso a través del tracto digestivo de las lombrices, tendría una carga microbiana que produciría auxinas, entonces el AIA podría cuantificarse a través de un método colorimétrico. Por otra parte, la utilización de VC como una enmienda orgánica en la elaboración de mezclas de materiales orgánicos y minerales para la obtención de sustratos, es una actividad común. Sin embargo, reportes de la presencia y cuantificación de AIA en la VC que se utilizará en mezclas con un material mineral para obtener un sustrato e informes del efecto de las cantidades de VC en la concentración de AIA, son escasos. Por tal motivo, los objetivos de este trabajo fueron presentar el avance de la determinación de la concentración de ácido indol-3-acético en una VC elaborada a base de residuos de frutas y verduras, así como establecer la concentración de esta auxina con el método colorimétrico en un sustrato de arena-vermicompost, y su efecto en el desarrollo de plantas de tomate.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el Instituto Tecnológico de Tlajomulco, ubicado en kilómetro 10 de la carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán, Tlajomulco de Zúñiga Jalisco. Los materiales que se utilizaron fueron VC y arena de río. La VC se obtuvo de residuos de frutas y verduras, descompuestos por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). La arena de río se extrajo del lecho de un río cercano al instituto. Asimismo, el material vegetal que se sembró en el sustrato fue tomate saladett (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Río Grande. El sustrato arena-vermicompost se confeccionó en tres proporciones en base a volumen (50-50, 60-40 y 80-20), así como un sustrato únicamente con arena (100-0) como testigo. De cada mezcla, así como del testigo y la VC, se colectó 1 Kg de muestra para su posterior análisis; el resto de las mezclas y la arena, se colocó en una bolsa de 14 L para conformar macetas. De tal manera que, se tuvieron cuatro tratamientos, cada uno con cuatro réplicas, haciendo un total de 16 unidades experimentales; distribuidas en un diseño experimental completamente al azar. Las variables de estudio fueron la concentración de AIA en la VC y tratamientos, al inicio y al final del experimento; mientras que, de la planta se midieron el volumen de raíz y la altura de la planta, cada quince días en el tiempo que duró el experimento.

La concentración de ácido indol-3-acético se determinó en las muestras de VC y sustratos que se colectaron al inicio, y al final, sólo se obtuvo para los sustratos que tuvieron plantas. Para tal efecto, se extrajeron las hormonas como lo proponen Zhang *et al.*, (2015) para cada material. Para determinar la concentración de AIA en los sustratos, en primer lugar, se generó una curva patrón a partir de soluciones con concentraciones conocidas del reactivo ácido indol-3-acético de la marca Sigma Aldrich®, a las que se agregó el reactivo de Salkowski como lo indican Bric *et al.*, (1991), y sus respectivas lecturas en un espectrofotómetro-UV (Rayleigh, Vis-7220G) a una longitud de onda de 530 nm. Posteriormente, se prepararon los extractos con la solución de Salkowski, se dejaron reposar por 30 minutos en la oscuridad y a temperatura ambiente y se leyeron en el espectrofotómetro.

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza, una prueba de separación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) y análisis de regresión lineal, con el fin de establecer la relación que existían entre los resultados. Este proceso se llevó a cabo con el software Minitab 17.

Resultados y Discusión

La concentración de AIA en la VC fue de $0.686 \mu\text{g L}^{-1}$ en los tratamientos fue menor que en la VC (Cuadro 1). Por otra parte, la concentración de AIA mostró diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) entre tratamientos. Incluso, se observa poca diferencia entre las concentraciones del inicio y el final del experimento.

Cuadro 1. Tratamientos y variables estudiadas.

Tratamientos	VC [†]	Ácido indol-3-acético	
		Inicio	Final
	(%)	($\mu\text{g L}^{-1}$)	
Te	0	0 d	0 d
T1	20	0.098 c [‡]	0.157 c
T2	40	0.255 b	0.314 b
T3	50	0.392 a	0.359 a

[†]VC: vermicompost

[‡]Literales distintas en una columna son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Andrade *et al.*, (2020), indican que los microorganismos que se encuentran en la vermicompost son capaces de producir ácido indol-3-acético. Las diferencias en las concentraciones de AIA entre los tratamientos, podría estar relacionada con la cantidad de VC que se adicionó a cada uno de ellos.

Lo anterior, se pudo constatar al relacionar la concentración del AIA en función del porcentaje de VC, ya que se obtuvo una tendencia lineal y positiva, tanto al inicio como al final del experimento (Cuadro 2), donde los modelos explican más del 95% del proceso; es decir, la concentración del AIA se incrementa, conforme aumenta el porcentaje de vermicompost.

Cuadro 2. Modelos lineales del comportamiento del ácido indol-3-acético en función de la cantidad de vermicompost.

Etapa del experimento	Modelo	R ²
Inicio	AIA = 0.0071*VC	0.9538
Final	AIA = 0.0075*VC	0.9938

Lo anterior sugiere que la concentración de ácido indol-3-acético a través del tiempo se mantiene, lo cual podría estar relacionado con la carga microbiana que se encuentra en cada proporción de VC que se adicionó a la arena; sin embargo, en este trabajo no se abordó este tema.

Al final del experimento el volumen de la raíz de la planta de tomate (Cuadro 3) con la proporción en base a volumen de 60% de arena 40% de VC (tratamiento dos) y el tratamiento tres fueron similares (Tukey, $p \leq 0.05$) (Cuadro 3). En cambio, en la altura de la planta, el tratamiento tres presentó la mayor altura (97.2 cm).

Cuadro 3. Volumen de raíz y altura de la planta de tomate en sustratos de arena- vermicompost.

Tratamientos	VC [†]	Raíz	Altura
	(%)	(cm ³)	(cm)
Te	0	38 c [‡]	58.8 c
T1	20	234 b	83.3 b
T2	40	248 a	87.8 ab
T3	50	236 ab	97.2 a

[†]VC: vermicompost

[‡]Literales distintas en una columna son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Kumar *et al.*, (2018) mencionan que la vermicompost estimula el crecimiento de brotes y el desarrollo de la raíz; debido a que estos compuestos orgánicos aportan nutrientes y sustancias promotoras de crecimiento a las plantas. Lo anterior podría explicar el comportamiento de la raíz y la altura de la planta en nuestro trabajo; ya que los sustratos con mayor proporción de vermicompost tuvieron los mayores volúmenes de raíz de altura de planta.

Conclusiones

La concentración de los sustratos de arena con vermicompost, bajo las condiciones de este trabajo, se incrementa en función de las cantidades de vermicompost. Razón por la cual se tiene un mayor desarrollo de raíz de tomate y altura de planta en sustratos de arena y vermicompost a base de residuos de frutas y verduras. Por otra parte, es importante destacar que los resultados de esta investigación sugieren que la determinación de concentraciones de ácido indol-3-acético, por medio de la extracción con alcohol isopropílico y lecturas con el espectrofotómetro UV, es factible para obtener datos preliminares de la presencia de auxinas en materiales orgánico. No obstante, es necesario realizar pruebas de comparación con determinaciones realizadas con un cromatógrafo (HPLC), para validar la utilización de este método en sustratos que contengan vermicompost y compost.

Literatura Citada

- Andrade Ayala, M. del C. N., F. D. Hernández Castillo, E. I. Laredo Alcalá, A. S. Ledezma Pérez, C. N. Alvarado Canché and J. Romero García. 2020. Efecto biológico de nanopartículas cargadas con ácido indolacético microbiano en parámetros morfométricos de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11: 507–517.
- Bric J. M., R. M. Bostock and S. E. Silvestone. 1991. Rapid in situ Assay for indoleacetic acid production by bacteria immobilized on a nitrocellulose membrane. *Applied and environmental microbiology*, 57: 535–538.
- Glickmann, E. and Y. Dessaux. 1995. A critical examination of the specificity of the Salkowski reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 61: 793–796. <https://doi.org/10.1128/aem.61.2.793-796.1995>
- Jini, D. and B. Joseph. 2019. Use of Phytohormones in Improving Abiotic Stress Tolerance to Rice. In *Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814332-2.00031-9>
- Kumar, A., C. H. B. Prakash, N. S. Brar, and B. Kumar. 2018. Potential of Vermicompost for Sustainable Crop Production and Soil Health Improvement in Different Cropping Systems. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7: 1042–1055.
- Rékási, M., N. Mazsu, E. Draskovits, B. Bernhardt, A. Szabó, P. A. Rivier, N. Uzinger. 2019. Comparing the agrochemical properties of compost and vermicomposts produced from municipal sewage sludge digestate. *Bioresource Technology*, 291: 121861.
- Sivasankari. B. 2016. Indole -3-Acetic Acid Production by the Bacterial Strains Isolated from Vermicomposts in the Presence and Absence of Tryptophan. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 5: 8698–8706. <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2016.0505296>
- Zhang, X., J. Niu, X. Zhang, R. Xiao, M. Lu, and Z. Cai. 2017. Graphene oxide-SiO₂ nanocomposite as the adsorbent for extraction and preconcentration of plant hormones for HPLC analysis. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 1046: 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2017.01.004>
- Zhang, H., S. N. Tan, C. H. Teo, Y. R. Yew, L. Ge, X. Chen and J. W. H. Yong. 2015. Analysis of phytohormones in vermicompost using a novel combinative sample preparation strategy of ultrasound-assisted extraction and solid-phase extraction coupled with liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Talanta*, 139: 189–197. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2015.02.052>

ORGANIZACIÓN COMUNITARIA Y NORMAS LOCALES PARA EL APROVECHAMIENTO DE ORÉGANO EN EL EJIDO SAN RAFAEL DE LAS TABLAS, VALPARAÍSO, ZAC.

Cynthia Isabel Ruiz-Aguilar^{1*}, Conrado Márquez-Rosano¹, Raúl René Ruíz-Garduño¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte, Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional. Km. 24.5 Ctra. Zacatecas-Fresnillo, Morelos, Zacatecas, México. C.P. 98053.

*Autor de correspondencia: ruiz.uach@gmail.com

Introducción

En los últimos años, la importancia económica de los productos forestales no maderables (PFNM) ha despertado un gran interés, tanto en instituciones del sector privado como en organizaciones no gubernamentales a nivel mundial, dado que cada vez se reconoce más la necesidad que demanda el estudio de estos productos de forma sistémica. Es decir, más allá del contexto ecológico y biológico relacionado con su manejo y técnicas de aprovechamiento, es necesario involucrar los componentes sociales, económicos, culturales y políticos que afectan las formas de aprovechamiento y la distribución de los beneficios de este. Lo anterior con la finalidad de desarrollar modelos predictivos que sustenten la definición de normas de uso que garanticen la renovación o el no deterioro de estos recursos naturales (Camacho, 2008). En esta tesitura, el orégano surge como un claro ejemplo del aprovechamiento de PFNM. La recolección y comercialización de orégano en México es una actividad económica importante que se realiza en zonas áridas y semiáridas del territorio nacional. Dicha actividad representa, además de una tradición, una fuente de ingreso significativa para los agentes que intervienen en los procesos de recolección y comercialización del orégano, principalmente en los estados de Chihuahua, Durango, Tamaulipas, Coahuila, Zacatecas, Querétaro, Hidalgo y Baja California Sur. Es relevante destacar que los PFNM forman parte del conjunto de recursos naturales de los que disponen los campesinos para complementar y diversificar su economía, aun hoy fuertemente basada en el autoconsumo en amplias regiones, sobre todo en el centro y sur de México (De la Peña V. & Illsley, 2001). El objetivo del presente estudio fue caracterizar la organización comunitaria y las normas locales existentes para el aprovechamiento del orégano (*Lippia graveolens*) en el ejido de San Rafael de Las Tablas (SRT), perteneciente al municipio de Valparaíso, Zacatecas.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó con recolectores de orégano y recorridos en el ejido SRT, en el municipio de Valparaíso, Zac., localizado geográficamente en las siguientes coordenadas: -104.095278 LW y 22.793333 LN. La localidad se encuentra a una mediana altura de 1100 metros sobre el nivel del mar y a 90 km de la cabecera municipal.

En el territorio estudiado predomina el clima semiárido, se encuentra vegetación xerófila y mantiene una precipitación anual promedio de 523 mm en el municipio. En esta investigación se utilizó un método de muestreo no probabilístico denominado muestreo dirigido. Se aplicaron tres tipos de entrevistas estructuradas y semi estructuradas a tres tipos de actores distintos: la primera, dirigida a los recolectores de orégano, que se aplicó a 26 ejidatarios-recolectores; la segunda estuvo dirigida a acopiadores locales y regionales; y la tercera a informantes clave (autoridades del ejido, y exfuncionarios de CONAFOR), sumando un total de ocho entrevistas. El trabajo de campo se realizó en dos etapas posteriores al primer recorrido de reconocimiento que se realizó en noviembre de 2018. La primera etapa del trabajo de campo se desarrolló en mayo de 2019 y la segunda en época de corte de orégano, en octubre de 2019.

Resultados y Discusión

SRT y el aprovechamiento de sus recursos naturales se encuentran regulados por el mismo ejido, de manera que todos los ejidatarios pueden disponer y hacer uso de los recursos de manera libre y soberana; si bien es cierto que hay una sola norma que se deben respetar en relación con el aprovechamiento del orégano que se ubica en los terrenos de uso común, es únicamente la de acatar y apegarse a las fechas establecidas para el inicio y fin de la temporada del corte.

La autorización para iniciar el corte de orégano y regular los aprovechamientos se realiza en función de cómo se presentan las lluvias que permiten el renuevo del follaje, y está determinada por la valoración de las autoridades del ejido. Es decir, que si consideran que no llovió lo suficiente y las plantas no se encuentran en condiciones de ser aprovechadas (por un crecimiento limitado de ramas y follaje), no se autoriza la recolección de orégano en las tierras ejidales para ese año y todos los miembros del ejido deben acatar la decisión. Esto posibilita que se renueve la biomasa necesaria de las poblaciones de orégano, de acuerdo con la experiencia de las autoridades ejidales, para asegurar su reproducción.

La fecha de recolección normalmente empieza en el mes de septiembre; sin embargo, en 2019 debido al retraso de las lluvias, las plantas de orégano no se habían desarrollado lo suficiente a criterio de las autoridades ejidales, por ello la fecha de apertura de la recolección aún no había iniciado el 9-10 de octubre, última fecha en que se visitó al ejido. No obstante, y debido a las condiciones de penuria que abundan en SRT y la necesidad del ingreso que se obtiene de la recolección del orégano, en años recientes (2017-2018) se consideró pertinente la asignación a cada ejidatario de una hectárea, en una de las áreas del ejido que cuentan con poblaciones significativas de orégano. Esto posibilita que cada ejidatario lo aproveche de manera individual con su familia, aun cuando no se haya abierto de manera oficial la temporada de corte en las tierras de uso común. Es de mencionar que el ejidatario “propietario” de esa hectárea es libre de decidir si aprovecha esa área de forma personal o la trabaja al tercio con alguien más.

Entre las regulaciones comunitarias, se encontró también que el aprovechamiento de orégano en las tierras ejidales o de uso común se realiza exclusivamente para uso de los ejidatarios, quienes, en compañía de sus familias, se establecen en campamentos con una duración que va de las cuatro a las ocho semanas. En estas áreas existe la única norma no formalizada, que sin embargo es respetada, que consiste la práctica de establecer sus campamentos a una distancia de entre 100 y 200 metros del campamento vecino que se haya establecido previamente y que se encuentre más próximo. Esto a fin de evitar cualquier conflicto posible por competir por las mismas áreas próximas de recolección, y porque cada recolector dedica esfuerzo y tiempo en limpiar el área que fungirá como espacio para el secado y encostado del orégano.

Otra de las regulaciones que existe en SRT, es el estudio técnico (plan de manejo) desarrollado específicamente para las áreas de uso común en el ejido (Ejido Las Tablas, 2017), que sirvió para justificar la solicitud de permiso legal de aprovechamiento de las poblaciones de orégano en el ejido. En dicho estudio se delimitaron tres polígonos o rodales para la recolección del orégano, en las tierras de uso común del ejido (Ver figura 1). Cabe señalar que dichas áreas también corresponden a las áreas de agostadero para el ganado bovino en tiempo de lluvias, cuando la grama natural y vegetación arbustiva se renueva y aporta forraje para el ganado. Además de que en esa época se cuenta con agua en los arroyos y manantiales en estas áreas, que son las de mayor altitud. En tiempos de secas el ganado se traslada a las áreas parceladas destinadas al cultivo para alimentarse del rastrojo del maíz.

Destaca entre los resultados de este estudio, que en SRT los ejidatarios respetan las normas comunes y aprovechan el orégano de forma pacífica y ordenada, a diferencia de otros ejidos donde se han suscitado conflictos sociales principalmente por la falta de organización y la ambición de algunos de sus miembros por aprovechar en demasía este recurso.

Por último, y concebida no como regla sino como una acción para fomentar el mejor desarrollo de las poblaciones de orégano y el cuidado del medio ambiente, fue la implantación por parte del ejido de un proyecto de compensación ambiental; que consistió en plantar nopal y en realizar una limpieza de una maleza conocida como jarilla (*Dodonaea viscosa*). En opinión de los ejidatarios, al parecer la jarilla es una especie invasora que prospera en los terrenos sobre pastoreados, pues no la come el ganado, que al crecer le hace sombra a las plantas de orégano, además de competir por agua y nutrientes, limitando su desarrollo. Por ello se gestionaron recursos para limpiar de jarilla algunas de las áreas más afectadas por esta planta invasora, y con ello contribuir al desarrollo de las poblaciones de orégano.

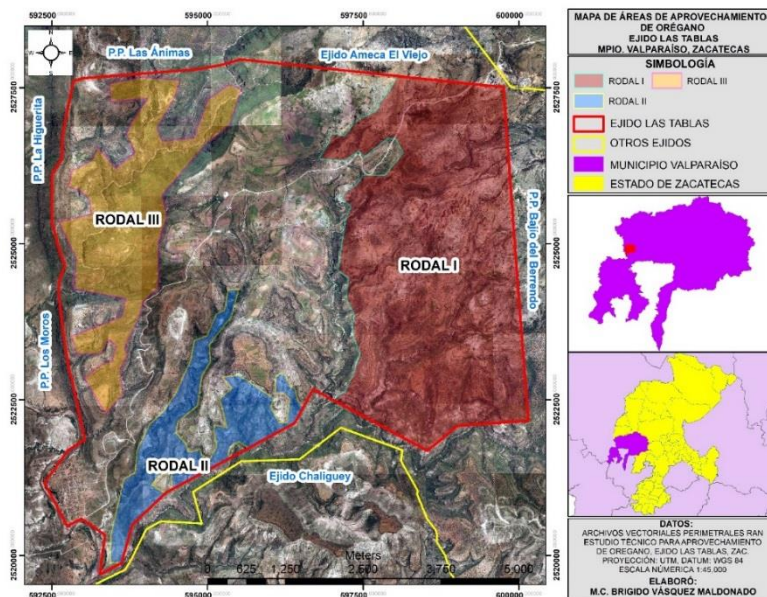


Figura 1. Mapa de áreas de aprovechamiento de orégano, ejido Las Tablas, Valparaíso, Zacatecas. Elaborado por Brígido Vásquez Maldonado (2019), con base en el estudio de Ortega-Valdez (2017).

Conclusiones

Aunque se dispone de un marco jurídico adecuado para proteger y conservar las existencias naturales de los PFNM, en SRT estos se han venido utilizando de manera empírica con base en sus experiencias, sin tomar en consideración en los hechos, planteamientos técnicos desarrollados por instituciones educativas y de investigación. A través de la presente investigación se pudo apreciar que las normas comunitarias existentes, se han ido estableciendo al paso del tiempo y de acuerdo con las circunstancias que se han manifestado. No obstante, se considera preponderante elaborar propuestas que contribuyan al aprovechamiento sustentable y racional del orégano en el ejido, partiendo del conocimiento y las prácticas locales que tienden a fomentar las acciones que coadyuven a mantener las poblaciones vegetales existentes a largo plazo. Además de promover la organización de los recolectores para mejorar sus canales de comercialización, pues el ingreso que obtienen las familias de este ejido por la recolección del orégano es muy importante para las familias, en especial las más pobres.

No se dispone de elementos técnicos suficientes para poder asegurar que las poblaciones de orégano estén disminuyendo en la región. Además del estudio técnico inicial para solicitar el permiso legal de aprovechamiento, se carece de herramientas de monitoreo que permitan cuantificar la dinámica de las poblaciones y su respuesta al corte y recolección, así como el estado de conservación de las poblaciones de orégano, teniendo hasta ahora solo la percepción de los recolectores en función del rendimiento de su jornada. Por ello se recomienda realizar un ejercicio interdisciplinario e interinstitucional que permita consensar y construir un método para el aprovechamiento del orégano con criterios de sustentabilidad que retome la experiencia y conocimiento de los ejidatarios y recolectores.

Literatura Citada

- Camacho, R. L. (2008). Productos Forestales No Maderables: Importancia e impacto de su aprovechamiento. *Revista Colombiana Forestal*, 215-231.
- De la Peña V., G., & Illsley, C. (2001). *Ecológica*. Recuperado el 13 de septiembre de 2020 de: <https://www.jornada.com.mx/2001/08/27/eco-a.html>
- Ortega V. M. (2017). Estudio técnico para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables, Orégano *Lippia graveolens*. Ejido Las Tablas, Mpio. Valparaíso, Zacatecas.

EVALUACIÓN DEL EFECTO HEPATOREPARADOR DEL EXTRACTO *Taraxacum officinale* EN RATAS LONG EVANS INDUCIDAS CON DAÑO HEPÁTICO CAUSADO POR CCl₄

Miguel Ángel Téllez-López^{1*}, José Jaime Pérez-Jacobo¹, Ana Patricia Segura-Pérez¹, Joaquín Ávalos-Soto¹, Concepción García-Luján¹

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Campus Gómez Palacio. Av. Artículo 123 s/n. Col. Filadelfia, Gómez Palacio, Durango. *Autor de correspondencia: mtellez@ujed.mx

Introducción

Las plantas son un parte integral de la vida en muchas comunidades rurales, además de ser fuente de alimentos, forraje, combustible, también se han utilizado como medicinas en la civilización humana. El diente de león (*Taraxacum officinale*), es ampliamente usado como medicina popular para el tratamiento de enfermedades entre las que se destacan el daño hepático, daño en la vesícula biliar, daño digestivo y enfermedades como la artritis reumatoide. El uso de plantas hoy en día es de gran ayuda para la salud de las personas ya que estas tienen muchos beneficios. Por lo anterior, en el siguiente trabajo de investigación se realizó la evaluación del efecto hepatoprotector del extracto *Taraxacum officinale* en ratas Long Evans, para lo cual se empleó tetracloruro de carbono CCl₄ como modelo de daño hepático, teniendo como resultado una fibrosis hepática notable. Así mismo se llevó a cabo la experimentación con diferentes grupos de ratas las cuales sirvieron como análisis de control positivo, control negativo, tratamiento con extracto metanólico y extracto acuoso teniendo una mejor respuesta a la terapia con extracto acuoso de *Taraxacum officinale*. Llegando a la conclusión que el extracto acuoso de la planta *Taraxacum officinale* demostró ser de gran ayuda y se podría emplear como coadyuvante contra enfermedades o trastornos de daño hepático mostrando un efecto hepatoprotector.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Químicas campus Gómez Palacio con el apoyo del cuerpo académico Ciencias Farmacoquímicas de Productos Naturales, así como del Bioterio de la Facultad de Medicina de la U.A. de C. campus Torreón. La especie vegetal utilizada fue el diente de león (*Taraxacum officinale*) la cual fue recolectada del campo del Ejido Reforma Durango., con las coordenadas siguientes: 25°43'11.1"N 103°22'31.2"W 25.719746, -103.375322. Un ejemplar de la especie fue montado en prensa botánica y se depositó en el Herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas, para su identificación taxonómica.

El material vegetal se colocó en un desecador con aireación por un periodo de cinco días a 45 ° C, una vez seco se procedió a la preparación de la infusión al 10 % y el extracto metanólico al 10 %. La infusión se liofilizo posterior a su procesamiento para eliminar el agua presente en la muestra. Para el extracto metanólico se empleó un rotavapor para la eliminación del solvente y posteriormente se metió a una estufa de vacío a una temperatura de 50 °C durante un periodo de 5 días para su sequedad total. En el experimento se utilizaron 30 ratas macho Long Evans las cuales fueron agrupadas aleatoriamente en 4 grupos proporcionadas por el bioterio de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Coahuila, con un peso de 150 -200 gramos. El periodo de administración tanto a grupos controles como a grupos tratamientos fue de 21 días con una administración diaria como se indica en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1. Descripción de grupos tratamientos y controles.

GI	GII	GIII	GIV
Control (+) Tetracloruro Sin tratamiento.	Control (+) Tetracloruro Con infusión acuosa de <i>Taraxacum</i> <i>officinale</i> en una concentración de 50 mg/kg.	Control (+) Tetracloruro Con infusión metanólica de <i>Taraxacum</i> <i>officinale</i> en una concentración de 50 mg/kg.	Control (-) Control sano sin daño hepático.

Para cumplir con los lineamientos internacionales sobre el uso adecuado de los animales de experimentación, el protocolo de investigación fue sometido al comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Coahuila y aprobado de acuerdo a la NOM-062-ZOO-1999. Se llevó a cabo un análisis del perfil hepático a las unidades experimentales., tanto previo al experimento como al término de los 21 días de tratamiento, en donde se determinaron bilirrubina total, bilirrubina directa, proteínas totales, albúmina, transaminasa glutámico-oxalacética (TGO) y fosfatasa alcalina. Posterior a los 21 días de tratamiento los animales fueron sacrificados en base a la NOM-062-ZOO-1999 y se les extrajo el hígado el cual se les realizaron cortes histológicos y se procesaron por medio de la tinción de hematoxilina-eosina.

Resultados y Discusión

En la Tabla 2 se muestran los pesos de las Unidades experimentales, se observa un incremento en el grupo control sano con respecto a los grupos tratamientos después de un mes. Cabe destacar que el grupo II al inicio del experimento mostraba una disminución de peso marcado con respecto a los demás grupos, lo cual puede explicar porque este grupo al final de los procedimientos tiene el menor peso en comparación de los demás grupos.

Tabla 2. Variables y pesos del modelo experimental.

Variables	Grupo 1 Con daño hepático sin tratamiento (n=6)		Grupo 2 Con daño hepático y tratamiento acuoso (n=6)		Grupo 3 Con daño hepático y tratamiento metanolico (n=6)		Grupo 4 Control sano (n=6)	
	Antes	Después de un mes	Antes	Después de un mes	Antes	Después de un mes	Antes	Después de un mes
Peso (g)	147.65± 19.83	266.96± 17.26	72.6± 9.41	236.61± 23.33	144.76 ± 18.89	262.38± 30.73	168.33± 39.00	290.73± 25.45

Con respecto al análisis del perfil hepático, en la Tabla 3 se muestran los resultados de las variables analizadas, la comparación de medias de los grupos tratamiento y controles, muestran diferencias significativas con respecto el grupo control sano y los tratamientos.

Tabla 3. Perfil hepático de los grupos control y tratamiento

Variables	Grupo 1 Con daño hepático sin tratamiento (n=6)		Grupo 2 Con daño hepático y tratamiento acuoso (n=6)		Grupo 3 Con daño hepático y tratamiento metanolico (n=6)		Grupo 4 Control sano (n=6)	
	Antes	Después de un mes	Antes	Después de un mes	Antes	Después de un mes	Antes	Después de un mes
Bt mg/dl	0.26± 0.12	0.25± 0.08	0.25± 0.54	0.20± 0.04	0.30± 0.16	0.28± 0.10	0.26± 0.10	0.2± 0
Bd mg/dl	0.16± 0.12	0.13± 0.05	0.31± 0.43	0.10± 0.04	0.11± 0.04	0.18± 0.10	0.13± 0.05	0.1± 0
Alb g/dl	7.28± 0.22	3.58± 0.11	7.36± 0.56	3.4± 0.38	8.13± 0.21	3.42± 0.27	8.03± 0.13*	3.68± 0.11
Pt g/dl	912.83± 358.01	7.58± 0.37*	658.5± 89.05	8.18± 0.35*	614.5± 113.32	8.08± 0.40	817.5± 43.71	8.16± 0.56
Glob g/dl	3.68± .021	4.05± 0.24*	3.68± 0.19	4.78± 0.48*	3.75± 0.13	4.5± 0.24**	3.6± 0.15	4.48± 0.58
Ag g/dl	3.6± 0.33	0.88± 0.03*	3.68± 0.39	0.71± 0.13*	4.4± 0.25	0.790± 0.10**	4.4± 0.26*	0.83± 0.12
Tgo U/L	1.01± 0.15	124.5± 19.34	0.985± 0.06	175.66± 65.00	0.73± 0.26	143.6± 25.06	0.78± 0.04*	167.5± 40.10#
Tgp U/L	109.16± 25.81	99.26± 18.68	127± 26.61	105.45± 41.35	93.83± 4.35	107.72± 27.97	96± 7.74	71.11± 15.01
Ldh U/L	71.4± 15.86	1097.16± 481.48	73.33± 19.43	1094.33± 141.63	64.66± 9.77	909.0± 661.13	82.66± 8.45	1171.66± 252.60
Falc U-L	935± 350.46	439.5± 70.27	1012.33± 384.15	380.83± 77.87	495.66± 169.98	494.0± 93.80&	621.16± 308.90	299.5± 107.40#
Ggt U/L	4.98± 0.44	6.31± 2.80	4.71± 0.53	5± 0	4.58± 0.20	5.02± 0.04	4.5± 0*	5± 0

* T test, p<0.05 (grupo 1 vs grupo 2) antes, ** T test, p<0.05 (grupo 1 vs grupo 3) después, # T test, p<0.05 (grupo 1 vs grupo 4) después, &T test, p<0.05 (grupo 1 vs grupo 3) después

En la Tabla 4, se muestra los resultados del análisis de la morfología del hígado de los grupos tratamientos y controles, en los grupos I, II y III se observa un deterioro del tejido, sin embargo el grupo I es el que muestra mayor aparición de mal formaciones con respecto al grupo II y III, siendo el de mayor recuperación el grupo III mostrando una mejoría de tejido.

Tabla 4. Análisis histopatológico de grupos tratamientos y controles.

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4	
	% de aparición	Grado de daño	% de aparición	Grado de daño	% de aparición	Grado de daño	% de aparición	Grado de daño
Binucleación	10.8		5.4		1.7		5.6	
Megacariocitosis	4.8		8.7		3.6		0	
Nucleomorfismon	15.7		22.7		14.3		0	
Citoplasma eosinófilo	10.6		1.2		0.6		0	
Hinchazón celular	4.5		2.0		0.6		0	
Vacuolización de hepatocitos	0		0		0		0	
Hiperplasia de conductos biliares	-	3	-	2.4	-	1.3	-	0
Fibroplasia	-	0	-	1	-	0	-	0

Los pesos de las ratas muestran una elevada diferencia significativa en el grupo IV que es el grupo de ratas sanas con respecto a los demás grupos. Según Aceves-Martins en el 2014 los pacientes con daño hepático muestran una disminución de peso, esto debido a que quienes padecen esta patología tienen disminuida la utilización y capacidad de almacenamiento de carbohidratos, además de un aumento en el catabolismo de proteínas y grasas. Esta situación, sumada a una baja ingesta y mala absorción de nutrientes, provoca que en esta población los índices de malnutrición sean elevados.

El análisis histopatológico muestra diferencias significativas en el grupo IV con respecto a los grupos I, II y III, sin embargo, existe un daño más marcado en el grupo I a diferencia de los grupos II y III, lo cual confirma lo descrito por Asqui (2012) en donde encontró que *Taraxacum officinale* tiene un efecto hepatorreparador lo cual se manifiesta en este estudio ya que el daño en los grupos II y III no es tan severo como en el grupo que no tiene tratamiento (Asqui *et al.*, 2012).

El presente estudio confirma la acción hepatoprotectora contra la inducción del daño hepático por el CCl₄, a diferencia con otros estudios en este estudio se utilizó toda la parte de la planta, que es la usada comúnmente por la población y en particular en las comunidades rurales. Con estos resultados se confirma el uso de la especie en la medicina tradicional para padecimientos hepáticos (Asqui *et al.*, 2012).

Conclusiones

Los pesos de las ratas con daño hepático sin tratamiento, muestran una disminución de peso en relación con el grupo 4 sano mientras que los grupos tratamientos muestran una recuperación en ganancia de peso con respecto al grupo sin tratamiento.

Los parámetros observados en el perfil bioquímico muestran un deterioro en la función hepática en el grupo enfermo sin tratamiento y los grupos con tratamientos, sin embargo, se observa una recuperación de los niveles bioquímicos en los grupos con tratamiento observándose una mejoría mayor en el tratamiento acuso en relación al grupo sano.

El examen histopatológico muestra una fibrosis aguda en el grupo sin tratamiento y de leve a moderada en los grupos con tratamiento, sin embargo, se observa una recuperación más marcada en su morfología en los grupos con tratamiento acuoso con respecto al grupo metanólico y sin tratamiento.

El extracto acuoso de la planta *Taraxacum officinale* demostró ser de gran ayuda y se podría emplear como coadyuvante contra enfermedades o trastornos de daño hepático mostrando un efecto hepatoprotector.

Literatura Citada

- Aceves M. Magaly. 2014. Cuidado nutricional de pacientes con cirrosis hepática. *Nutrición Hospitalaria*, 29(2), 246-258. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.29.2.7024>
- Betro M.G. Significance of increased alkaline phosphatase and lactate dehydrogenase activities coincident with normal serum bilirubin. *Clin Chem* 1972; 18: 1427-1429.
- Burke M.D. Liver function. *Hum Pathol* 1975; 6: 273-286.
- Davaatseren M., Haeng Jeon Hur., Jeong Yang H., Taek Hwang J., Ho Park J., Jin Kim H., Sunny Kim M., Jung Kim M., Young kwon D. Y Jeong Sung M. 2012. Dandelion Leaf Extract Protects Against Liver Injury Induced by Methionine- and Choline-Deficient Diet in Mice. *Journal of Medicinal Food*. 26-33. DOI: 10.1089/jmf.2012.2226 DOI: <https://doi.org/10.22516/25007440.177>
- Dufour D.R, Lott J.A, Nolte F.S, Gretch D.R, Koff R.S, Seeff L.B. 2000. Diagnosis and monitoring of hepatic injury. II. Recommendations for use of laboratory tests in screening, diagnosis, and monitoring. *Clin Chem*; 46: 2050-2068.
- Gopal D.V., Rosen H.R. 2000. Abnormal findings on liver function tests. Interpreting results to narrow the diagnosis and establish a prognosis. *Postgrad Med*; 107: 100-102, 105-109, 113-104.
- Johnston D.E. 1999. Special considerations in interpreting liver function tests. *Am Fam Physician*; 59: 2223-2230.
- Kamath P.S. 1996. Clinical approach to the patient with abnormal liver test results. *Mayo Clin Proc*; 71: 1089-1094; quiz 1094-1085.
- Mahesh A., Jeyachandran R., Cindrella L., Thangadurai D., Veerapur V.P., y Muralidhara Rao D. 2010. Hepatocurative potential of sesquiterpene lactones of *Taraxacum Officinale* on carbon tetrachloride induced liver toxicity in mice. *Acta Biologica Hungarica* 61(2), pp. 175–190. DOI: 10.1556/ABiol.61.2010.2.6
- Pincus M.R, Tierno P, Dufour D.R. Evaluation of liver function. 2007. In Henry's clinical diagnosis and management by laboratory methods, McPherson, Pincus, M.R. 21st edition, Saunders Elsevier; China. 263-278.
- Schutz K., Carle R. Y Schieber A. 2006. *Taraxacum* A review on its phytochemical and pharmacological profile. *Science direct* 107 313-323. doi:10.1016/j.jep.2006.07.021.

DIVERSIDAD Y ECOLOGÍA DE PLANTAS VASCULARES EN AMBIENTES ANTROPIZADOS DE LA COMARCA LAGUNERA (COAH-DGO), MÉXICO

Raúl López-García^{1*}, Omag Cano-Villegas¹, Gisela Muro-Pérez¹, Jaime Sánchez-Salas¹

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Botánica-Herbario JAAA. Campus Gómez Palacio. Av. Universidad s/n. Col. Filadelfia, C. P. 35010. Gómez Palacio, Durango.

*Autor de correspondencia: logr@chapingo.urzu.edu.mx

Introducción

Uno de los mayores retos para la ecología en el siglo XXI es comprender un mundo natural en el cual varios de los procesos ecológicos son moldeados por los humanos. Más de la mitad de la población humana vive en áreas urbanas donde la mayoría de los recursos y energía son utilizados. Por lo tanto, las áreas urbanas son lugares paradigmáticos para la ecología del Antropoceno y para la transformación de la sociedad hacia un futuro sustentable (Kueffer, 2020). Las ciudades pueden ser ricas en biodiversidad y particularmente la flora sinantrópica representa un laboratorio natural para el estudio de la evolución (Hanan y Vibrans, 2015). Sin embargo, este grupo vegetal ha sido poco estudiado en cuanto a su florística, biogeografía y ecología, sobre todo si se considera la superficie que cubren y su relación cercana con las actividades humanas (Martínez *et al.* 2015). Parte del desconocimiento puede ser atribuido en parte, a la incapacidad de percibir a las plantas en nuestro ambiente inmediato, término definido como *plant blindness* (Sundberg, 2001). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es conocer la diversidad de plantas vasculares en ambientes antropizados de la Comarca Lagunera, así como datos referentes al hábitat, dispersión, formas biológicas y usos potenciales.

Materiales y Métodos

Entre 2018 y 2020 fueron realizadas 21 salidas para la colecta de plantas vasculares en canales de riego, banquetas, camellones, lotes baldíos y vías férreas de la Comarca Lagunera. Las técnicas de colecta se basan en las metodologías propuestas por Lot y Chiang (1986). Los ejemplares fueron herborizados en el Herbario Jorge Arturo Alba Ávila de la Universidad Juárez del Estado de Durango. La identificación fue realizada con claves taxonómicas y la nomenclatura fue estandarizada con la base de datos International Plant Name Index (IPNI, 2020). Paquetes de duplicados serán enviados a los herbarios ANSM, CIIDIR y URUZA.

Resultados y Discusión

Un total de 121 especies pertenecientes a 102 géneros y 32 familias botánicas fueron identificadas. La riqueza específica es similar a las 125 especies reportadas por Martínez *et al.* (2015) para Malinalco, Edo. Mex. y menor a las 317 especies reportadas por Díaz (1999) para la Ciudad de México. Las familias más diversas de la flora sinantrópica en la Comarca Lagunera son Asteraceae, Poaceae, y Fabaceae (Figura 1). Este resultado corresponde en parte a lo reportado por (Villaseñor 2016) respecto a las familias con mayor riqueza para la flora vascular nativa de México. Las banquetas y camellones son los sitios con mayor cantidad de especies registradas (101), lo cual puede atribuirse a la función como corredor ecológico entre comunidades arvenses y ruderales, a la vez que pueden ser la vía de entrada y establecimiento de otras especies (Espinosa y Villaseñor, 1998). Las cinco especies con mayor incidencia son *Amaranthus palmeri*, *Convolvulus arvensis*, *Euphorbia prostrata*, *Solanum elaeagnifolium* y *Cenchrus ciliaris*. Dicha incidencia puede atribuirse a que las diásporas de la mayoría de las especies presentan diversos mecanismos de dispersión, evidenciadas por estructuras tales como vilanos, aquenios y alas membranosas.

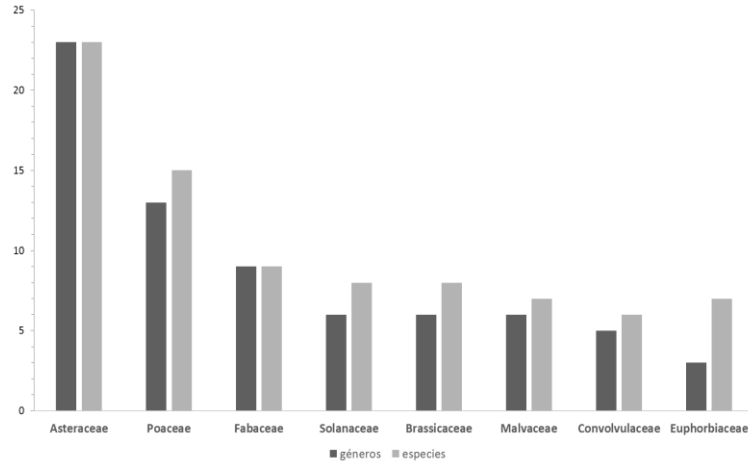


Figura 1. Familias botánicas con mayor diversidad en la flora sinantrópica de la Comarca Lagunera.

Conclusiones

Las vías de comunicación son el ambiente con mayor riqueza florística. Existe una relación entre el tipo de dispersión de diásporas y la composición de las comunidades ruderales. Las herbáceas postradas funcionan como especies pioneras en la sucesión vegetal secundaria. El uso medicinal y alimenticio destacan entre los usos potenciales de las especies con amplia distribución en la zona metropolitana La Laguna.

Literatura Citada

- Hanan, A. y Vibrans, H. 2015. Las malezas: un laboratorio natural para el estudio de la evolución. *Revista Fuente nueva época* 2020 (6): 41-47.
- International Plant Name Index (IPNI). 2020. Consultado de enero-octubre de 2020 de: <https://www.ipni.org/>
- Kueffer, C. 2020. Plant Sciences for the Anthropocene: What can we learn from research in urban areas? *Plants People Planet* 2020 (2): 286-289.
- Lot, A. y Chiang, F. 1986. Manual de Herbario. Administración, Manejo de Colecciones, Técnicas de Recolección y Preparación de Ejemplares Botánicos. México, DF: Consejo Nacional de la Flora de México A.C. ISBN: 968-6144-00-5.
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (87): 559-902.

ESTIMACIÓN DE BIOMASA FORESTAL AÉREA EN BOSQUE TEMPLADO DEL ESTADO DE DURANGO

Ramón Trucíos-Caciano^{1*}, Ernesto A. Rubio-Camacho², Sergio A. Vilela-Gaytán³, Christoph Kleinn⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. Km. 6.5 Canal de Sacramento, C.P. 35140, Gómez Palacio, Durango, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

³ Comisión Nacional Forestal. Departamento de Inventario Forestal. Zapopan Jalisco, México. ⁴ Universidad de Göttingen. AWF Cátedra de inventarios forestales y sensoria remota. Büsgenweg 5. 37077 Göttingen. Alemania. * Correo para correspondencia:

Introducción

La biomasa es la materia de organismos vivos o muertos en un lugar específico, expresada en peso por unidad de área o por unidad de volumen (GTOS & FAO, 2009). La biomasa en las plantas son los individuos o parte de ellos encontrados sobre el suelo, como los árboles, cultivos, etc., o debajo del suelo como las raíces (FAO, 2006). La biomasa forestal aérea (*BFA*) en los árboles, es toda la materia sobre el suelo compuesta por troncos, ramas, hojas, semillas y corteza (IPCC, 2006). El método directo de estimación de *BFA* implica la medición del árbol en pie, derribo, secado y pesado hasta obtener el peso seco del árbol. Este método es impráctico aplicarlo a grandes áreas debido que se busca estimar el almacenamiento de la *BFA* sin destruir el bosque (Magnussen & Reed, 2015). En su lugar, se aplican métodos indirectos que emplean datos de árboles en pie (variables predictivas) para calcular ecuaciones de regresión que relacionan la *BFA* con los datos de árboles en pie (Picard *et al.*, 2012). Una vez calculada la *BFA* por árbol, esta se agrega a nivel parcela, considerando el diseño de muestreo aplicado (McRoberts *et al.*, 2015). Al estimar la *BFA* con información de parcelas, existen “huecos” de información; es decir, áreas que no fueron seleccionadas para el muestreo y de las cuales no se tiene datos medidos. En estos huecos de información, se pueden emplear técnicas de sensoria remota para la estimación de la *BFA* (Sarker & Nichol, 2011). La estimación indirecta de la *BFA* es reportada en México cada cinco años con información del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (*INFyS*) (Sousa *et al.*, 2017). El monitoreo de *BFA* con sensoria remota, incrementa la frecuencia de estimación de *BFA* y complementa la estimación realizadas con los datos del *INFyS* (GTOS & FAO, 2009). El objetivo de este estudio fue evaluar la estimación de *BFA* con los datos del *INFyS* en comparación con la combinación de datos del *INFyS* y sensoria remota, específicamente utilizando imágenes de Landsat.

Materiales y Métodos

Los datos de campo del *INFyS* se registraron para diferentes niveles de agregación de acuerdo con el tipo de vegetación (Tabla 1). Esta información fue generada en campo por el *INFyS* y fue utilizada con la Vegetación y uso de suelo desarrollada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) elaborada con interpretación de imágenes de satélite Landsat y SPOT (INEGI, 2017).

Tabla 1. Niveles de agregación utilizados para clasificar la vegetación relacionada al número de conglomerados registrados en el *INFyS* (CONAFOR, 2012).

<i>INFyS</i>	Nivel de agregación de la vegetación	
	Ecosistema	Estrato
2004-2009	Bosque templado, 1662 Conglomerados (C)	Bosque de coníferas, 292 C
		Bosque mixto, 1033 C
		Bosque de encino, 337 C
2009-2014	Bosque templado, 1635 C	Bosque de coníferas, 216 C
		Bosque mixto, 1156 C
		Bosque de Encino, 263 C

Las imágenes de satélite empleadas en este estudio fueron Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI, para los dos periodos analizados. Las escenas LT1 (nivel estándar-uno con corrección de terreno) en valores de reflectancia y con un porcentaje de nubosidad menor al 20%, fueron solicitadas a través del portal del Servicio Geológico de Estados Unidos de América (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). La biomasa forestal aérea (W), reportada en $Mg\ ha^{-1}$, fue calculada utilizando las mediciones realizadas en el INFyS, junto con el uso de ecuaciones alométricas. Las variables predictoras para BFA fueron bandas espectrales, índices de vegetación y texturas GLCM, calculadas con la información de las imágenes de Landsat. La BFA fue estimada en campo y modelada con sensoria remota con las variables predictoras de la Tabla 2. Para las variables predictoras se aplicó una ventana de 3X3 para calcular el valor medio del pixel.

Tabla 2. Variables predictoras (VP) calculadas con imágenes Landsat utilizadas para evaluar los modelos de estimación de BFA.

Landsat 5 (2007)	Landsat 8 (2013)
<u>Bandas Espectrales (6)</u> R, G, B, NIR, SWIR1, SWIR2	<u>Bandas Espectrales (7)</u> Coastal, R, G, B, NIR, SWIR1, SWIR2
<u>Índices de Vegetación (10)</u> ARVI, EVI, MSAVI, NDMI, NDVI, SR, SRG, SATVI, SAVI, WDRVI	<u>Índices de Vegetación (10)</u> ARVI, EVI, MSAVI, NDMI, NDVI, SR, SRG, SATVI, SAVI, WDRVI
<u>Mediciones de textura (243)</u> -9 Imágenes: Red, Green, Blue, NIR, ARVI, NDVI, SR, SRG, WDRVI -3 Ventana móvil: 3X3(3), 7X7(7), 11X11(11) -9 Texturas GLCM: MN, VA, HC, CR, CO, DI, EN, ASM, HO	<u>Mediciones de textura (243)</u> -9 Imágenes: Red, Green, Blue, NIR, ARVI, NDVI, SR, SRG, WDRVI -3 Ventana móvil: 3X3(3), 7X7(7), 11X11(11) -9 Texturas GLCM: MN, VA, HC, CR, CO, DI, EN, ASM, HO
259 variables	260 variables

Los modelos de estimación de BFA se obtuvieron con una regresión paso a paso. La estructura de los modelos utilizados fue:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \tag{Ecuación 1}$$

Donde: y_i es la BFA; x_n son las variables predictoras; β_n son los coeficientes de regresión a estimar; ε es el error del modelo.

Los modelos se seleccionaron de acuerdo al mayor coeficiente de determinación (R^2) y el nivel de significancia de las variables predictoras ($p\text{-value} < 0.05$). Se usó el factor de variación de la relación (VIF) para estimar la colineariedad de las variables predictoras (Günlü *et al.*, 2014), Usando el VIF, los modelos sin multicolinealidad fueron seleccionados.

Se utilizó una validación cruzada para evaluar el modelo (Langford, 2005), dividiendo los datos en K secciones donde el modelo fue evaluado, y repitiendo N veces el proceso, la precisión del modelo (RMSE) fue el promedio de las repeticiones realizadas. La evaluación de los modelos incluyó la estimación de sesgos absolutos y relativos por modelo, comparadas con las estimación de los datos medidos en el INFyS (Fuchs *et al.*, 2009).

Las siguientes ecuaciones se utilizaron para la estimación del sesgo:

$$\text{Sesgo absoluto} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{x}_i - x_i) \tag{Ecuación 2}$$

$$\text{Sesgo relativo} = \left(\text{Sesgo} \right) \text{ en } \% = \frac{\text{Sesgo}}{\bar{x}} * 100 \tag{Ecuación 3}$$

Donde: \hat{x}_i fueron los valores estimados por el modelo ajustado (BFA); x_i fueron los valores observados por el INFyS (BFA); \bar{x} fue el valor promedio observado (BFA).

Resultados y Discusión

Los modelos ajustados a *BFA* (*W*) fueron estimados para los dos periodos estudiados del *INFyS* (2004-2009 y 2009-2014). Los modelos, junto con las imágenes Landsat 5 (2007) y Landsat 8 (2013), se presentan en la Tabla 3. Los elementos contenidos en esta tabla incluyen el tipo de vegetación, variable respuesta, error estándar del estimador (*EE*), significancia ($p = p > |t|$), y el coeficiente de determinación (*R*²). Dos modelos fueron ajustados para cada tipo de vegetación, el primero únicamente con la variable *NDVI* y el segundo con la selección de variables en regresión paso a paso (*SW*). Los modelos fueron estimados para el bosque templado (*BT*), bosque de pino (*BP*), bosque de encino (*BE*) y bosque mixto (*BM*).

Tabla 3. Modelos ajustados para *BFA* (*W*), estimados para información del *INFyS* 2004-2009 y 2009-2014.

	<i>INFyS</i> (2004-2009)				<i>INFyS</i> (2009-2014)				
	Modelo <i>NDVI</i>		Regresión <i>SW</i>		Modelo <i>NDVI</i>		Regresión <i>SW</i>		
Bosque Templado (<i>BT</i>)									
<i>VR</i>	Int	<i>ND3³</i>			Int	<i>ND3⁴</i>			
<i>Est</i>	-142.74	325.14			-128.70	315.70			
<i>EE</i>	4.21	6.85			3.69	6.28			
<i>p-value</i>	<2E-16	<2E-16			<2E-16	<2E-16			
<i>R</i> ²	0.601				0.633				
Estrato Bosque de coníferas (<i>EBC</i>)									
<i>VR</i>	Int	<i>ND3⁶</i>	Int	<i>SR3⁷</i>	Int	<i>ND3⁷</i>	Int	<i>SR3⁸</i> <i>ND3HC⁹</i>	
<i>Est</i>	-215.2	398.20	192.71	-291.09	-184.50	366.90	319.80	-343.30 -41.40	
<i>EE</i>	11.8	17.80	6.63	12.89	11.60	18.60	55.00	28.00 18.30	
<i>p-value</i>	<2E-16	<2E-16	<2E-16	<2E-16	<2E-16	<2E-16	<2E-16	<2E-16	
<i>R</i> ²	0.646		0.646		0.660		0.674		
Estrato Bosque mixto (<i>EBM</i>)									
<i>VR</i>	Int	<i>ND3¹⁰</i>	Int	<i>ND3¹⁰</i>	<i>Rd11HC¹¹</i>	Int	<i>ND3¹⁴</i>	Int	<i>SR3¹⁵</i> <i>AR11MN¹⁶</i>
<i>Est</i>	-129.88	333.34	479.90	243.00	-466.60	-111.57	312.19	-467.20	-198.80 404.00
<i>EE</i>	5.31	8.98	72.90	13.10	56.10	4.31	7.60	123.60	19.40 71.10
<i>p-value</i>	<2E-16	<2E-16	7.50E-11	<2E-16	2.90E-16	<2E-16	<2E-16	1.6E-4	<2E-16 1.7E-8
<i>R</i> ²	0.600		0.598			0.619		0.618	
Estrato Bosque de encino (<i>EBE</i>)									
<i>VR</i>	Int	<i>ND3¹⁴</i>	Int	<i>SR3¹⁵</i>	Int	<i>ND3²¹</i>	Int	<i>SWIR2_3²²</i> <i>MSA3²³</i>	
<i>Est</i>	214.94	-131.55	92.41	-176.86	774.30	-687.50	807.07	-0.08 -670.01	
<i>EE</i>	12.55	9.09	3.88	11.44	65.30	60.50	77.56	0.02 71.66	
<i>p-value</i>	<2E-16	<2E-16	7.50E-11	<2E-16	<2E-16	<2E-16	<2E-16	9.1E-5	<2E-16
<i>R</i> ²	0.414		0.422			0.372		0.388	

Al aplicar texturas GLCM e índices de vegetación, diferentes al *NDVI*, se optimizaron las estimaciones de *BFA* (D. Lu, 2005). Resultados similares han sido encontrados por Ou *et al.*, (2019) utilizando texturas de correlación, varianza y disimilaridad, con bandas espectrales y ventanas de 3X3 hasta 7X7, en estimaciones de *BFA* en bosque de coníferas con Landsat. La mejoría en la estimación de *BFA* con texturas se relacionó con cambios en la estructura del bosque (Sarker & Nichol, 2011), así como la complejidad de la estructura de la copa (Ou *et al.*, 2019); lo anterior, una importante característica del bosque templado en Durango (CONAFOR, 2014a). En el mismo sentido, Cartus *et al.*, (2014) encontraron una alta sensibilidad en la banda *SWIR* para la estimación de *BFA*, al igual que Molinier *et al.*, (2016) con *SWIR2*.

En los modelos ajustados, se estimaron el sesgo absoluto y relativo (*Sesgo*, *Sesgo*). Los resultados se reportan en la Tabla 4, junto con la *RMSE*, *CV* (*RMSE/mediana*), y la *R*².

Tabla 4. Estimadores de sesgo y bondad de ajuste de los modelos de *BFA (W)* estimados a partir de información del *INFyS* en Durango, México.

	<i>INFyS</i> 2004-2009					<i>INFyS</i> 2009-2014				
	R ²	RMSE Mg ha ⁻¹	CV %	Sesgo Mg ha ⁻¹	Sesgo _r %	R ²	RMSE Mg ha ⁻¹	CV %	Sesgo Mg ha ⁻¹	Sesgo _r %
<i>BT (NDVI)</i>	0.601	24.50	40.48	-3.37	-5.57	0.633	23.93	39.65	-3.52	-5.84
<i>EBC (NDVI)</i>	0.646	24.37	47.21	-3.91	-7.58	0.660	23.88	51.71	-3.61	-7.82
<i>EBC (Reg SW)</i>	0.646	24.21	46.90	-3.59	-6.95	0.674	23.20	50.25	-3.28	-7.11
<i>EBM (NDVI)</i>	0.600	25.50	36.04	-3.53	-4.99	0.619	25.22	36.75	-3.67	-5.34
<i>EBM (Reg SW)</i>	0.598	24.71	34.92	-3.98	-5.62	0.618	25.18	36.69	-3.26	-4.78
<i>EBE (NDVI)</i>	0.414	17.35	47.48	-1.87	-5.13	0.372	16.76	47.87	-2.27	-6.49
<i>EBE (Reg SW)</i>	0.422	17.05	46.67	-1.41	-3.87	0.388	16.06	45.87	-1.77	-5.07

La subestimación explica porque al incorporar la variabilidad de las imágenes de Landsat los valores obtenidos por el método basado en muestreo, disminuye en un rango de 9 y 13%, para los dos periodos estudiados, respectivamente.

Las estimaciones de la regresión lineal fueron comparadas con las estimaciones basadas en el muestreo hechas con los datos del *INFyS*. Los estimadores ($\hat{\mu}$, $\hat{\sigma}$, *EE*, *ER*) calculados para ambos métodos, se muestran en la Tabla 5. Esta tabla contiene el almacenamiento total de *BFA (Tg)* y la incertidumbre calculada para la estimación de *BFA (uTg)*. Las estimaciones por estrato de vegetación, fueron sumadas y reportadas como bosque templado unido (*BTU*).

Tabla 5. Estimadores de *BFA (W)* empleando métodos basados en muestreo de inventario forestal y modelos de regresión, aplicados al bosque templado de Durango.

	Tiempo	Área	Biomasa forestal aérea (<i>W</i>)					Almacenamiento	
			$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	<i>EE</i>	<i>ER</i>	<i>Tg</i>	<i>uTg</i>	
Basado en muestreo	<i>INFyS</i> 04-09	<i>Ha</i>	Mg ha ⁻¹						
	<i>BT (n=1662)</i>	5152172.76	64.31	77.80	1.93		331.34	± 9.94	
	<i>EBP (n=537)</i>	2356073.28	48.31	85.49	3.86		113.82	± 9.09	
	<i>EBM (n=1281)</i>	1906699.05	77.48	96.03	2.79		147.73	± 5.32	
	<i>EBE (n=526)</i>	889400.43	35.52	44.71	2.09		31.59	± 1.86	
			Suma de almacenamiento (<i>BTU</i>)					293.64	±10.70
	<i>INFyS</i> 09-14								
	<i>BT (n=1635)</i>	5104018.71	64.77	77.69	1.94		330.59	± 9.90	
	<i>EBP (n=264)</i>	2338481.43	51.82	87.09	5.49		121.18	±12.84	
	<i>EBM (n=1190)</i>	1883999.43	73.12	83.28	2.45		137.76	± 4.62	
<i>EBE (n=295)</i>	880943.85	36.84	39.59	2.40		32.45	± 2.11		
		Suma de almacenamiento (<i>BTU</i>)					294.67	±13.81	
Basado en modelo	Landsat 5, 2007	<i>Ha</i>	Mg ha ⁻¹						
	<i>BT (n=1662)</i>	5152172.76	58.56	31.43	0.86	5.1	301.71	± 4.42	
	<i>EBP (n=292)</i>	2356073.28	62.11	31.27	2.02	3.7	146.34	± 4.76	
	<i>EBM (n=1033)</i>	1906699.05	56.57	32.73	1.11	6.4	107.86	± 2.11	
	<i>EBE (n=337)</i>	889400.43	34.90	15.38	1.37	2.3	31.04	± 1.22	
			Suma de almacenamiento (<i>BTU</i>)					285.76	± 5.35
	Landsat 8, 2013								
	<i>BT (n=1635)</i>	5104018.71	57.03	32.51	0.89	4.7	291.08	± 4.55	
	<i>EBP (n=216)</i>	2338481.43	61.64	33.97	2.26	5.9	144.14	± 5.28	
	<i>EBM (n=1156)</i>	1883999.43	52.18	31.59	1.06	5.4	98.31	± 1.99	
<i>EBE (n=263)</i>	880943.85	35.10	14.88	1.43	2.8	30.92	± 1.26		
		Suma de almacenamiento (<i>BTU</i>)					276.39	± 5.79	

En este trabajo, se compararon las estimaciones obtenidas por ambos métodos empleando la eficiencia relativa (*ER*). *ER* representa el número de veces que la varianza en estimación de *BFA* se reduce utilizando imágenes Landsat, tomando en cuenta que el uso de estas imágenes es gratuito y no implica costos adicionales (González-Alonso *et al.*, 1997). Una *ER* igual a 1.5 indica que el resultado de estimar *BFA* con imagen Landsat es equivalente a incrementar 50% el tamaño de muestra (Næsset *et al.*, 2016).

Conclusiones

La subestimación obtenida en el método basado en modelos está relacionada con la saturación de la imagen Landsat al representar la *BFA*. A pesar de haberse optimizado las estimaciones incluyendo textura GLCM en el modelo de predicción (con una *ER* positiva), no se evitó el fenómeno de saturación. Para mejorar las estimaciones, se propone el uso de imágenes radar e incluir la altura de la vegetación, esta última debido a su relación con el volumen del árbol, que a su vez está relacionado con la *BFA*. Este trabajo provee la metodología para combinar información obtenida con trabajo de campo y sensoria remota para mejorar la estimación de *BFA* en el bosque templado de Durango y en sus estratos. Esta metodología puede ser replicada en México debido a que los materiales empleados son de dominio público (bajo expresa solicitud) para ser procesados.

Literatura Citada

- Cartus, O., Kelldorfer, J., Walker, W., Franco, C., Bishop, J., Santos, L., & Fuentes, J. M. M. (2014). A national, detailed map of forest aboveground carbon stocks in Mexico. *Remote Sensing*, 6(6), 5559–5588. <https://doi.org/10.3390/rs6065559>
- CONAFOR. (2012). *National Forest and Soil Inventory of Mexico. Report 2004-2009*. CONAFOR (Vol. 1). Zapopan, Jalisco, Mexico: National Forest Commission (CONAFOR). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- CONAFOR. (2014). *Forest and soil inventory - Durango 2013*. Tlalpan, Mexico.
- FAO. (2006). *Global Forest Resources Assessment 2005*. Rome, Italy. [https://doi.org/ISBN 92-5-105481-9](https://doi.org/ISBN%2092-5-105481-9)
- Fuchs, H., Magdon, P., Kleinn, C., & Flessa, H. (2009). Estimating aboveground carbon in a catchment of the Siberian forest tundra: Combining satellite imagery and field inventory. *Remote Sensing of Environment*, 113(3), 518–531. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.07.017>
- González-Alonso, F., Cuevas, J. M., Arbiol, R., & Baulies, X. (1997). Remote sensing and agricultural statistics: crop area estimation in north-eastern Spain through diachronic Landsat TM and ground sample data. *Remote Sensing*, 18(2), 467–470.
- GTOS, & FAO. (2009). *Biomass. Assessment of the status of the development of the standards for the terrestrial essential climate variables* (Vol. 10). Rome, Italy.
- Günlü, A., Ercanlı, I., Başkent, E. Z., & Çakır, G. (2014). Estimating aboveground biomass using Landsat TM imagery: A case study of Anatolian Crimean pine forests in Turkey. *Annals of Forest Research*, 57(2), 289–298. <https://doi.org/10.15287/afr.2014.278>
- INEGI. (2017). *Guide to the interpretation of cartography: land use and vegetation*. (INEGI, Ed.), Scale 1:250,000: series VI. (First). Aguascalientes, Mexico: National Institute of Statistic and Geography (INEGI).
- IPCC. (2006). Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. In S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe (Eds.), *2006 IPCC Guidelines for National*.
- Langford, J. (2005). The Cross Validation Problem. In P. Auer & R. Meir (Eds.), *Learning Theory. COLT 2005. Lecture Notes in Computer Science, vol 3559* (pp. 687–688). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/11503415_47
- Lu, D. (2005). Aboveground biomass estimation using Landsat TM data in the Brazilian Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, 26(12), 2509–2525. <https://doi.org/10.1080/01431160500142145>
- Magnussen, S., & Reed, D. (2015). Modelling for estimation and monitoring. In FAO (Ed.), *Knowledge reference for national forest assessments* (First, pp. 111–136). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization (FAO). Retrieved from <http://www.fao.org/forestry/fma/73411/en/>
- McRoberts, R. E., Tomppo, E. O., & Czaplowski, R. L. (2015). Sampling designs for national forest assessments. In FAO (Ed.), *Knowledge reference for national forest assessments* (First, pp. 23–40). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization (FAO). Retrieved from <http://www.fao.org/forestry/fma/73411/en/>
- Molinier, M., López-Sánchez, C. A., Toivanen, T., Korpela, I., Corral-Rivas, J. J., Tergujeff, R., & Häme, T. (2016). Relasphone-mobile and participative in situ forest biomass measurements supporting satellite image mapping. *Remote Sensing*, 8(869), 1–23. <https://doi.org/10.3390/rs8100869>

- Næsset, E., Ørka, H. O., Solberg, S., Bollandsås, O. M., Hansen, E. H., Mauya, E., ... Gobakken, T. (2016). Mapping and estimating forest area and aboveground biomass in miombo woodlands in Tanzania using data from airborne laser scanning, TanDEM-X, RapidEye, and global forest maps: A comparison of estimated precision. *Remote Sensing of Environment*, 175, 282–300. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.01.006>
- Ou, G., Li, C., Lv, Y., Wei, A., Xiong, H., Xu, H., & Wang, G. (2019). Improving aboveground biomass estimation of *Pinus densata* forests in Yunnan using Landsat 8 imagery by incorporating age dummy variable and method comparison. *Remote Sensing*, 11(7), 738. <https://doi.org/10.3390/rs11070738>
- Picard, N., Saint-André, L., & Henry, M. (2012). *Manual for building tree volume and biomass allometric equations: from field measurement to prediction*. (FAO, Ed.), Cirad (First). Rome, Italy: CIRAD and Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO).
- Sarker, L. R., & Nichol, J. E. (2011). Improved forest biomass estimates using ALOS AVNIR-2 texture indices. *Remote Sensing of Environment*, 115(4), 968–977. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.11.010>
- Sousa, A. M. O., Gonçalves, A. C., & Marques da Silva, J. R. (2017). Above-ground biomass estimation with high spatial resolution satellite images. In J. S. Tumuluru (Ed.), *Biomass volume estimation and valorization for energy* (1st ed., pp. 47–70). IntechOpen.

MODELACIÓN DEL NICHÓ ECOLÓGICO DE LA AGUILILLA DE HARLAN (*Buteo jamaicensis harlani*) DURANTE LA TEMPORADA NO REPRODUCTIVA

Israel Moreno-Contreras^{1,2*}

¹Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, Ciudad de México 04510, México. ²Museo de Zoología, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, A.P. 70-399, Ciudad de México 04510, México. *Autor de Correspondencia: Israel.moreno.contreras@gmail.com

Introducción

La distribución de una especie está ecológicamente limitada por la tolerancia fisiológica a las condiciones ambientales y el acceso a los recursos (Zurell, 2017). Por ejemplo, se plantea la hipótesis de que algunas especies de aves canoras aparentemente explotan nichos climáticos específicos durante la migración y cuando se encuentran en áreas de invernada (Nakazawa et al., 2004); esto puede constituir un subconjunto de las condiciones climáticas en las que estas especies teóricamente podrían persistir durante la temporada reproductiva (Soberón y Peterson, 2005).

Un enfoque comúnmente utilizado para evaluar los factores relacionados con la distribución de especies es el Modelado de Nichos Ecológicos (MNE), mediante el cual, la distribución observada de una especie (representada a través de registros de localidad) se combina con datos climáticos (Eyres et al., 2017). Junto con el uso de datos de ciencia ciudadana, registros de museos y datos abióticos de alta resolución, los MNE ofrecen un marco para evaluar los factores relacionados con la distribución de especies y la evolución de nichos; también son útiles para predecir ubicaciones adecuadas y establecer áreas protegidas (Peterson et al., 2011). Hasta la fecha, la mayoría de los modelos de nichos ecológicos se han centrado en distribuciones durante todo el año, y los modelos de nichos ecológicos que se centran en las áreas de migración e invernación de especies migratorias son pocos (Eyres et al., 2017). Sin embargo, comprender los factores relacionados con la distribución a lo largo del ciclo anual de las especies migratorias puede proporcionar una imagen más completa de la ecología de su población (Zurell, 2017).

En este estudio se evaluaron los factores ambientales relacionados con la distribución no reproductiva de la Aguililla de Harlan (*Buteo jamaicensis harlani*). Específicamente, nuestros objetivos fueron: (1) evaluar los factores ecológicos relacionados con la distribución de la Aguililla de Harlan durante la temporada no reproductiva (de septiembre a marzo) utilizando un enfoque de máxima entropía (Maxent); (2) delinear la distribución de invierno (diciembre a febrero) de la Aguililla de Harlan que incorpore todas las fuentes de información disponibles; y (3) comparar la similitud de nicho de la distribución de la Aguililla de Harlan temporalmente durante la temporada no reproductiva.

Materiales y Métodos

Se recopiló información sobre las observaciones de la Aguililla de Harlan proveniente de cuatro fuentes de datos diferentes: (1) eBird (Sullivan et al., 2009), un programa de listas de verificación en tiempo real y una plataforma en línea basada en ciencia ciudadana para la recopilación de datos ornitológicos (recopilación de datos: 30 de diciembre de 2017); (2) registros de especímenes de museos, que se descargaron de la base de datos VertNet (fecha de acceso: 14 de diciembre de 2017); (3) Naturalista-CONABIO (2017), una red social en línea de personas que comparten información sobre biodiversidad para ayudarse mutuamente a aprender sobre la naturaleza; y (4) registros mexicanos disponibles en literatura especializada publicada (Moreno-Contreras et al., 2016). Se restringieron los registros a observaciones realizadas durante la temporada no reproductiva del 1 de septiembre al 31 de marzo, para incluir a individuos migrantes de finales del otoño y principios de la primavera, y a los individuos invernantes dentro y fuera de su distribución central histórica (Mindell, 1985). Después de una limpieza de datos automática y manual, el número de registros totales fueron 1,379.

Para la modelación de nichos climáticos, como fuente de información climática, se utilizó WorldClim 2.1 (Fick y Hijmans, 2017). Se obtuvieron capas rasterizadas correspondientes a los promedios mensuales de cinco variables que probablemente influyen en el nicho ecológico de la Aguililla de Harlan durante la temporada no reproductiva: temperaturas máximas y mínimas, precipitación, radiación solar y velocidad del viento. También incluimos la nubosidad como variable ambiental, derivada como datos promediados mensualmente del proyecto Cloud Cover de 1 km (Wilson y Jetz, 2016). Los modelos de nicho ecológico se elaboraron utilizando un algoritmo de máxima entropía, implementado en Maxent 3.4.1 (Phillips et al., 2017), a través de la biblioteca "dismo" (Hijmans et al., 2017) para R. Debido a que el índice del área bajo la curva (AUC, por sus siglas en inglés) ha sido criticado (Peterson et al., 2008) por cuestiones como la ponderación equitativa inadecuada de errores de omisión y comisión, se evaluó el desempeño de los modelos mejor respaldados utilizando ROC parcial (Peterson et al., 2011).

Se usó la contribución porcentual de Maxent para determinar las variables más influyentes relacionadas con la distribución no reproductiva de esta subespecie. Se convirtieron los mapas continuos que representan los meses de invierno (diciembre, enero y febrero) en mapas binarios (0 = ausencia, 1 = presencia) utilizando una sensibilidad de entrenamiento máxima más especificidad (Liu et al., 2013). Además, también se cuantificó la superposición de nicho entre los modelos de distribución no reproductiva de esta subespecie por mes en el espacio geográfico ("similitud de nicho").

Resultados y Discusión

Los modelos óptimos que representaron la distribución de la temporada no reproductiva de la Aguililla de Harlan mostraron valores de ROC parcial medio (pROC) altos, lo que indica un buen rendimiento del modelo (todas las relaciones $AUC > 1$, $P < 0,001$). Nuestros modelos mejor respaldados tuvieron una precisión significativamente mayor que lo esperado por la aleatoriedad ($P < 0,05$).

En cuanto a las seis variables ambientales relacionadas con la distribución no reproductiva de esta ave rapaz, en casi el 75% de los modelos mensuales mejor soportados (incluido el modelo promedio con los valores más bajos de $\Delta AICc$), algunos factores ambientales como la temperatura mínima, la radiación solar y la temperatura máxima tuvieron las contribuciones porcentuales más altas. Sólo en los modelos de distribución correspondientes a los meses en octubre y marzo, la velocidad del viento tuvo una contribución porcentual $>15\%$. Los modelos correspondientes a los meses octubre y noviembre fueron los meses en los que la radiación solar tuvo los mayores aportes porcentuales (26,0% y 43,6%, respectivamente). De diciembre a febrero (temporada de invierno), la temperatura mínima tuvo la mayor contribución porcentual; con 62,2%, 55,9% y 66,9% para diciembre, enero y febrero, respectivamente.

Según los mapas binarios, la distribución de la Aguililla de Harlan tuvo la mayor extensión en diciembre (4.967.750 km²) seguida de febrero (3.942.605 km²). El mapa de distribución revisado para toda la temporada de invierno (diciembre - febrero), que representa la coincidencia espacial de los mapas binarios correspondientes a esos meses (valor de tres), cubre aproximadamente 3,038,726 km². De acuerdo con los análisis de superposición de nichos, la distribución de la Aguililla de Harlan en septiembre fue la más diferente a la de otros meses. Las distribuciones en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo fueron similares, con una alta superposición de nichos entre diciembre y febrero ($D = 0,88$) y entre diciembre y enero ($D = 0,85$).

Nuestros modelos son consistentes con la distribución actualmente descrita para esta subespecie (Mindell, 1985), lo que sugiere que los factores bioclimáticos son determinantes clave de su distribución no reproductiva a escala continental (2,000 a 10,000 km; Peterson et al., 2011). Mientras que nuestro modelo promedio de distribución de la temporada no reproductiva del Halcón de Harlan indicó que el área climáticamente adecuada parece bastante constante a lo largo de la temporada, hay una clara constricción del área de condiciones climáticas adecuadas entre noviembre y febrero.

Nuestros modelos de distribución también predijeron áreas de alta idoneidad climática en el oeste de los Estados Unidos (Mindell, 1985), donde los individuos son constantemente observados y donde los primeros migrantes llegan a sus zonas de invernada después de migrar a lo largo de la costa del Pacífico de América del Norte (Fig.3). Además, parece que algunos individuos de esta subespecie pueden deambular más allá de las áreas de invernada conocidas durante un período de 2 meses (Mindell, 1985); de hecho, se han observado recientemente en áreas sin registros previos, como ambientes desérticos en el norte de México (Howell y Webb, 1995). Nuestro modelo promedio de distribución de temporada no reproductiva de la Aguililla de Harlan predijo una idoneidad moderada en la ecorregión más septentrional del desierto de Chihuahua, que puede corresponder a individuos errantes observados en campos agrícolas en el norte de Chihuahua (Moreno-Contreras et al., 2016), y baja idoneidad para áreas al sur de esta región. Otras observaciones de esta subespecie en el desierto de Baja California (diciembre y enero de 2003; Mlodinow et al., 2005) ocurrieron en áreas que se predice con baja idoneidad climática.

Las Aguilillas de Harlan probablemente migran de manera eficiente en condiciones climáticas específicas, cuando suficiente radiación solar y poca nubosidad favorecen la producción de corrientes térmicas (Ballam, 1984), que pueden concentrar individuos durante los meses de otoño (octubre y noviembre). Como se informó anteriormente, la precipitación y la cobertura de nubes se asociaron negativamente con la distribución no reproductiva de los individuos de esta subespecie, quizás condiciones como la niebla o la precipitación deprimen la mayor parte de la actividad de vuelo de las rapaces durante la migración (Preston, 1981).

Conclusiones

Nuestros resultados sugieren que la Aguililla de Harlan, una rapaz buteonina que se reproduce en la taiga del oeste de América del Norte, ha ampliado recientemente su distribución invernal, y proporciona una evaluación actualizada de su distribución invernal. Nuestro mapa, derivado de la distribución invernal de la Aguililla de Harlan y basado en modelos de nichos ecológicos, incluye áreas de ecorregiones no incluidas anteriormente en los mapas de distribución de esta subespecie tales como varias áreas en el oeste de Estados Unidos y en el noreste de México. Estos resultados también pueden informar la evaluación de cómo individuos de esta subespecie y su distribución se encuentran dentro de la red existente de áreas naturales protegidas, lo que puede ser de importancia porque gran parte de la distribución histórica de invierno de esta subespecie se ha convertido en áreas de producción agrícola. Se necesitan más estudios para comprender su distribución invernal en el norte de México y el suroeste de Estados Unidos.

Literatura Citada

- Ballam, J. M. (1984). The use of soaring by the Red-tailed Hawk (*Buteo jamaicensis*). *The Auk* 101:519–524.
- Eyres, A., K. Böhning-Gaese, y S. A. Fritz (2017). Quantification of climatic niches in birds: Adding the temporal dimension. *Journal of Avian Biology* 48:1517–1531.
- Fick, S. E., y R. J. Hijmans (2017). WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37:4302–4315.
- Hijmans, R. J., S. Phillips, J. Leathwick, y J. Elith (2017). *dismo: Species distribution modeling*. R package version 1.1-4. <https://CRAN.R-project.org/package=dismo>.
- Howell, S. N. G., y S. Webb (1995). *A Guide to the Birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press, New York, NY, USA.
- Liu, C., M. White, y G. Newell (2013). Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. *Journal of Biogeography* 40:778–789.
- Mindell, D. P. (1985). Plumage variation and winter range of Harlan's Hawk (*Buteo jamaicensis harlani*). *American Birds* 39:127–133.
- Mlodinow, S. G., R. Carmona, L. Sauma, y G. Brabata (2005). First Harlan's Hawk (*Buteo jamaicensis harlani*) for Baja California Sur. *North American Birds* 59:348–349.
- Moreno-Contreras, I., F. Mondaca, J. Robles-Morales, M. Jurado, J. Cruz, A. Alvidrez, y J. Robles-Carrillo (2016). New distributional and temporal bird records from Chihuahua, Mexico. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 136:272–286.

- Nakazawa, Y., A. T. Peterson, E. Martínez-Meyer, y A. G. Navarro-Sigüenza (2004). Seasonal niches of nearctic-neotropical migratory birds: implications for the evolution of migration. *The Auk* 121:610–618.
- Naturalista-CONABIO (2017). Aguililla cola roja de Alaska (*Buteo jamaicensis ssp. harlani*). <https://www.naturalista.mx/taxa/127656-Buteo-jamaicensis-harlani>.
- Peterson, A. T., J. Soberón, R. G. Pearson, R. P. Anderson, E. Martínez-Meyer, M. Nakamura, y M. B. Araújo (2011). Ecological niches and geographic distributions. Princeton University Press, NJ, USA.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson, M. Dudík, R. E. Schapire, y M. E. Blair (2017). Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography* 40:887–893.
- Preston, C. R. (1981). Environmental influence on soaring in wintering Red-tailed Hawks. *Wilson Bulletin* 93:350–356.
- Soberón, J., y A. T. Peterson (2005). Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics* 2:1–10.
- Sullivan, B. L., C. L. Wood, M. J. Iliff, R. E. Bonney, D. Fink, y S. Kelling (2009). eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation* 142:2282–2292.
- Wilson, A. M., y W. Jetz (2016). Remotely sensed high-resolution global cloud dynamics for predicting ecosystem and biodiversity distributions. *PLoS Biology* 14:e1002415.
- Zurell, D. (2017). Integrating demography, dispersal and interspecific interactions into bird distribution models. *Journal of Avian Biology* 48:1505–1516.

ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LA HIGUERILLA COMO CULTIVO EN EL NORTE DE MÉXICO

Armando López Santos*, Carolina Vázquez Chun

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Programa de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas. Km 40 Ctra Gómez Palacio – Cd. Juárez, Chihuahua, Bermejillo, Durango, México. C.P. 35230. *Autor de correspondencia: alopezs@chapingo.mx

Introducción

La higuera (*Ricinus communis* L.) es una especie oleaginosa de importancia económica, debido a sus múltiples usos. Se caracteriza por resistir a la sequía y adaptarse a suelos marginales de las regiones áridas y semiáridas (Randhamani y Ushakumari, 2013); estudios orientados hacia su adaptación y adopción como cultivo alternativo están basados en aspectos del medio físico-biótico (Falasca, Uriberich, y Uriberich, 2012; INIFAP, 2012); por ejemplo, para el caso de México los estudios realizados están limitados al análisis de variables edáficas y climáticas y no consideran el aspecto topográfico y social para planificar el uso de las tierras (INIFAP, 2012). Por ello, el objetivo de este estudio fue ajustar la metodología desarrollada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTAA) para las condiciones del Estado de Coahuila de Zaragoza.

Materiales y Métodos

El estado de Coahuila de Zaragoza fue establecido como unidad de estudio (UE); está limitado entre las coordenadas: latitud 29°52'48" y 24°32'34" N; longitud 103°57'36" y 99°50'35" O. La mitad de su territorio (49%) tiene clima seco y semiseco, el 46% tiene clima muy seco y el 5% restante registra clima Templado subhúmedo. La temperatura media anual es de 18 a 22°C. De acuerdo con el Registro Agrario Nacional, RAN (2019), la UE integra poco más de 2.4 millones de tierras parcelada y poco más de 4.06 millones de hectáreas de uso común. La metodología del INTAA tiene sus bases en el sistema de evaluación de suelos USDA–LCC (Landa Capability Classification) y el sistema desarrollado por Klingebiel y Montgomery (1961) y adoptado por la FAO en 1970 (Morales et al., 2015); para su aplicación se consideró el componente cultural como a continuación se indica (Figura 1).

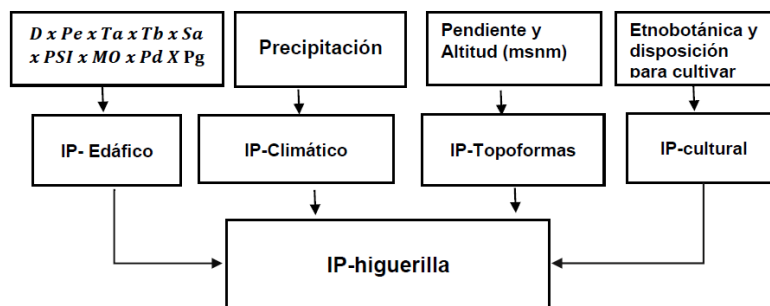


Figura 1. Síntesis metodológica para obtener el Índice de Productividad de la higuera (IP-higuera), considerando tres (IP) componentes ambientales (Edáfico, Climático, Topoformas) y uno (IP) de carácter social (cultural).

Para facilitar el análisis de la información la UE fue dividida geográficamente en cuatro Regiones: Centro, Laguna, Norte y Sureste. Por otro lado, para cada uno de los elementos relativos a los tres componentes ambientales antes descritos (IP-Edáfico, IP-Climático, IP-Topoformas), fueron estudiados bajo un esquema de pre-proceso y post-proceso. El primero consistió en la búsqueda y descarga de información geográfica y estadística; y en el segundo comprendió una extensa revisión de literatura sobre aspectos técnicos de la higuera, la cual fue complementada con datos de campo a partir de sitios específicos con presencia de higuera en la UE; con base en esto, se parametrizaron cada uno de los tres componentes ambientales antes descritos en escalas de 0 a 10, con lo cual al final se definieron cinco categorías: No apto (1), Baja (2), Media (3), Alta (4) y

Muy alta (5). El componente cultural (IP-Cultural) fue desarrollado a partir de criterios estadísticos dando como resultado un tamaño de muestra de 46 ejidos de 19 municipios de las cuatro Regiones antes indicadas donde se aplicaron entrevistas semiestructuradas que se aplicaron a personas claves de los ejidos seleccionados de Coahuila.

Resultados y discusión

El análisis espacial sobre cada uno de los componentes ambientales, destacan los siguientes resultados (Figura 2):

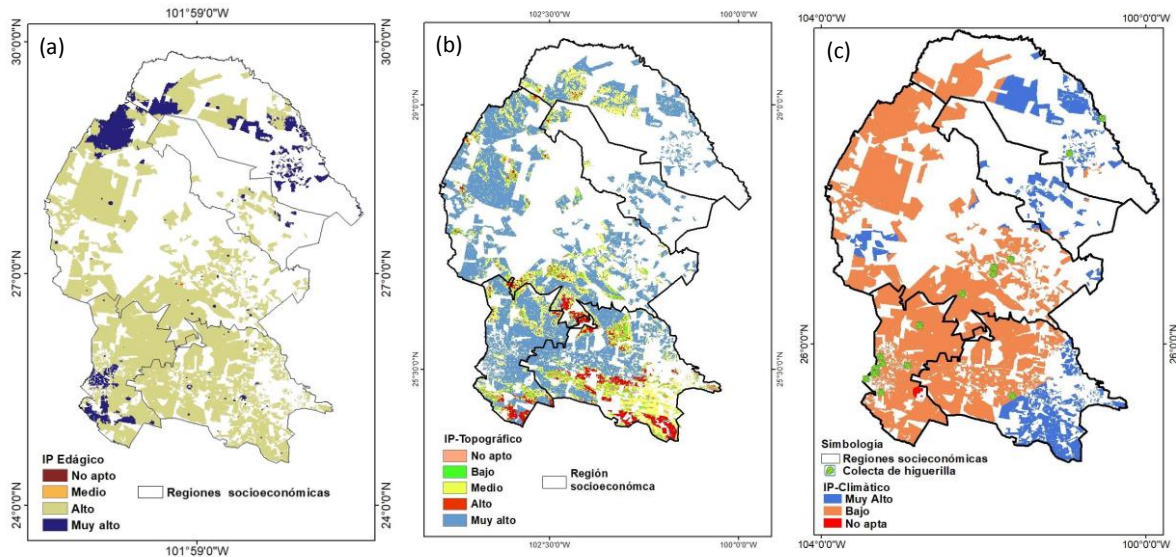


Figura 2. Distribución espacial de las variables ambientales que definen aptitud ambiental para el cultivo de la higuera (*Ricinus communis* L.).

IP-Edáfico. la UE muestra que hay 5.7 millones de hectáreas con aptitud edáfica alta para cultivar la higuera, los que representa el 88.19% del total; además, se encontró que 760 mil presentan aptitud muy alta; seguido por 5.8 mil hectáreas con aptitud media, únicamente poco menos de mil hectáreas no son aptas para cultivar la higuera, ya que corresponde a territorios con profundidad efectiva <40 cm (Figura 2a). 2) **IP-Topográfico.** el AE presenta 4.4 millones de hectáreas con aptitud muy alta y alta para cultivar higuera, lo que representa el 68.17% del total; además, se encontró que 25.64% de los ejidos presentan 1.6 millones de hectáreas con aptitud media; además, 265 mil hectáreas presentaron una aptitud baja; por último, 2.10% de la superficie ejidal fue clasificada como no es apta, esto debido a que se trata de territorios ubicados sobre 3 mil metros sobre el nivel medio del mar y pendientes >45% (Figura 2b). **IP-Climático.** Con aptitud ambiental alta es de poco menos de 1.3 millones de hectáreas lo que representa 19.88% de la UE; con aptitud baja tienen una extensión de 5.2 millones de hectáreas, que corresponde al 79.93% de las tierras ejidales; por último, se encontró que 12 mil hectáreas de terrenos ejidales fueron clasificadas como no son aptas, ya que las lluvias son <200 mm, lo que representa el 0.19% de la UE (Figura 2c).

Respecto al **IP-Cultural**, o componente social se detectó que <50% de los entrevistados expresaron disposición para el cultivo de la higuera de las Regiones Laguna (40.9%) y Norte (36.4%); mientras que para una disposición media fue de 63.2% de la región Centro; en cambio, los productores de la Región Sureste mostraron una baja disposición (Figura 3).

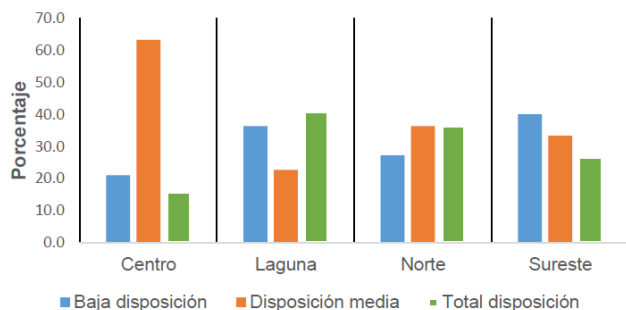


Figura 3. Grado de disposición para adoptar la higuera como cultivo alternativo expresado por los productores de las cuatro Regiones del Estado de Coahuila.

Existen varios trabajos donde reportan asociaciones de higuera a ciertos cultivos como maíz, frijol (Rodríguez y Zamarripa, 2013), sorgo (Correa et al., 2006); cacahuate (Távora et al., 1988). Esta asociación tiene varias ventajas, entre las que se destaca la disminución del costo de producción, debido a la reducción del control de malezas; además de contar con la posibilidad de obtener otros ingresos económicos entre la siembra y cosecha de la higuera (Furtado et al., 2014); lo anterior coincide con lo expresado por los entrevistados como condición para cultivar higuera en Coahuila.

Conclusiones

Existe mayor disposición para cultivar higuera por parte de los ejidatarios con tierras parceladas, respecto a los que únicamente poseen tierras de uso común. Esto ocurre debido a que las tierras comunales se utilizan según las decisiones de la mayoría de los ejidatarios, y la mayoría opta por utilizarlas como agostadero o para la extracción de productos forestales.

Literatura Citada

- Corrêa, P., Távora, F., Pitombeira, B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, p.200-207, 2006
- Falasca, S., Uriberich, A., Uriberich, E. 2012. Developing an agro-climatic zoning model to determine potential production areas for castor bean (*Ricinus communis* L.). *Industrial Crops and Products*, 40, 185-191. 10.1016/j.indcrop.2012.02.044.
- Furtado, Guilherme de F., Souza, Anielson dos S., Sousa Júnior, José R. de, Sousa, Jônatas R. M. de, Lacerda, Rodolfo R. de A., & Silva, Saulo S. da. (2014). Rendimiento e correlações da mamoneira consorciada com feijão-caupi e gergelim no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(9), 892-898. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n09p892-898>.
- INIFAP. (2012). Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México. Primera ed.
- Radhamani, T and Ushakumari, R. 2013. Variability studies in castor germplasm accessions (*Ricinus communis* L.). *Asian Journal of Bio Science*. 8(1): 6971
- Rodríguez, Rafael y Zamarripa, A. 2013. Competitividad de la higuera (*Ricinus communis*) para biocombustible en relación a los cultivos actuales en el edo. de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 32,306-318ISSN: 1405-9282. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=141/14125584013>
- Távora, FJAF; Melo, FIO; Silva, FP da; Barbosa Filho, M. 1988. Consorciação da mamona com culturas anuais de ciclo curto. *Ciência Agronômica* 19(2):85-94

CONTROL DEL GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) CON EXTRACTOS DE *Solanum elaeagnifolium* Cav.

Selene Catalina Guevara Cortez¹, Fabián García González^{1*},

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Km. 40 Ctra. Gómez Palacio – Chihuahua, Bermejillo, Durango, México C.P. 35230. *Autor de correspondencia: fabiangguez@chapingo.uruz.edu.mx

Introducción

El cultivo de maíz forrajero y de grano para consumo de ganado y humano, es importante en la economía nacional con una producción de 27 millones 228 mil 242 toneladas (SIAP, 2020). Sin embargo, su productividad se ve afectada por el complejo de plagas que lo ataca, las cuales afectan negativamente su calidad y rendimiento (Santana et al., 2017). *Spodoptera frugiperda* es la principal plaga a nivel mundial por los importantes daños que causan en este cultivo. Las altas infestaciones de esta plaga han provocado el uso indiscriminado de insecticidas químicos, dejando como consecuencia un desequilibrio biológico y el desarrollo de una resistencia cada vez mayor (CIMMYT 2004). Es importante que los agricultores y los profesionales fitosanitarios en la protección de cultivos adopten una actitud preventiva en el manejo de gusano cogollero promoviendo alternativas de control amigables con el medio ambiente como es el uso de extractos de plantas arvenses nativas regionales.

Materiales y Métodos

La colecta del material vegetal se realizó en el Rancho el Carmen, de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas (URUZA) de la Universidad Autónoma Chapingo ubicada en Bermejillo, Dgo., con coordenadas geográficas 23° 54' latitud Norte y 103° 37' de longitud Oeste, a una altitud de 1,130 msnm. Se colectaron plantas del trompillo *S. elaeagnifolium* en etapa de fructificación. La elaboración de extractos y los bioensayos se realizaron en el Laboratorio de Entomología de la URUZA. Se empleó la metodología de Carrillo et al., 2008 para la obtención de los extractos acuosos de hoja, tallo y fruto, los cuales se agregaron a una dieta artificial a concentraciones de 10 al 100%. Los bioensayos se realizaron con larvas de segundo instar de *S. frugiperda*, donde se realizó la revisión de mortalidad a las 24, 48 y 72 horas. Se usó un diseño experimental completamente al azar. Los datos obtenidos se evaluaron con el procedimiento PROCGLM del programa estadístico de SAS, posteriormente se compararon los tratamientos con la prueba de Tukey a un alpha de 0.05.

Resultados y Discusión

Para *S. elaeagnifolium*, se muestra que dentro de las concentraciones correspondientes los extractos de fruto presentan mejor efecto de mortalidad respecto a tallo y hoja. Además, se aprecia en concentraciones bajas (Cuadro 1) se obtuvo la mayor mortalidad en hoja, tallo y fruto. Se pueden atribuir el efecto de control a los principios activos de las familias de plantas empleadas de la familia Solanaceae como lo es *S. elaeagnifolium* que presenta varios tipos de actividades larvales, adultocidas o repelentes. Donde son conocidas por su contenido de sesquiterpenos, que se ha informado que sirven como disuasivos tóxicos o alimenticios para insectos herbívoros (Fraga, 2004; Prasifka et al., 2015; Kaur et al., 2017). De acuerdo con informes anteriores, aunque se ha demostrado que las lactonas sesquiterpénicas actúan como inhibidores de la alimentación (Mabry et al., 1977; Ganijian et al., 1983; Cis et al., 2006), podemos inferir que según Kaur et al. (2017), también afectan el metabolismo de los insectos mostrando varios grados de toxicidad. Guillen et al. (2001), en un estudio de formulación de extractos vegetales, sugirieron cambios en los tiempos de exposición de 24 y 48 h para lograr al menos 50% de insectos muertos, lo que difiere con una mayor mortalidad a las 24, 48 y 72 horas en nuestros resultados para *S. elaeagnifolium* fruto (Cuadro 2) en el cual la mayor mortalidad se obtuvo a las 24 horas.

Cuadro 1. Mortalidad media en *Spodoptera frugiperda* ocasionada por extractos acuosos de hoja y tallo de *Solanum elaeagnifolium*.

Concentración %	<i>Solanum elaeagnifolium</i>		
	Hoja	Tallo	Fruto
10	43.33a	30.00a	80.00a
20	30.00ab	23.33ab	73.33a
30	20.00abc	13.33abc	70.00a
40	16.66abc	13.33abc	63.33ab
50	16.66abc	10.00abc	53.33ab
60	13.33bc	6.66bc	50.00ab
70	10.00bc	0.00c	46.67abc
80	10.00bc	0.00c	46.67abc
90	3.33bc	0.00c	30.00 bcd
100	3.33bc	0.00c	10.00dc
Testigo (solo agua destilada)	0.00c	0.00c	0.00d

Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

Cuadro 2. Mortalidad media en *Spodoptera frugiperda* ocasionada por extractos acuosos de *Solanum elaeagnifolium* a las 24, 48 y 72 hora de registro.

	Tiempo	Hoja	Tallo	Fruto
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	24	22.72a	12.72a	52.72a
	48	16.36bc	10.00ba	46.36a
	72	6.36b	3.63b	43.63a

Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

Conclusiones

Los extractos acuosos de *S. elaeagnifolium* fruto mostraron el mayor efecto de mortalidad en larvas de *Spodoptera frugiperda* de segundo instar bajo condiciones *in vitro*, producto de los tratamientos correspondientes.

Literatura Citada

- Carrillo, R., Vásquez, O., Ríos D., Jerez, S., y Villegas A. 2008. Extractos vegetales para el control de plagas del follaje del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Oaxaca, México. VIII Congreso científico de SEAE. Agricultura y Alimentación Ecológica. Bullas, Murcia, España.
- CIMMYT. 2004. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. ISBN 970-648-128-1.
- Cis, J., Nowak, G. y Kisiel, W. 2006. Antifeedant properties and chemotaxonomic implications of sesquiterpene lactones and syringin from *Rhaponticum pulchrum*. Biochem. System. Ecol. 34, 862-867.
- Fraga, B. 2004. Natural sesquiterpenoids. Natural Product Reports. 21 (5) 669-693.
- Ganijian, I., Kubo, I. Fludzinski, P. 1983. Insect antifeedant elemanolide lactones from *Vernonia amygdalina*. Phytochemistry. 22 (11): 2525-2526.
- Guillen, S., Villanueva, J. y Villanueva, B. 2001. Formulación, superficie tratada y efectividad residual de clorpirifós en cucaracha alemana de Veracruz, México. Agrociencia 35:99-108.
- Kaur, M., Kumar, R. Upendrabhai, D., Singh, I. y Kaur S. 2017. Impact of sesquiterpenes from *Inula racemosa* (Asteraceae) on growth, development and nutrition of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). Pest Management Science. 73, 1031-1038. DOI: 10.1002/ps. 4429.
- Mabry, T., Gill, J., Burnett, J. y Jones, S. 1977. Antifeedant sesquiterpene lactones in the Compositae. In Host plant resistance to pests.62, pp. 179-184. DOI: 10.1021/bk-1977-0062.ch012.
- Prasifka, J., Spring, O., Conrad, J., Cook, L., Palmquist, D. y Foley, M. 2015. Sesquiterpene lactone composition of wild and cultivated sunflowers and biological activity against an insect pest. Journal of Agricultural and Food Chemistr.63, 4042-4049. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b00362.
- Santana, S., Flores, H. y Domínguez, P. 2017. Recomendaciones para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). ISBN 978-607-37-0920-0. 97, (1).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2020). Anuario estadístico de la producción agrícola. 2020.

INVENTARIO DE VEGETACIÓN EN EL EJIDO OJO DE AGUA DE LOS MONTES, TEPEZALÁ, AGUASCALIENTES

Antonio de Jesús Meraz Jiménez*, Jorge A. Torres González, Abraham Díaz Romo, Joaquín Sosa Ramírez,
Amalio Ponce Montoya.

Centro de Ciencias Agropecuarias-Universidad Autónoma de Aguascalientes. *Autor de correspondencia: jesus.meraz@edu.uaa.mx

Introducción

A pesar de su apariencia desolada e improductiva, los ecosistemas áridos muestran una alta diversidad biológica y contienen una red importante de interacciones biológicas y de movimiento de materia y energía entre las especies y el medio abiótico, (Briones *et al.*, 2018). En Aguascalientes se reconocen tres tipos generales de grupos climáticos con sus respectivas comunidades vegetales predominantes: la zona árida cubierta por vegetación xerofítica, ubicada en la porción central y oriente del Estado y formada en su mayoría por matorrales secundarios y pastizales que han reemplazado a los mezquiales, pastizales o nopaleras originales; la zona templada ubicada en la región montañosa al oeste del Estado, que alberga diferentes tipos de bosques de encino o bosques mixtos (encino-coníferas); y la zona tropical al suroeste de la entidad, cubierta en su mayoría por matorrales subtropicales secundarios que han sustituido a las comunidades prístinas de selva baja caducifolia, la cual queda como relicto en algunas zonas conservadas (Siqueiros-Delgado *et al.*, 2016). El trabajo se desarrolló en la zona árida, en el ejido Ojo de Agua de los Montes, municipio de Tepezalá y cuenta con una superficie de 1,639 ha. El principal uso de suelo del ejido es la agricultura de riego y temporal, que ocupa 816 ha. Sus principales cultivos son el maíz, frijol y chile para la venta en la región; el uso forestal se localiza al sur del polígono ejidal (Gobierno del estado de Aguascalientes, 2014). El área presenta una diversidad en su vegetación, contando con matorral inerme rosetófilo, mezquital y zonas con matorral y pastizal desértico. Por las condiciones que presentan y por información proporcionada por habitantes del lugar, es importante darle un manejo adecuado, ya que presentan evidencias de haber sobrepastoreo, trayendo como consecuencia zonas degradadas por la práctica. Por lo que se planteó hacer un análisis de las condiciones de las especies presentes en el ejido y dar a conocer a los ejidatarios la importancia de su cuidado.

Materiales y Métodos

Localización: El ejido de Ojo de Agua de los Montes está ubicado al norte del municipio de Tepezalá a 8.34 km de la cabecera municipal. Figura 1. Su altura promedio es de 1,950 m sobre el nivel del mar.

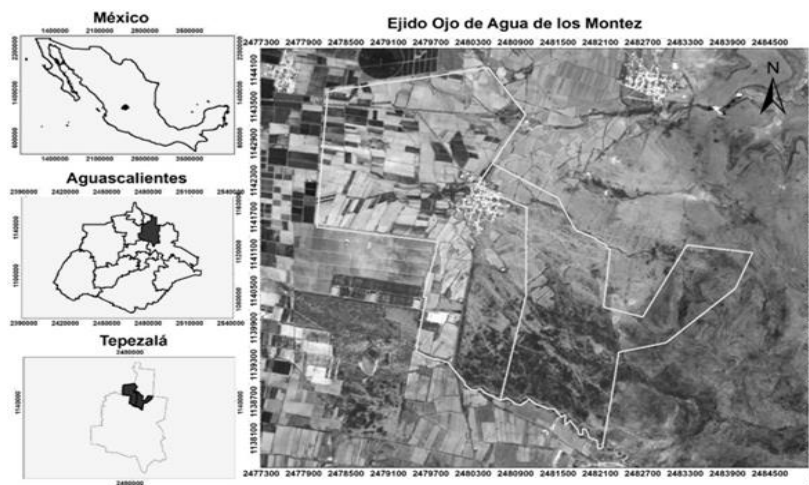


Figura 1. Localización del ejido Ojo de Agua de los Montes (Fuente: marco geostatístico INEGI, 2018 y Registro Agrario Nacional, 2019.)

Recopilación de cartografía: Se usó la información del marco geoestadístico de los Estados Unidos Mexicanos y el polígono ejidal del área de estudio obtenido del Registro Agrario Nacional.

Análisis de la vegetación: Se hizo un muestreo de vegetación mediante un sistema aleatorio, en un total de 70 puntos de muestreo, donde se describió el sitio, para conocer la cobertura de las principales especies presentes, para posteriormente determinar la riqueza y frecuencia de especie por sitio. Se contabilizó el número de individuos de cada especie/sitio y se estimó el aporte específico de cada especie en el paisaje. Las especies de distribución más amplia fueron aquellas que se presentaron en un mayor número de sitios. La cobertura que representan las especies en el paisaje del área de estudio se obtuvo estimando la cobertura de cada especie/sitio/todos los sitios. Posteriormente se estimó el aporte específico de cada especie a la abundancia de la vegetación en el paisaje a través de la ecuación:

$$A = \sum \text{Frecuencias spp/sitio} / \text{Número de sitios}$$

Donde:

A= Aporte de cada especie a la abundancia de la vegetación de todas las especies en un sitio

Frecuencia= Frecuencia de cada especie en el sitio

Número de sitios= Número de sitios muestreados (en este caso, 70)

Distribución espacial de las especies mediante el método Kernel: Se aplicó el método de Kernel para destacar la vegetación y poder mostrar la representación espacial de las especies y destacar la importancia de manejo y cuidado de la vegetación en el predio; para realizar lo anterior, se usó la base de datos de campo, del software R y del polígono del ejido. Se preparó una plantilla de Excel donde, se requirió de los puntos de muestreo con las coordenadas del GPS. En RStudio se instalaron las librerías raster, adehabitatHR, tmap, sp, rgdal, para poder determinar la densidad de Kernel.

Resultados y Discusión

Se identificaron 20 especies en 70 muestreos realizados. En el caso del género *Opuntia*, posiblemente puedan considerarse por lo menos dos especies (*opuntia rastrera* y *opuntia imbricata*).

En los sitios analizados, la mayor riqueza de especies se concentra en dos sitios, de 11 y 10 especies (figura 2), probablemente relacionada a lugares con mayor contenido de humedad o bien, con mejor disposición de nutrientes. En 18 sitios muestreados presenta por lo menos tres especies y 13 sitios cuentan con seis especies.

Las especies ampliamente distribuidas corresponden a los géneros *Prosopis* (mezquites; 63/70), *Opuntia* (nopales 64/70), *Jatropha* (sangre de grado 54/70). En quinto y sexto lugar aparecen las yucas (*Yucca filifera*) y mamilarias. Las especies con menor distribución en el paisaje son el eucalipto (*Eucalyptus spp*; 1/70) y flor de peña (1/70), ver figura 2.

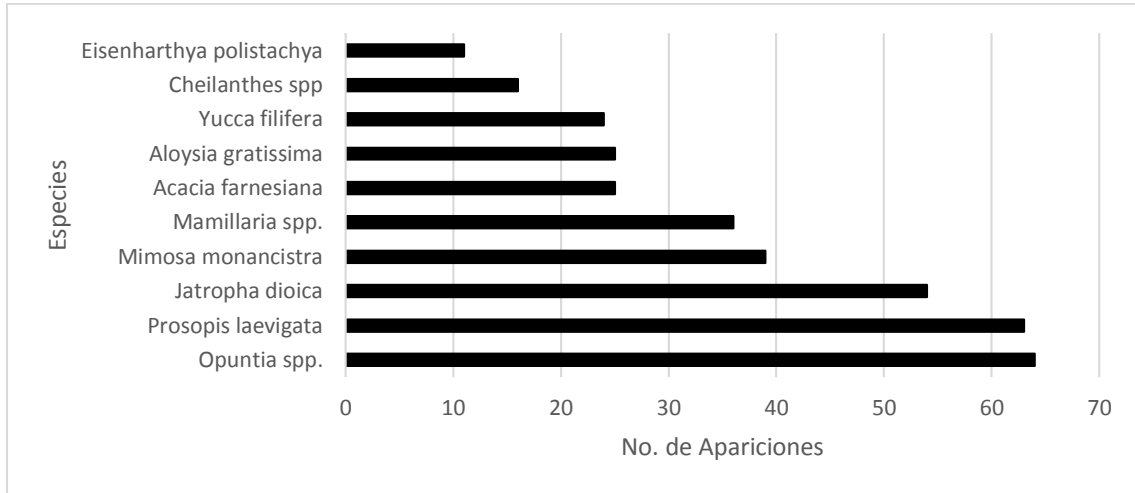


Figura 2. Distribución de las especies en el área de uso común del Ejido Ojo de Agua de los Montes.

Cobertura promedio del paisaje: Las especies encontradas cubren el 100 % del paisaje, mientras que las especies más representativas corresponden a bosque espinoso y matorral xerófilo. Aunque se identificaron 20 especies, solamente cuatro de ellas contribuyen significativamente a la riqueza específica del paisaje. De ellas, el mezquite (*Prosopis laevigata*) contribuye con el 40 %, seguido del gatuño (*Mimosa monancistra*) con 9 %. Las especies con menor aporte a la abundancia de la vegetación son flor de peña y vara blanca (0.02 %, cada una), figura 3.

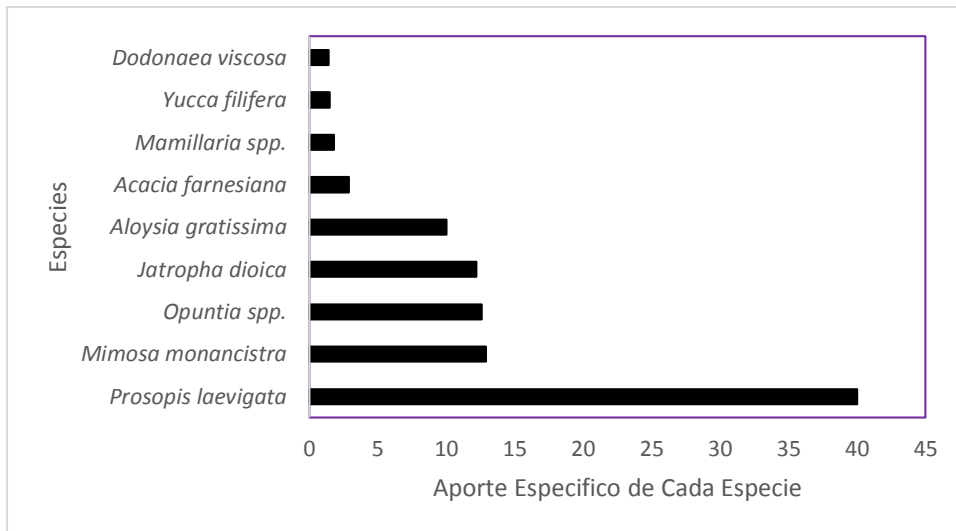


Figura 3. Aporte de las especies a la abundancia de la vegetación en el paisaje del área de uso común del Ejido Ojo de Agua de los Montes.

Localización de las principales especies en el área.

Las mamilarias son la especie que se encuentran geoespacialmente distribuida en prácticamente toda el área de monte, aunque no son abundantes a diferencia del nopal y el mezquite (Figura 4).

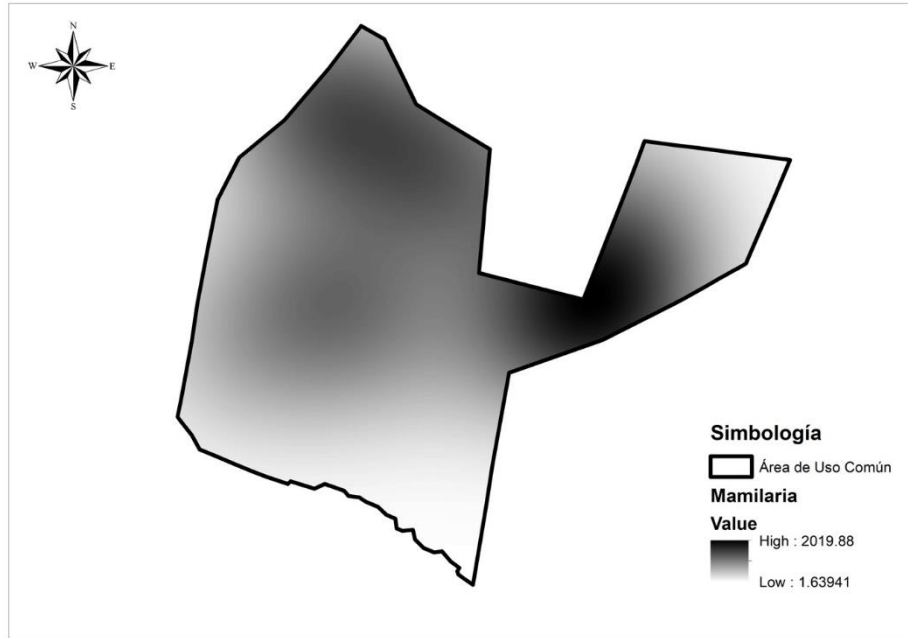


Figura 4. Localización de mamilarias en el área de uso común del ejido Ojo de Agua de los Montes.

En la figura 5 se muestra la distribución espacial del mezquite; si se compara con la figura 5, se aprecia que las mamilarias están presentes en mayor área del monte. En la parte alta no hay presencia de mezquite, pero sí de mamilarias

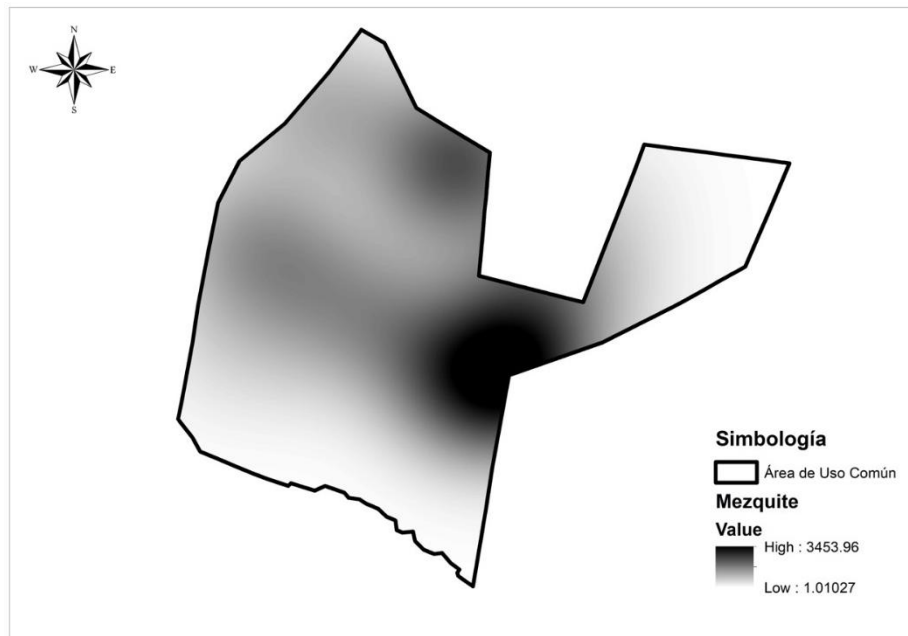


Figura 5. Distribución espacial de mezquite en el área de uso común del ejido de Ojo de Agua de lo Montes.

Conclusión

Se identificaron 20 especies dominantes en el área de estudio que pudieran ser aprovechadas en un correcto manejo. Este estudio servirá como línea base para dar a conocer a los pobladores la diversidad vegetal presente en el ejido, e incentivar la difusión del conocimiento obtenido de este trabajo para la implementación de mejoras y uso razonable de los recursos naturales de la región. Así como evitar cambios de uso de suelo sin criterios o que acentúen su deterioro.

Literatura Citada

- Briones, O., Búrquez, A., Martínez-Yrizar, A., Pavón, N., & Perroni, Y. (2018). Biomasa y productividad en las zonas áridas mexicanas. *Madera y Bosques*, 24. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401898>
- Gobierno del estado de Aguascalientes. 2014. Diario Oficial del estado de Aguascalientes. Esquema de desarrollo Urbano de Centro de Población Ojo de Agua de los Montes 2013-2030. <https://www.aguascalientes.gob.mx/sequot/sepdu/pdf/EDU/TEP/01-EDUCP-OjodeAguadeLosMontes-2013-2030.pdf>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2018. Marco geoestadístico de los estados unidos mexicanos. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463592587> (Consulta: mayo 21, 2020).
- Registro Agrario Nacional (RAN). 2019. Padrón e historial de núcleos agrarios. <http://www.ran.gob.mx/ran/index.php/sistemas-de-consulta/phina>
- Siqueiros-Delgado, M. E., Rodríguez-Avalos, J. A., Martínez-Ramírez, J., & Sierra-Muñoz, J. C. (2016). Situación actual de la vegetación del estado de Aguascalientes, México. *Botanical Sciences*, 94(3), 455. <https://doi.org/10.17129/botsci.466>

SUPLEMENTACIÓN DIETÉTICA DE OVINOS CON ACEITE DE PALMA PARA REDUCIR LA METANOGENESIS

Ever del Jesus Flores-Santiago^{1*}, Juan Carlos Ku-Vera², Eduardo Alvarado-Moreno¹, Emanuel Cruz-Sánchez¹,
Jair Armando Piña-Talamantes²

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria Sursureste, km 7.5 Ctra. Teapa-Vicente Guerrero, C.P. 86800, Teapa, Tabasco, México. ² Laboratorio de Cambio Climático y Producción Ganadera, Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Yucatán, Ctra. Mérida-Xmatkuil, km 15.5, C.P. 97100, Mérida, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia: ejfloress@chapingo.mx

Introducción

La ONU estima que la población mundial en 2050 superará los 9,700 millones de habitantes (United Nations *et al.*, 2019). Como consecuencia del crecimiento poblacional y un mayor ingreso per cápita, la demanda de alimentos aumentará un 102% en 2050 (Fukase & Martin, 2020). El incremento en la producción de alimentos puede ser acompañado por una mayor producción de gases de efecto invernadero (GEI) como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) que actualmente contribuyen con 72, 19 y 6%, respectivamente (Olivier & Peters, 2020). El CH₄ es el segundo GEI más importante y tiene un potencial de calentamiento de 28 a 36 veces en un horizonte de 100 años (EPA, 2020). La agricultura animal contribuye con aproximadamente el 45% del CH₄ total (Eugène *et al.*, 2019). Los ovinos pueden producir entre 10 y 16 kg de CH₄/cabeza/año (Soren *et al.*, 2017) derivado de la fermentación ruminal de carbohidratos estructurales. El CH₄ es formado por arqueas anaeróbicas que utilizan el H₂ ruminal liberando durante la fermentación como sustrato para la metanogénesis (Min *et al.*, 2020). Sin embargo, las pérdidas de energía bruta ingerida en forma de alimento y transformada en CH₄ pueden ir de 2 a 12% (Johnson & Johnson, 1995). Por consiguiente, es necesario recurrir a estrategias de alimentación que permitan reducir la metanogénesis ruminal. La inclusión de aceites vegetales es una estrategia que ha permitido disminuir la formación de CH₄ entérico (Ku-Vera *et al.*, 2020) al reducir la fermentación (Islam & Lee, 2019). El experimento actual fue diseñado para investigar el efecto de la inclusión de aceite de palma (AcP; *Elaeis guineensis* Jacq.) en las emisiones de CH₄ entérico en ovinos alimentados con una dieta 70% forraje y 30% concentrado.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el Laboratorio de Cambio Climático y Producción Ganadera (LACCLIGA) (21° 15'N 83° 32' W) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-Universidad Autónoma de Yucatán en Mérida, México. Se utilizaron cuatro ovinos Pelibuey con peso inicial promedio de 27.9 ± 1.3 kg de peso corporal (PC), los cuales fueron distribuidos aleatoriamente a una secuencia de cuatro tratamientos [control (CON) y tres niveles crecientes AcP]: 2, 4 y 6%] en cuadrado 4*4, con periodos de 18 días [15 días de adaptación a la dieta y 3 días para determinar la producción de CH₄ entérico]. Los tratamientos consistieron en una ración totalmente mezclada (TMR) con 70% *Pennisetum purpureum* y 30% concentrado (maíz molido, pasta de soya, urea y minerales, formulada para cubrir los requerimientos nutricionales para mantenimiento y una ganancia mínima en ovinos en crecimiento (NRC, 2007, Tabla 1). En las TMR se reemplazó un porcentaje de maíz molido (2, 4 y 6%) por la misma cantidad de AcP para establecer los tratamientos experimentales. Los ovinos se alimentaron una vez al día ofreciéndole el 100% de la ración a las 8:00 am. Los rechazos se retiraron a las 7:45 h del día posterior. Los ovinos se alojaron durante el periodo experimental en jaulas metabólicas y después en cajones de respiración de circuito abierto "head box" ubicados en un edificio techado con piso de concreto y sin paredes. Fueron desparasitados con Ivermectina al 1% vía intramuscular (1 mL / 50 kg PC) y se aplicaron vitaminas ADE (1 mL / 10 kg PC). Además, se habituaron a las jaulas metabólicas y cámaras de respiración alojándolos previamente al inicio del experimento durante 8, 16 y 24 h en la primera, segunda y tercera semana, respectivamente. El consumo de materia seca (CMS) se homogenizó para garantizar el mismo nivel de ingesta dentro y fuera de las jaulas metabólicas y cámaras de respiración. Se consideró que los ovinos están acostumbrados cuando no se observó variación en el CMS.

Tabla 1. Proporción de ingredientes y composición química de las dietas experimentales.

	Nivel de incorporación de aceite de palma en la ración (%MS)			
	CON	2	4	6
Ingredientes (g/kg MS)				
<i>P. purpureum</i>	700	700	700	700
Maíz molido	211.6	187.1	162.6	138.1
Pasta de soya	63.4	67.9	72.4	76.9
Urea	15	15	15	15
Aceite de palma	0.0	20	40	60
Premix Vit + Min	10	10	10	10
Composición química (g/kg MS)				
Proteína cruda	12.33	12.35	12.46	12.36
Materia orgánica	94.76	94.56	94.59	94.49
Fibra detergente neutro	67.10	66.14	66.57	65.46
Energía bruta (MJ / kg MS)	15.46	15.75	15.95	16.75

Para determinar el CMS, se registró todos los días la cantidad forraje ofrecido y rechazado (g), con la diferencia de peso se determinó el consumo neto de MS. Las muestras del alimento ofrecido y rechazado durante cada día del periodo de muestreo se resguardaron a -4° C hasta el final del experimento, momento en el cual fueron mezcladas por separado y una alícuota de 20% se envió al laboratorio para determinar la MS total. La determinación de MS de las muestras de forraje ofrecido se realizó en una estufa de aire forzado a 60° C por 48 h (peso constante) (#7.007; AOAC, 2016). La medición de CH_4 entérico (L/d) se realizó por medio de cajas de respiración de circuito abierto “Head box” (Pinares-Patiño *et al.*, 2014), las cuales fueron adaptadas dentro de las cámaras de respiración de circuito abierto descritas por Arceo-Castillo *et al.* (2019) para garantizar el confort del animal. Los animales se alojaron por periodos de 23 horas con mediciones consecutivas durante tres días. Las cajas de respiración se construyeron con paneles de acrílico transparente de 9 mm pegados a angulares de 2 pulgadas y selladas con poliuretano (Construflex® Multiaccesorios Monterrey SA de CV), las dimensiones son 1.10 x 0.40 x 0.30 m (largo, alto y ancho, respectivamente) y un volumen interno de 0.132 m^3 . La entrada de la cabeza se selló con neopreno tela textil y se ajustó a la cabeza del animal para evitar la pérdida de gases. El aire se extrajo mediante dos generadores de flujo másico (Flow Kit 50-500; Sable Systems International, Las Vegas, EE. UU.) a una velocidad de 120 L por minuto; ésta produjo una fuerza de vacío de -138 Pa registrado con manómetros de presión diferencial (Heavy Duty Series 407910, Extech Instruments Corporation, USA). La concentración de CH_4 en muestras de aire se determinó por medio de un analizador de tecnología infrarroja (MA-10, Sable Systems International Inc., las Vegas, USA). Se calibró el analizador antes de cada ejecución (de 23 h) inyectando N_2 puro (99.999%; Praxair, México) hasta estabilizarlo en cero, posteriormente se liberó una concentración conocida de CH_4 ($1000 \mu\text{mol/mol}$; Praxair® Gases Industrial Inc., México), cuando el equipo se estabilizó en 0.1 ± 0.03 se dio inicio con las mediciones (Arceo-Castillo *et al.*, 2019). Los valores obtenidos ($\mu\text{mol/mol}$) se ajustaron mediante el programa ExpeData® (Sable Systems International, Las Vegas, EE. UU.) y se extrapolaron a 24 h. La producción de CH_4 se calculó con la producción media por unidad de tiempo y flujo, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{CH}_4 \text{ (L/d)} = (\text{TCH}_4 * 60 * 24 * \text{TE}_A) / 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde: CH_4 = Producción de CH_4 ; TCH_4 = Tasa media de producción de CH_4 ; TE_A = Tasa media de extracción de aire (L/min).

Los resultados obtenidos se corrigieron por presión de vapor de agua y se sustituyeron en la ecuación:

$$Y_1: 0.4137 (x) + 16.36 (R^2= 0.9544) \quad (\text{Ec. 2})$$

Dónde: $x = \text{CH}_4$ (L / día). Los valores obtenidos se convirtieron a g CH_4 / d al multiplicar el valor de “ Y_1 ” por la densidad del gas CH_4 (0.7162). El Y_m se calculó utilizando el factor 55.65 MJ/kg CH_4 (IPCC, 2019).

Los datos de consumo voluntario y producción de CH₄ se sometieron a un análisis de varianza para un diseño cuadro latino 4x4, utilizando el procedimiento de PROC GLM de SAS 9.4 (SAS, 2012). Las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey con un alfa de 0.05. El modelo se describe a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + B_k + E_{ijk}$$

Dónde: Y_{ijk} = es la variable de respuesta, μ = es la media general, T_i = Efecto del i-esimo tratamiento ($i= 1, \dots, 4$), P_j = Efecto del j-esimo periodo ($j= 1, \dots, 4$), B_k = Efecto de la k-vaquilla ($k= 1, \dots, 4$), E_{ijk} = Efecto del error aleatorio y $E_{ijk} \sim n(0, \delta^2)$.

Adicionalmente, se realizó un análisis de superficie de respuesta utilizando el procedimiento CONTRAST de SAS para evaluar el efecto lineal, cuadrático o cúbico del tratamiento (versión 9.4; SAS Institute Inc., Cary, NC).

Resultados y Discusión

Para satisfacer las necesidades energéticas, las grasas se han incorporado cada vez más en la alimentación de rumiantes (Dewankele *et al.*, 2020). Su respuesta no está bien definida y los resultados son inconsistentes. Souza *et al.* (2020) mencionan que la inclusión de lípidos dietéticos puede suprimir el CMS, por lo cual se recomienda un nivel de inclusión que no exceda el 7% de la ración (Blom & Brake, 2018). Los lípidos pueden reducir también la producción de CH₄ entérico (Williams *et al.*, 2020). En el presente estudio el CMS no fue diferente entre tratamientos ($P > 0.05$; Tabla 2). Sin embargo, observamos que la producción de CH₄ por día y por kg de MS se redujo linealmente conforme incremento el nivel de AcP en la ración. El tratamiento con 6% de AcP redujo en mayor proporción las emisiones de CH₄ por día (11.2%) y por kg de MS consumida (9.4%) comparado con la dieta CON ($P < 0.05$; Tabla 2). Además, el porcentaje de energía transformada en CH₄ (Ym) y el factor de emisión anual (FE) presentaron una tendencia lineal similar, obteniendo un mejor resultado cuando la inclusión de AcP fue de 6% en la ración.

El comportamiento estable del CMS, se pudo deber a que el contenido de ácidos grasos insaturados contenidos en el AcP pudieron haber experimentado cambios estructurales significativos a medida que a través del contenido ruminal, debido a que la lipólisis ocurre a una velocidad alta, seguida de un proceso de biohidrogenación rápido debido a los excesos de H₂ metabólico producto de la fermentación de la fibra, lo que pudo contrarrestar sus efectos sobre las bacterias celulolíticas del rumen, manteniendo un CMS estable (Jenkins, 2020). Una menor producción de CH₄ por día y por kg MS consumida puede ser efecto de una reducción en la fermentación en general por la inclusión de AcP y no por un cambio en el patrón de fermentación (Williams *et al.*, 2020). Al respecto, Jenkins (2020) menciona que a pesar de que la lipólisis y biohidrogenación son procesos ruminales rápidos, se experimenta un pico de concentración ruminal de PUFA inmediatamente después de la alimentación lo que podría ser suficiente para causar efectos antibacterianos en el rumen y modificar el patrón de fermentación en general.

Tabla 2. CMS y producción de CH₄ por ovinos alimentados con niveles crecientes de AcP en la ración.

Variable	Nivel de incorporación de aceite de palma en la ración (%MS)				SE	p-value	Contraste		
	CON	2	4	6			L	Q	C
PC (kg)	30.08	30.12	30.16	30.40	0.129	0.309			
Consumo									
CMS (g)	873.76	877.89	846.11	843.56	19.69	0.192	0.214	0.871	0.487
CMS (% PC)	2.92	2.94	2.81	2.84	0.07	0.106	0.238	0.971	0.360
Metano									
CH ₄ (g)/d	17.07a	17.36a	15.91ab	15.16b	0.358	0.015	0.004	0.196	0.178
CH ₄ (g)/CMS (kg)	19.57a	19.39a	19.1a	17.73b	0.273	0.003	0.003	0.072	0.462
Ym (%)	7.00a	6.93a	6.45a	5.74b	0.139	0.004	0.001	0.062	0.791
FE (kg de CH ₄ /cabeza/año)	6.23a	6.33a	5.80ab	5.53b	0.130	0.015	0.004	0.193	0.177

Medias en la misma fila con diferente letra difieren significativamente ($P < 0.05$). CMS= consumo de materia seca; Ym= fracción de la energía bruta del alimento que se transforma en CH₄; FE= factor de emisión. L= contraste lineal; Q= contraste cuadrático; C= contraste cúbico; SE= error estándar.

La reducción en las pérdidas de energía bruta como CH₄ (Ym) en 18% y una menor emisión por animal por año (FE) de 11.2% por la inclusión de 6% de AcP, es un efecto paralelo a la menor cantidad de CH₄ producida por día y por kg de MS consumida.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se concluye que la inclusión de AcP en dietas para ovinos tiene el potencial de reducir hasta en 9.4% las emisiones de CH₄ entérico en comparación con ovinos que no recibieron el suplemento graso, sin afectar el CMS. Se recomienda continuar realizando trabajos para evaluar el potencial de mitigación del AcP y sus efectos en la fermentación ruminal, que ayuden a comprender mejor dicho proceso.

Literatura Citada

- Arceo-Castillo, J. I., Montoya-Flores, M. D., Molina-Botero, I. C., Piñero-Vázquez, A. T., Aguilar-Pérez, C. F., Ayala-Burgos, A. J., Solorio-Sánchez, F. J., Castelán-Ortega, O. A., Quintana-Owen, P., & Ku-Vera, J. C. (2019). Effect of the volume of methane released into respiration chambers on full system methane recovery. *Animal Feed Science and Technology*, *249*, 54-61. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.02.001>
- AOAC International. 2016. Official Methods of Analysis. 20th ed. AOAC International, Arlington, VA.
- Blom, E. J., & Brake, D. W. (2018). Effects of intake of linseed oil or tallow on nutrient digestion and nitrogen balance of beef steers consuming diets based on dry-rolled corn. *The Professional Animal Scientist*, *34*(5), 447-459. <https://doi.org/10.15232/pas.2018-01759>
- de Souza, J., Western, M., & Lock, A. L. (2020). Abomasal infusion of an exogenous emulsifier improves fatty acid digestibility and milk fat yield of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18239>
- Dewanckele, L., Toral, P. G., Vlaeminck, B., & Fievez, V. (2020). Invited review: Role of rumen biohydrogenation intermediates and rumen microbes in diet-induced milk fat depression: An update. *Journal of Dairy Science*, *103*(9), 7655-7681. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17662>
- EPA-Environmental Protection Agency. (2020). *Understanding Global Warming Potentials* [Overviews and Factsheets]. US EPA. <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>
- Eugène, M., Sauvant, D., Nozière, P., Viillard, D., Oueslati, K., Lherm, M., Mathias, E., & Doreau, M. (2019). A new Tier 3 method to calculate methane emission inventory for ruminants. *Journal of Environmental Management*, *231*, 982-988. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.086>
- Fukase, E., & Martin, W. (2020). Economic growth, convergence, and world food demand and supply. *World Development*, *132*, 104954. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.104954>
- Jenkins, T., 2020. Factors that Modify Rumen Fatty Acid Flow Versus Feed Input. Pages 52-65 in Proc. 31st Annual Meeting 2020-Florida Ruminant Nutrition Symposium., University of Florida, Gainesville.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2019. *IPCC 2019, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, eds. E. Calvo Buendía, K. Tanabe, A. Kranjc, J. Baasansuren, M. Fukuda, S. Ngarize, A. Osako, Y. Pyrozhenko, P. Shermanau, S. Federici. Switzerland: IPCC.
- Islam, M., & Lee, S.-S. (2019). Advanced estimation and mitigation strategies: A cumulative approach to enteric methane abatement from ruminants. *Journal of Animal Science and Technology*, *61*(3), 122-137. <https://doi.org/10.5187/jast.2019.61.3.122>
- Johnson, K. A., & Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, *73*(8), 2483-2492. <https://doi.org/10.2527/1995.7382483x>
- Ku-Vera, J. C., Castelán-Ortega, O. A., Galindo-Maldonado, F. A., Arango, J., Chirinda, N., Jiménez-Ocampo, R., Valencia-Salazar, S. S., Flores-Santiago, E. J., Montoya-Flores, M. D., Molina-Botero, I. C., Piñero-Vázquez, A. T., Arceo-Castillo, J. I., Aguilar-Pérez, C. F., Ramírez-Avilés, L., & Solorio-Sánchez, F. J. (2020). Review: Strategies for enteric methane mitigation in cattle fed tropical forages. *Animal*, *14*(S3), s453-s463. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001780>
- Min, B. R., Solaiman, S., Waldrip, H. M., Parker, D., Todd, R. W., & Brauer, D. (2020). Dietary mitigation of enteric methane emissions from ruminants: A review of plant tannin mitigation options. *Animal Nutrition*, *6*(3), 231-246. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.05.002>

- National Research Council (U.S.) (Ed.). (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and New World camelids*. National Academies Press.
- Olivier, J. G. J., & Peters, J. A. H. W. (2020). Trends in global CO₂ and total greenhouse gas emissions: 2019 Report. *PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague*, 70.
- Pinares-Patiño, C., Waghorn, G., New Zealand, & Ministry of Agriculture and Forestry. (2014). *Technical manual on respiration chamber designs*.
- SAS Institute, 2012. SAS/STAT 9.4 User's Guide. SAS Institute, Cary, NC.
- Soren, N. M., Sejian, V., Terhuja, M., & Dominic, G. (2017). Enteric Methane Emission in Sheep: Process Description and Factors Influencing Production. En V. Sejian, R. Bhatta, J. Gaughan, P. K. Malik, S. M. K. Naqvi, & R. Lal (Eds.), *Sheep Production Adapting to Climate Change* (pp. 209-233). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4714-5_10
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, & Population Division. (2019). *World population prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)*. Published by the United Nations. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf
- Williams, S. R. O., Hannah, M. C., Eckard, R. J., Wales, W. J., & Moate, P. J. (2020). Supplementing the diet of dairy cows with fat or tannin reduces methane yield, and additively when fed in combination. *Animal*, 14(S3), s464-s472. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001032>

VALIDACIÓN DEL RIEGO SUPLEMENTARIO EN TUNA ‘ROJA LISA’ A NIVEL PARCELARIO: I EFICIENCIA HÍDRICA Y RENDIMIENTO

Jorge A. Zegbe*, Valentín Melero Meraz, Miguel Servín Palestina
 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas,
 Calera de V.R., Zacatecas, México. *Autor de correspondencia: zegbe.jorge@inifap.gob.mx

Introducción

En regiones áridas y semiáridas del mundo, el nopal ha sido, más que una alternativa de cultivo, aprovechado como forraje, vegetales, frutas y productos agroindustriales (Méndez-Gallegos *et al.*, 2016). En algunos países de la cuenca del Mediterráneo (Nerd *et al.*, 1989; Mulas y D’hallevin, 1997; Arba *et al.*, 2016) y en otros países (García de Cortázar y Nobel, 1992; Van Der Merwe *et al.*, 1997; Zegbe y Serna-Pérez, 2018), el riego ha sido una opción para incrementar la productividad y tamaño de la tuna. Sin embargo, el agua, para actividades agropecuarias, es escasa y restringida, y, por tanto, la seguridad alimentaria comprometida globalmente ante una creciente población y calentamiento global (Morrison *et al.*, 2009). En México, alternativas de riego para el cultivo del nopal compatibles con la conservación y ahorro de agua han sido buscadas, pero éstas han reducido el rendimiento, no así el tamaño de la fruta (Zegbe y Serna-Pérez, 2018). Recientemente, se probó el riego suplementario (auxilio) en cuatro variedades de tuna (Zegbe y Servín, 2020). Los resultados de esta investigación estuvieron de acuerdo con el ahorro de agua de riego y con un incremento en el rendimiento similar a aquél observado con riego completo en cuatro variedades de nopal tunero. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue validar el riego suplementario en lo relativo a la eficiencia hídrica, rendimiento y algunos componentes de rendimiento de la tuna ‘Roja Lisa’ en una huerta comercial.

Materiales y Métodos

El experimento se estableció el 3 de marzo de 2019 en una huerta comercial de tuna del cultivar ‘Roja Lisa’ (*O. ficus-indica* (L.) Mill.) de 15 años de edad ubicada en el predio denominado “Las Cien Hectáreas” de la comunidad ‘La Victoria’, Pinos Zacatecas (22° 22' N, 101° 67' O, elevación 2,161 msnm). Las plantas están espaciadas a 5.6 m x 2.7 m entre hileras y plantas, respectivamente. La floración de las plantas se observó el 20 de abril. Los tratamientos de riego fueron: sin riego (SR) y riego suplementario (RS) o de auxilio. El trabajo se condujo en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental tuvo dos plantas. Una sección de la huerta recibió tres riegos durante la época seca (abril-junio), con un sistema presurizado por goteo.

La demanda evapotranspirativa del cultivo se estimó mediante la ecuación: $ET_c = K_c \times ET_o$; donde ET_c es la evapotranspiración del cultivo, K_c es el coeficiente de cultivo estimado para las condiciones locales y ET_o es la evapotranspiración de referencia estimada por el método de Penman-Monteith (Zegbe y Serna-Pérez, 2012). Como el sistema radical de esta especie vegetal es superficial, entonces, la precipitación efectiva se consideró igual a la precipitación observada durante la estación de crecimiento (Zegbe y Servín-Palestina, 2020). La información climatológica se obtuvo de la estación climática automatizada (Adcon Telemetry System) ubicada a 600 m del sitio experimental.

Las plantas fueron manejadas con el criterio del productor e incluyó: poda de fructificación (marzo), raleo de fruta (mayo), fertilización orgánica e inorgánica al inicio de la estación (abril). El control de plagas, enfermedades y maleza se hizo como fue requerido. La cosecha se inició el 26 de junio y terminó el 5 de agosto. Las variables de respuesta fueron ET_o , lámina de riego aplicada, uso del agua por el cultivo, eficiencia del uso de agua, rendimiento y masa promedio de fruto. La información de rendimiento se obtuvo de una planta por repetición; mientras que la otra planta se usó para muestreos destructivos. La información se analizó con un modelo completamente aleatorio y la prueba de Fisher ($p \leq 0.05$) se aplicó en la separación de medias de tratamiento. Todos los cálculos se efectuaron en el sistema de análisis estadístico (Versión 9.3, 2002-2010; SAS Institute, Cary, NC, USA).

Resultados y Discusión

De acuerdo con la información de la estación meteorológica, el cultivo recibió un aporte de agua de lluvia de 49 mm durante el crecimiento del cultivo de 2019; mientras que aquellas plantas cultivadas con riego suplementario, además de la precipitación, acumularon una lámina de 247 mm. Es decir, que estas últimas plantas, en relación a aquellas sin riego, usaron en teoría 6.1 veces más agua, lo cual se reflejó tanto en un incremento en el rendimiento ($\approx 36\%$) como en la masa promedio del fruto ($\approx 15\%$) en relación a las plantas que fueron sometidas a condiciones de temporal (Cuadro 1).

En contraste, la eficiencia en el uso del agua fue significativamente mayor en aquellas plantas sin riego y cuyo aporte recibido correspondió a 49 mm de precipitación durante el crecimiento de cultivo. Con base en los resultados de Zegbe y Servín-Palestina (2020), la lámina de riego aplicada a través del riego suplementario representó, únicamente, un ahorro de agua $\approx 26.3\%$ en relación con un riego completo. Este último resultado sugiere que, bajo condiciones comerciales, el riego suplementario puede, efectivamente ahorrar agua extraída del subsuelo o agua de lluvia cosechada, pero que el productor debe tener mayor control sobre las láminas a aplicar para alcanzar un ahorro efectivo igual o mayor al 50% del agua de riego observado experimentalmente con el riego deficitario, riego parcial de la raíz (Zegbe y Serna-Pérez, 2018) o más promisoriamente, con el riego suplementario (Zegbe y Servín-Palestina, 2020), y así mejorar la eficiencia en el uso del agua (Zegbe y Serna-Pérez, 2018; Zegbe y Servín-Palestina, 2020).

La aplicación de riego suplementario sugirió que, los parámetros fisiológicos básicos fueron favorecidos y, por ende, esto se expresó en un incremento en la masa promedio del fruto y en el rendimiento (Nerd *et al.*, 1989; García de Cortázar y Nobel, 1992; Mulas y D'hallewin, 1997; Arba *et al.*, 2016) (Cuadro 1). El alto contenido relativo del agua en los cladodios ($> 80\%$, información no presentada) fue el indicador de que las plantas bajo riego suplementario no sufrieron de déficit hídrico y, por tanto, el intercambio nocturno de gases no tuvo limitantes (Acevedo *et al.*, 1983) en beneficio del rendimiento y componentes de rendimiento (Cuadro 1). Van Der Merwe *et al.* (1997) argumentaron que el riego suplementario, no fue una alternativa factible en Pretoria, Sudáfrica, debido a que los episodios de sequía fueron muy cortos; lo cual no sucede bajo las condiciones del semi-desierto zacatecano (Zegbe y Servín-Palestina, 2020).

Cuadro 1. Evapotranspiración de referencia acumulada (ET_o), lámina de riego aplicada (LRA), uso del agua por el cultivo (UAC), rendimiento total (Rt), masa media del fruto (MPF) y eficiencia en uso del agua (EUA), de la tuna 'Roja Lisa' en función del riego suplementario y temporal en la huerta 'Las 100 hectáreas', La Victoria, Pinos, Zacatecas, México, 2019.

Tratamiento de riego	ET _o (mm)	LRA (mm)	UAC (mm)	Rt (kg/planta)	MPF (g)	EUA (kg/ha/m ⁻³)
Temporal (sin riego)	663	0	49	30.0a [†]	109.2b	37.7a
Riego suplementario	663	247	297	51.2a	125.7a	11.4b
DMS	—	—	—	24.2	14.3	11.1
Significancia	—	—	—	0.06	0.03	0.001
CV (%)	—	—	—	35.3	7.0	26.1

[†]Dentro de columnas, promedios seguidos de la misma letra, no difieren estadísticamente con base en la diferencia mínima significativa (DMS) de la prueba de Fisher con $p \leq 0.05$. El CV es el coeficiente de variación.

Conclusiones

El riego suplementario incrementó la masa promedio de la tuna y el rendimiento, pero redujo la eficiencia en el uso del agua. El riego suplementario es una técnica de riego factible de aplicarse, pero habrá de darse más énfasis en la parte educacional, en términos de transferencia de esta tecnología a los usuarios para su efectiva aplicación.

Literatura Citada

- Acevedo, E., I. Badilla and P.S. Nobel. 1983. Water relations, diurnal acidity changes and productivity of a cultivated cactus, *Opuntia ficus-indica*. Plant Physiol., 72:775-780.
- Arba, M., A. Falisse, R. Choukr-Allaha and M. Sindic. 2016. Effect of irrigation on fruit yield and quality of cactus pear (*Opuntia* spp.). Sci. J. Crops Sci., 583:73-81.
- García de Cortázar, V. and P.S. Nobel. 1992. Biomass and fruit production for the prickly pear cactus, *Opuntia ficus-indica*. J. Amer. Soc. Hortic. Sci., 117(4):558-562.
- Méndez-Gallegos, S.J. y E.J. García-Herrera. 2013. Aprovechamiento, usos y aplicaciones del nopal. In: Producción sustentable de tuna en San Luis Potosí; C. Gallegos-Vázquez, S.J. Méndez-Gallegos y C. Mondragón-Jacobo (eds). pp: 8-23. Colegio de Postgraduados-Fundación Produce San Luis Potosí. San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.
- Morrison, J.M., M. Morikawa, M. Murphy and P. Schulte. 2009. Water scarcity and climate change: growing risks for businesses & investors. Ceres report and Pacific Institute, Boston, MA. 50 p.
- Mulas, M. and G. D'hallewin. 1997. Fruit quality of four cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cultivars as influenced by irrigation. Acta Hortic., 438:115-121.
- Nerd A, A. Karady and Y. Mizrahi. 1989. Irrigation, fertilization, and polyethylene covers influence bud development in prickly pear. HortScience, 24(5):773-775.
- Van Der Merwe, L.L., A.B. Wessels and D.I. Ferreira. 1997. Supplemental irrigation for spineless cactus pear. Acta Hortic., 438:77-82.
- Zegbe, J.A. and A. Serna-Pérez. 2012. Partial rootzone drying to save water while growing apples in a semi-arid region. Irrig. and Drain., 61(2):251-259.
- Zegbe, J.A. and A. Serna-Pérez. 2018. Irrigation options to save water while enhancing export-size fruit and storability of 'Smooth Red' cactus pear. J Sci Food Agric., 98:5503-5508.
- Zegbe J.A. and M. Servín-Palestina. 2020. Supplemental irrigation to save water while growing cactus pear in semi-arid regions. Irrig. and Drain., 1-12. <https://doi.org/10.1002/ird.2542>.

VALIDACIÓN DEL RIEGO SUPLEMENTARIO EN TUNA ‘ROJA LISA’ A NIVEL PARCELARIO: II CALIDAD Y VIDA POSTCOSECHA

Jorge A. Zegbe^{1*}, Valentín Melero-Meraz¹, Raquel K. Cruz-Bravo¹, Mayra Denise Herrera¹,
Salvador H. Guzmán-Maldonado²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas, Km 24.5 Ctra. Zacatecas-Fresnillo, Calera de V.R., Zacatecas, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Bajío, Km. 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, México.

* Autor de correspondencia: zegbe.jorge@inifap.gob.mx

Introducción

El cultivo del nopal, para fruta, ha sido una alternativa comercial con impacto social en regiones áridas y semiáridas de México y del mundo (Ochoa y Barbera, 2017). Esta especie ha sido también manejada bajo condiciones de temporal principalmente, mientras que, bajo riego, se cultiva únicamente en algunos sitios de Israel (Nerd *et al.*, 1991), Chile (García de Cortázar y Nobel, 1992), Italia (Gugliuzza *et al.*, 2002), Jordania (Potgieter y D'Aquino, 2017), Marruecos (Potgieter y D'Aquino, 2017), Sudáfrica (Potgieter and D'Aquino, 2017) y México (Zegbe y Serna-Pérez, 2018). Así, el riego ha sido una opción para incrementar el rendimiento y tamaño de la tuna, pero en cuanto a calidad de la tuna, el riego ha producido resultados contradictorios (Mulas y D'hallewin, 1997; Gugliuzza *et al.*, 2002; Arba *et al.*, 2016). Además, poco se sabe de la influencia del riego en la calidad y vida de conservación de la tuna (Zegbe *et al.*, 2015; Zegbe y Serna, 2018; Zegbe, 2020). Zegbe (2020) estudió la calidad y vida postcosecha de la tuna de cuatro variedades de *Opuntia* que estuvieron expuestas a riego comercial, riego suplementario y sin riego. La tuna ‘Roja Lisa’ bajo ambos sistemas de riego produjeron un incremento similar en la masa promedio y firmeza del fruto, pero la concentración de sólidos solubles totales fue menor en relación a la tuna producida bajo temporal. Estas respuestas se mantuvieron durante el almacenamiento a temperatura ambiente o en cuarto frío. Además, la fruta producida con riego suplementario, redujo la tasa de pérdida de masa de peso en ambos sistemas de almacenamiento. El objetivo de esta investigación fue validar la aplicación del riego suplementario en la calidad y vida de conservación de la tuna ‘Roja Lisa’ producida en una huerta comercial.

Materiales y Métodos

El experimento se estableció el 3 de marzo de 2019 en una huerta comercial de tuna del cultivar ‘Roja Lisa’ [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] de 15 años de edad ubicada en el predio denominado “Las Cien Hectáreas” de la comunidad ‘La Victoria’, Pinos Zacatecas (22° 22' N, 101° 67' O, elevación 2,161 msnm). Las plantas están espaciadas a 5.6 m x 2.7 m entre hileras y plantas, respectivamente. Los tratamientos fueron: sin riego y riego suplementario o de auxilio. El ensayo se condujo en un diseño completamente aleatorio con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental tuvo dos plantas. Una sección de la huerta recibió tres riegos durante la época seca (abril-junio) con un sistema presurizado por goteo. La demanda evapotranspirativa del cultivo se estimó con la ecuación: $ET_c = K_c \times ET_o$; donde ET_c es la evapotranspiración del cultivo, K_c es el coeficiente de cultivo y ET_o es la evapotranspiración de referencia estimada por el método de Penman-Monteith (Zegbe y Serna-Pérez, 2012).

La información climatológica se obtuvo con sensores remotos (Adcon Telemetry System) ubicados a 600 m del sitio experimental. Las plantas fueron manejadas con el criterio del productor. La cosecha se inició el 26 de junio y terminó el 5 de agosto. La calidad de la fruta se registró en la cosecha y después de un periodo de almacenamiento a temperatura (24 ± 2 °C) y humedad relativa (40 ± 10 % HR) ambiente (TA) y en cuarto frío (CF) (7 ± 2 °C y 90 ± 4 % HR). Las variables de respuesta fueron: la masa promedio del fruto, firmeza, concentración de sólidos solubles totales, concentración de la materia seca de la pulpa y la pérdida de masa del fruto, la cual se midió semanalmente durante el almacenamiento a TA y CF. La información se analizó con un modelo lineal completamente aleatorio (SAS, ver 9.3, 2002-2010: SAS Institute, Cary, NC, USA).

Resultados y Discusión

En la cosecha, en comparación con las plantas sin riego (SR), aquellas bajo riego suplementario (RS) incrementaron la masa promedio de fruta (MPF) de la tuna, mientras que la firmeza del fruto (FF) fue declarada no significativa entre fruta SR y RS. En contraste, la concentración de sólidos solubles totales (CSST) y las concentraciones de materia seca en la pulpa (CMSP) fueron mayores en la tuna SR (Cuadro 1). Este resultado fue consistente cuando la fruta producida bajo RS o SR se mantuvo almacenada a temperatura ambiente por seis y nueve semanas o almacenada en cuarto frío por once semanas. La FF se mantuvo alta en la tuna producida con RS almacenada por once semanas en cuarto frío, únicamente (Cuadro 1). La aplicación del RS puede explicar el incremento de la MPF (Zegbe y Serna-Pérez, 2018), mientras la tendencia a incrementar y mantener una FF alta puede atribuirse a cambios al nivel de la epidermis de la fruta (Zegbe *et al.*, 2015). La disminución en la CSST y CMSP en frutas producidas en RS fue asociada a un fenómeno de dilución y a mayor competencia por asimilados entre puntos de demanda para ser utilizados en la elongación celular (Mulas y D'hallewin, 1997). Lo opuesto pudo ocurrir en la tuna SR.

Cuadro 1. Masa promedio de fruta (MPF), firmeza (FF), concentraciones de sólidos solubles total (CSST) y materia seca de la pulpa (CMSP) en función del riego suplementario y sin riego (temporal). Huerta comercial 'Las Cien hectáreas', La Victoria, Pinos, Zacatecas, México, 2019.

Condición/Tratamiento de Riego	MPF (g)	FF (N)	CSST (°Brix)	CMSP (mg g ⁻¹ PF)
Cosecha				
Sin riego	114.2b	28.3a	13.9a	219.3a
Con riego	133.7a	32.5a	11.9b	210.4b
Diferencia mínima significativa	18.4	3.8	0.08	4.1
Significancia	0.04	0.08	0.001	0.000
Coefficiente de variación (%)	7.9	14.2	6.9	1.8
Temperatura ambiente (24 ± 2 °C + 40 ± 10 % humedad relativa)				
Sin riego	121.2b	23.1a	12.8a	187.1a
Con riego	143.4a	22.5a	11.0b	173.8b
Diferencia mínima significativa	15.6	3.8	0.7	5.3
Significancia	0.01	0.8	0.001	0.001
Coefficiente de variación (%)	11.0	18.5	6.6	3.1
Refrigeración (7 ± 2 °C + 90 ± 4 % humedad relativa)				
Sin riego	119.1b	29.9b	12.2a	191.7a
Con riego	161.9a	33.3a	11.4b	187.0a
Diferencia mínima significativa	19.9	2.6	0.7	12.5
Significancia	0.001	0.04	0.04	0.4
Coefficiente de variación (%)	11.4	13.1	5.8	5.5

Dentro de columnas, promedios seguidos de la misma letra, no difieren estadísticamente con base en la diferencia mínima significativa (DMS) de la prueba de Fisher con $p \leq 0.05$.

Durante el almacenamiento a temperatura ambiente, la pérdida de masa del fruto (PMF) fue significativamente la más alta en la tuna producida en plantas SR y alcanzó el umbral de PMF (8%) a la sexta semana, mientras que aquella fruta producida con RS, hasta la novena semana, no había alcanzado dicho umbral (Figura 1A). La fruta producida SR o con RS almacenada en cuarto frío durante once semanas, mostró un comportamiento similar a la tuna acopiada a temperatura ambiente, donde la fruta producida con RS, tampoco alcanzó el umbral (8 %) de pérdida de masa establecido por Cantwell (1995) para tuna blanca (Figura 1B).

Claramente, el RS (como una alternativa de riego para el ahorro de agua) favoreció la vida de conservación de la tuna en ambos sistemas de almacenamiento, lo cual, pudo deberse a cambios positivos a nivel de la epidermis que limitaron PMF (Maguire *et al.*, 1999), pero que, además, resulta en beneficio para la comercialización en fresco de este producto en mercados distantes nacionales e internacionales (Zegbe *et al.*, 2015).

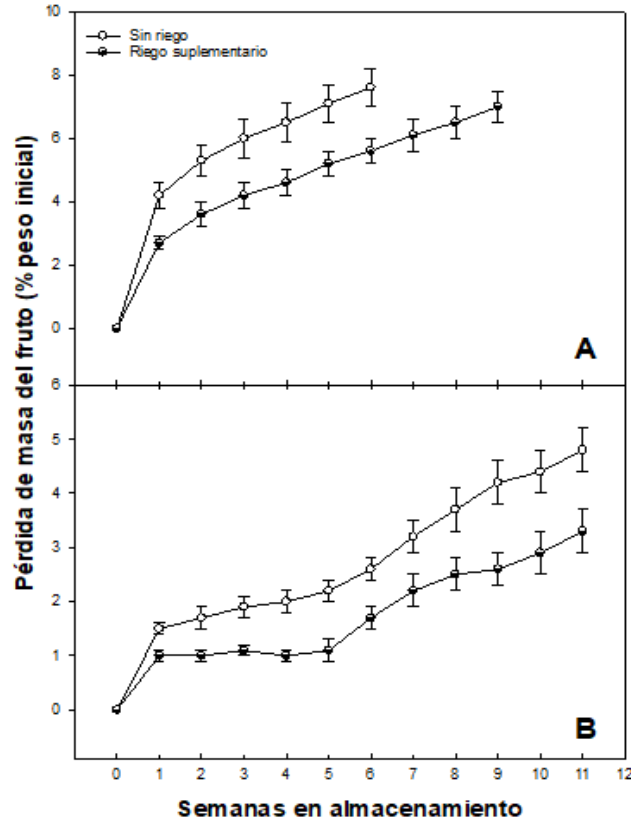


Figura 1. Cambios en la pérdida de peso de la tuna 'Roja Lisa' en almacenamiento a temperatura ambiente (A) y cuarto frío (B) cultivada sin y con riego. Las barras verticales indican intervalos de confianza con $p \leq 0.05$. Huerta comercial 'Las Cien hectáreas', La Victoria, Pinos, Zacatecas, México, 2019 y Campo Experimental Zacatecas, 2019.

Conclusiones

El riego suplementario incrementó la masa promedio de la tuna, pero redujo las concentraciones de los sólidos soluble totales y de la materia seca de la pulpa. Este comportamiento se mantuvo durante el almacenamiento a temperatura ambiente o cuarto frío. La firmeza del fruto con RS se mantuvo alta durante el almacenamiento en cuarto frío, únicamente. La pérdida de la masa de la fruta con RS fue menor en ambas condiciones de almacenamiento. En conclusión, el riego suplementario tiene efectos positivos en algunos atributos de la calidad y vida postcosecha de la tuna, mismos que pueden ser utilizados por el productor para la comercialización del producto fresco en mercados distantes nacionales e internacionales.

Literatura Citada

- Arba, M., A. Falisse, R. Choukr-Allaha and M. Sindic. 2016. Effect of irrigation on fruit yield and quality of cactus pear (*Opuntia* spp.). *Sci. J. Crops Sci.*, 583:73-81.
- Cantwell, M. 1995. Post-harvest management of fruits and vegetable stems. pp:120-136. In: G. Barbera, P. Inglese and E. Pimienta-Barrios (eds.), *Agro-Ecology, Cultivation, and Uses of Cactus Pear*. FAO Plant Production and Protection paper 132. Roma, Italy.
- García de Cortázar, V. and P.S. Nobel. 1992. Biomass and fruit production for the prickly pear cactus, *Opuntia ficus-indica*. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, 117(4):558–562.
- Gugliuzza, G., P. Inglese and V. Farina. 2002. Relationship between fruit thinning and irrigation on determining fruit quality of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruits. *Acta Hortic.*, 581:205–209.
- Maguire, K.M., A. Lang, N.H. Banks, A. Hall, D. Hopcroft and R. Bennett. 1999. Relationship between water vapor permeance of apple and micro-cracking of the cuticle. *Postharvest Biol. Technol.* 17:89-96.
- Mulas, M. and G. D'hallewin. 1997. Fruit quality of four cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cultivars as influenced by irrigation. *Acta Hortic.*, 438:115-121.
- Nerd A., A. Karady and Y. Mizrahi. 1989. Irrigation, fertilization, and polyethylene covers influence bud development in prickly pear. *HortScience*, 24(5):773–775.
- Ochoa, M.J. and G. Barbera. 2017. Fruit production and postharvest management. pp: 1–11. In: P. Inglese, C. Mondragon, A. Nefzaoui and C. Sáenz (Eds.) *Crop Ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear*. Rome, Italy: The Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas.
- Potgieter, J. and S. D'Aquino. 2017. Fruit production and postharvest management. pp: 51–71. In: P. Inglese, C. Mondragon, A. Nefzaoui and C. Sáenz (Eds.) *Crop Ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear*. Rome, Italy: The Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas.
- Zegbe, J.A. and A. Serna-Pérez. 2012. Partial rootzone drying to save water while growing apples in a semi-arid region. *Irrig. and Drain.*, 61(2):251-259.
- Zegbe, J.A., A. Serna-Pérez and J. Mena-Covarrubias. 2015. Irrigation enhances postharvest performance of 'Cristalina' cactus pea fruit. *Acta Hortic.*, 1067:417-422.
- Zegbe, J.A. and A. Serna-Pérez. 2018. Irrigation options to save water while enhancing export-size fruit and storability of 'Smooth Red' cactus pear. *J Sci Food Agric.*, 98:5503–5508.
- Zegbe JA. 2020. Quality and storability of cactus pear fruit as improved by supplemental irrigation. *J. Prof. Ass. Cactus Deve.*, 22:1-17.

EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN HEMBRAS CAPRINAS JOVENES NO INCREMENTA DESPUÉS DE RECIBIR SUPLEMENTACIÓN DE METIONINA AL 1% DURANTE LA GESTACIÓN

Esaú Ramírez-de la Cruz¹, Diego Castillo-Gutiérrez¹, Paulina García-García¹, Mayolo Salazar-Herrera¹, Juan C. Baltazar-Camacho², Juan M. Vázquez-García¹, Jorge Flores-Sánchez³, Héctor A. Lee Rangel¹, Cesar A. Rosales-Nieto^{1*}

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma San Luis Potosí, San Luis Potosí, México. ²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Irapuato, Guanajuato, México. ³Laboratorio de Especialidades Médicas. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México. *Autor de correspondencia: cesar.rosales@uaslp.mx

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la inclusión de metionina en la dieta materna durante la gestación tardía sobre la eficiencia reproductiva (fertilidad y tasa reproductiva) de la progenie femenina. A partir del último tercio de gestación (día 100) se realizó la inclusión de metionina al 1% (TRT-1.0; OptiMethione® Nuprox) o no (TRT-0 Control) a 30 cabras multíparas en base al peso corporal. Al nacimiento, se determinó el peso, índice de masa corporal (IMC), tipo de parto y sexo de las crías. Se les dio seguimiento a las hembras. Durante el desarrollo del experimento, las hembras se pesaron semanalmente y cuando tenían aproximadamente 150 días de edad se introdujeron machos vasectomizados. Cuando las hembras tenían 280 días de edad fueron sometidas a empadre natural. El peso al nacimiento fue de 3.2 ± 0.1 kg para las crías de T-1.0 y 3.1 ± 0.1 kg para las crías de T-0 ($P > 0.05$). IMC al nacimiento fue 0.26 ± 0.01 para T-1.0 y 0.28 ± 0.01 para T-0 ($P > 0.05$). El desarrollo postnatal fue similar entre tratamientos ($P > 0.05$). El 50% de las hembras del T-1 y T-0 quedaron gestantes ($P > 0.05$). De las hembras gestantes, el peso y edad a la concepción fue de 21.3 kg y 286 días para las hembras de T-1 y 23.4 kg y 283 para las hembras de T-0 ($P > 0.05$). Ni la tasa de fertilidad, fecundidad y tasa reproductiva difirió entre tratamientos ($P > 0.05$). Se concluye que la inclusión de metionina en la dieta materna de cabras durante el último tercio de gestación no incrementó la eficiencia reproductiva en la progenie.

Introducción

La nutrición materna es el principal factor ambiental intrauterino que altera la expresión del genoma fetal, consecuentemente pueden predisponer a los individuos a enfermedades metabólicas, endocrinas y cardiovasculares en la vida adulta (Wu *et al.*, 2004). En el último tercio de la gestación ocurre el mayor crecimiento fetal (Du *et al.*, 2010); de tal manera que si existe una restricción nutricional materna durante esta etapa resultará en una reducción del crecimiento fetal e impactará directamente en el peso al nacimiento (Gardner *et al.*, 2007; Li *et al.*, 2018). La metionina es un aminoácido esencial que participa en varias vías metabólicas clave y síntesis de proteínas (Liu *et al.*, 2017). Ha sido demostrado que una dieta materna enriquecida con metionina durante la gestación se asocia con un aumento en la circulación de factores de crecimiento (IGF) que resulta en un incremento del peso al nacimiento (Oster *et al.*, 2016). Consecuentemente, se ha demostrado que las hembras más pesadas al nacimiento crecen más rápido y obtienen mayores ganancias de peso diaria en comparación con sus contemporáneas, lo que resulta en que alcanzan más rápido la pubertad y son más fértiles al primer empadre (Rosales Nieto *et al.*, 2013a; 2013b). Sin embargo, el suministro de una dieta inadecuada o un alimento de mala calidad reduce el desarrollo postnatal y afecta la madurez sexual y la eficiencia reproductiva de los animales (Malau-Aduli *et al.*, 2015). En cabras, la eficiencia reproductiva depende de varios factores como la época de nacimiento, el fotoperiodo, la nutrición, la genética, el peso y tamaño corporal (Ahsan *et al.*, 2014). El empadre de hembras jóvenes es una actividad poco utilizada por parte de los productores debido a la percepción que las hembras empadradas a una edad temprana ponen en riesgo su desarrollo y su vida productiva (Kenyon *et al.*, 2014; Edwards and Juengel, 2017; Rosales Nieto *et al.*, 2018). Sin embargo, aquellas hembras que no producen, solamente contribuyen al calentamiento global (Cottle *et al.*, 2011).

Por lo tanto, es necesario encontrar estrategias de manejo y nutricionales que permitan eficientar los sistemas de producción. De tal manera que el objetivo del presente trabajo fue determinar si la suplementación con metionina al 1% durante el último tercio de gestación incrementa la eficiencia reproductiva (fertilidad, fecundidad y tasa reproductiva) en hembras caprinas empadradas en el primer año de edad.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la unidad caprina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (100° 51' 40.49" O y 22° 13' 56.63" N). El clima corresponde a un clima semiseco, con lluvias en verano, una altura de 1830 msnm. Durante la estación reproductiva, se utilizaron 30 cabras multíparas con edad gestacional similar y su futura progenie (24 hembras). Solamente 18 hembras (T-1: 10 y T-0: 8) llegaron al empadre ya que el resto fueron eliminadas de la Unidad Caprina por causas ajenas al experimento. Para poder determinar el impacto de la suplementación de metionina sobre el peso y edad a la concepción y la eficiencia reproductiva (fertilidad [porcentaje de hembras gestantes], fecundidad [hembras gestantes con gemelos] y tasa reproductiva [número de fetos en hembras gestantes]) de la progenie se incluyó metionina (OptiMethione® Nuproxa) en la dieta de hembras gestantes a razón de 1.0% en base al peso corporal a partir del último tercio de gestación (día 100 de la gestación hasta el parto).

Los tratamientos fueron T-1.0 (metionina [OptiMethione® Nuproxa]; n = 15; 50.1±4.5 kg) y T-0 (control; n = 15; 49.6±4.5 kg). La metionina fue suministrada por la mañana en forma individual en la dieta de las hembras gestantes en la unidad caprina de la Facultad de Agronomía y Veterinaria. Durante la gestación las cabras fueron alimentadas con heno de avena, alfalfa, sorgo, y ensilado de maíz, para cubrir sus requerimientos de mantenimiento más no de gestación. Al nacimiento, se determinó el peso, índice de masa corporal (IMC), tipo de parto y sexo de las crías. Se les dio seguimiento a las hembras. Durante el desarrollo postnatal, las crías fueron alimentadas con la alimentación proporcionada en la Unidad Caprina que es a base de heno de avena, alfalfa, sorgo, ensilado de maíz y concentrado de desarrollo. Cuando las hembras tenían aproximadamente 150 días de edad se introdujeron machos vasectomizados y cuando tenían 280 días de edad fueron sometidas a empadre natural.

Resultados y Discusión

Impacto de la inclusión de metionina en el Peso e IMC al nacimiento

El peso al nacimiento fue de 3.2±0.2 kg para T-1.0 y 3.1±0.2 kg para T-0 (P > 0.05). El IMC al nacimiento fue de 0.26±0.007 para T-1.0 y 0.28±0.016 para T-0 (P > 0.05). Cuadro 1, a continuación.

Cuadro 1. Tratamientos y variables.

Tratamiento	Peso Nacimiento	IMC Nacimiento
T-1	3.2±0.2	0.26±0.007
T-0	3.1±0.2	0.28±0.016
P > f	NS	NS

Impacto de la inclusión de metionina en el desarrollo postnatal

El peso corporal de la progenie se tomó desde la semana 1 después del nacimiento hasta el final del empadre (Enero) y este no difirió entre tratamientos (P > 0.05; Figura 1).

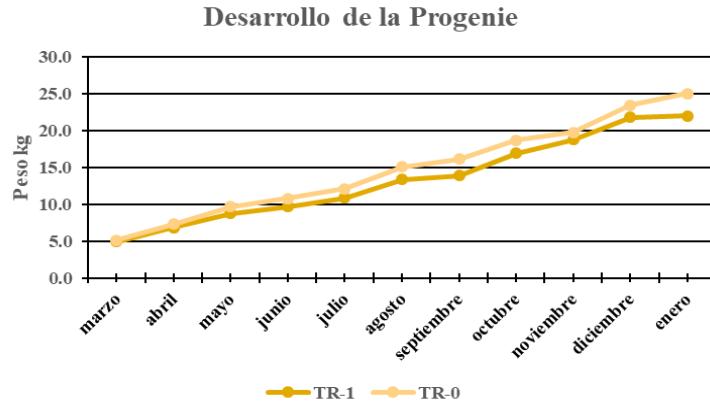


Figura 1. Peso de la progenie y periodo de estudio.

Impacto de la inclusión de metionina en Fertilidad, Fecundidad y Tasa Reproductiva

El peso promedio a la concepción fue 21.28 kg para T-1 y 23.42 kg para T-0. La edad promedio a la concepción fue 286 días para T-1 y 282 días para T-0 ($P > 0.05$). La tasa de fertilidad fue de 50 % para T-1 y 62.5 % para T-0, respectivamente ($P > 0.05$; Figura 2). Solamente 1 hembra del T-0 estuvo gestante con gemelos, por lo que la fecundidad no difirió entre tratamientos ($P > 0.05$). La tasa reproductiva fue de 120 % para T-1 y 100% para T-0 ($P > 0.05$; Figura 3).

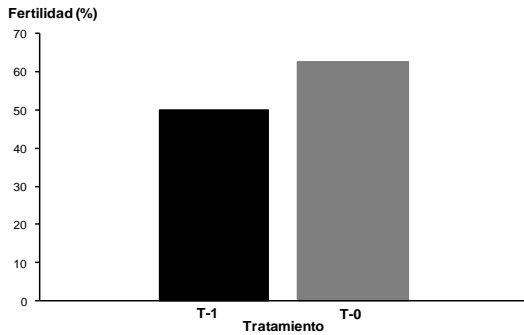


Figura 2. Tasa de fertilidad (%) de hembras caprinas que las madres recibieron suplementación de metionina (T-1; barra negra) o no (T-0; barra gris) durante el último tercio de gestación.

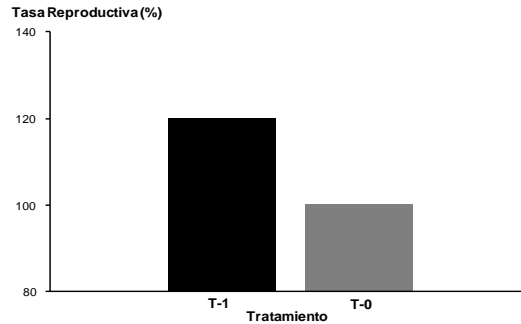


Figura 3. Tasa reproductiva (%) de hembras caprinas que las madres recibieron suplementación de metionina (T-1; barra negra) o no (T-0; barra gris) durante el último tercio de gestación.

Nuestra hipótesis fue que la inclusión de metionina durante el último tercio de gestación incrementaría el peso e índice de masa corporal al nacimiento y que ayudaría a incrementar la ganancia de peso diaria y la eficiencia reproductiva en hembras caprinas. Los resultados obtenidos en el presente experimento no presentan diferencia entre la progenie de madres que recibieron suplementación con metionina durante el último tercio de gestación y la que no recibieron. Nuestros resultados difieren con lo reportado por Alharthi *et al.* (2018) en donde la suplementación en vacas Holstein con metionina (MET; Mepron® al 0,09% de la MS de la dieta), durante la gestación tardía incrementa el desarrollo postnatal y el peso al destete. De tal manera que esperábamos que las hembras que recibieron suplementación de metionina durante su desarrollo fetal incrementarían su peso al nacimiento y ganancia de peso diaria y que esto incrementara la eficiencia reproductiva; tal y como resultados previos demuestran que las hembras que incrementan su ganancia de peso diaria y son más pesadas al empadre son más fértiles (Rosales-Nieto *et al.*, 2013a; 2013b; 2015). Es probable que la dosis utilizada y el periodo de duración no fuera suficiente para impactar el desarrollo postnatal; particularmente cuando la dieta materna no cubre los requerimientos nutricionales.

Conclusión

Se concluye que la inclusión de metionina en la dieta materna durante el último tercio de gestación no impactó positivamente el peso e IMC al nacimiento, desarrollo postnatal y no incrementó la eficiencia reproductiva en hembras caprinas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los estudiantes de la Facultad de Agronomía y Veterinaria por su contribución en la obtención de datos durante el desarrollo experimental. Adicionalmente a Tecno Feed México S.A. e Indian Herbs Co por proporcionar la metionina a través de Héctor A. Lee Rangel. A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por el financiamiento recibido para la realización del experimento a través de los fondos (C19-FAI-05-86.86, 511-6/2019.-8024; 511-6/2019.-12305) otorgados a Cesar A. Rosales-Nieto. Finalmente, a Felipe Escalante Leura por el cuidado de los animales.

Literatura Citada

- Ahsan, U., Kamran, Z., Raza, I., Ahmad, S., Babar, W., Riaz, MH., Iqbal, Z. (2014). Role of selenium in male reproduction- A review. *Animal Reproduction Science*, 146, 55-62.
- Alharthi, AS., Batistel, F., Abdelmegeid, MK., Lascano, G., Parys, C., Helmbrecht, A., Loor, JJ. (2018). Maternal supply of methionine during late-pregnancy enhances rate of Holstein calf development in utero and postnatal growth to a greater extent than colostrum source. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9, 83.
- Cottle, D.J., Nolan, J.V., Wiedemann, S.G., 2011. Ruminant enteric methane mitigation: a review. *Animal Production Science* 51, 491-514.
- Du, M., Tong, J., Zhao, J., Underwood, KR., Zhu, M., Ford, SP., Nathanielsz, PW. (2010). Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. *Journal of Animal Science* 88, 51-60.
- Edwards, SJ. Juengel, JL., 2017. Limits on hogget lambing: the fertility of the young ewe. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 60, 1-22.
- Gardner, DS. Buttery, PJ. Daniel, Z., Symonds, ME., 2007. Factors affecting birth weight in sheep: maternal environment. *Reproduction* 133, 297-307.
- Kenyon, PR., Thompson, AN., Morris, ST., 2014. Breeding ewe lambs successfully to improve lifetime performance. *Small Ruminant Research* 118, 2-15.
- Li, X., Yan, Q., Tang, S., Tan, Z., Fitzsimmons, CJ. Yi, K. (2018). Effects of maternal feed intake restriction during pregnancy on the expression of growth regulation, imprinting and epigenetic transcription-related genes in foetal goats. *Animal Reproduction Science*, 198, 90-98.
- Liu, Y., Lin, X., Zhou, X., Wan, D., Wang, Z., Wu, X., Yin, Y. (2017). Effects of dynamic feeding low and high methionine diets on egg quality traits in laying hens. *Poultry Science*, 96, 1459-1465.
- Malau-Aduli, BS., Eduvie, LO., Lakpini, CAM., Malau-Aduli, AEO. (2005), Influence of crop residue ration supplementation on the attainment of puberty and postpartum reproductive activities of Red Sokoto goats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 89: 11-19.
- Rosales Nieto, CA. Ferguson, MB. Macleay, CA. Briegel, JR., Martin, GB. Thompson, AN. (2013a). Selection for superior growth advances the onset of puberty and increases reproductive performance in ewe lambs. *Animal* 7, 990-997.
- Rosales Nieto, CA. Ferguson, MB. Macleay, CA. Briegel, JR., Wood, DA., Martin, GB. Thompson, AN. (2013b). Ewe lambs with higher breeding values for growth achieve higher reproductive performance when mated at age 8 months. *Theriogenology* 80, 427-435.
- Rosales Nieto, CA. Ferguson, MB., Macleay, CA., Briegel, JR., Wood, DA., Martin, GB., Bencini, R., Thompson, AN. (2018). Milk production and composition, and progeny performance in young ewes with high merit for rapid growth and muscle and fat accumulation. *Animal* 12, 2292-2299.
- Wu, G., Bazer FW. Cudd TA. Meininger CJ. Spencer TE. (2004). Maternal nutrition and fetal development. *The Journal of Nutrition*, 134, 2169-2172.

DESARROLLO POSTNATAL Y TASA DE FERTILIDAD DE LA PROGENIE NO INCREMENTA AL RECIBIR SUPLEMENTACIÓN CON METIONINA DURANTE EL DESARROLLO FETAL

Diego Castillo-Gutiérrez¹, Esaú Ramírez-de la Cruz¹, Paulina García-García¹, Mayolo Salazar-Herrera¹, Juan C. Baltazar-Camacho², Juan M. Vázquez-García¹, Jorge Flores Sánchez³, Héctor A. Lee Rangel¹, Cesar A. Rosales-Nieto^{1*}

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

²Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Irapuato, Guanajuato, México. ³Laboratorio de Especialidades Médicas. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

*Autor de correspondencia: cesar.rosales@uaslp.mx

Resumen

En el presente estudio se investigó el impacto de la suplementación con metionina a una concentración de 0.5% en base al peso corporal durante el último tercio de la gestación sobre el peso al nacimiento, el desarrollo postnatal y la eficiencia reproductiva de la progenie. Durante el último tercio de gestación (día 100), 15 hembras multípara fueron suplementadas con 0.5% de metionina (MET 0.5%); en base a su peso corporal con un suplemento comercial (OptiMethione® Nuproxa), y 15 hembras más que formaban el grupo control (CTR) y no recibieron suplementación. Al nacimiento se registró el sexo, peso, índice de masa corporal (IMC) y el tipo de parto. Semanalmente se registró el peso semanalmente, hasta el empadre de la progenie. El peso promedio al empadre fue 24.1 ± 0.56 kg para CTR y 24.4 ± 1.25 kg para MET 0.5%. La tasa de fertilidad fue 63% para CTR y 62% para MET 0.5% ($P > 0.05$). La tasa reproductiva no difirió entre tratamientos ($P > 0.05$). Se concluye que la administración de metionina no mejora la eficiencia reproductiva de la progenie de cabras suplementadas con metionina durante 50 días en el periodo preparto.

Introducción

Durante el último tercio de la gestación se presenta el mayor crecimiento fetal (Du *et al.*, 2010), por lo que una restricción nutricional materna durante este periodo puede provocar diversos efectos negativos en la progenie como un menor peso al nacimiento, reducida supervivencia, lento desarrollo postnatal y reducida eficiencia reproductiva (Wu *et al.*, 2014). En vacas Holstein, se ha demostrado que la administración de metionina (0.09% de Mepron® durante) 28 días antes del parto mejora los pesos al nacimiento e incrementa el desarrollo postnatal de la progenie (Alharthi *et al.*, 2018). Adicionalmente, Palmer *et al.* (2020) demostraron que la suplementación de un suplemento de 105 g de análogo de hidroxilado de metionina/vaca/semana durante 70 días (47 días preparto y 23 días postparto) incremento la ganancia de peso diaria hasta el destete de la progenie. Es probable que la suplementación con metionina durante la gestación haya resultado en un incremento en el peso al nacimiento dado que se ha demostrado que durante la gestación tardía este aminoácido puede ser limitante para las madres y los fetos, ya que durante este periodo existe una disminución del mismo (Zhou *et al.*, 2016). Adicionalmente, la metionina es un aminoácido esencial involucrado en la síntesis de proteínas, metilación del ADN y de la histona, durante la gestación (Ji *et al.*, 2016).

Por otro lado, es importante señalar que las crías que presentan mayor peso al nacimiento son aquellas que muestran un mayor crecimiento postnatal y podrían llegar más rápido a la pubertad y ser aptas para el empadre (Rosales Nieto *et al.*, 2013a; 2013b). La exposición de hembras con machos vasectomizados antes del empadre puede incrementar la eficiencia reproductiva (Kenyon *et al.*, 2015), aunque resultados demuestran que la exposición de hembras jóvenes (5 a 9 meses de edad) machos sexualmente activos, no mejora la eficiencia reproductiva, debido al estrés que presentan las hembras (Chanvallon *et al.*, 2010). De tal manera que la hipótesis del presente trabajo fue, que la suplementación con metionina durante el periodo preparto (-50 días), mejoraba los pesos al nacimiento, el desarrollo postnatal y la eficiencia reproductiva de la progenie empadrada a los 9 meses de edad.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la unidad caprina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (100° 51' 40.49" O y 22° 13' 56.63" N). El clima corresponde a un clima semiseco, con lluvias en verano (García, 2004) y una altura de 1830 msnm. Durante la estación reproductiva, se utilizaron 30 cabras multíparas con edad gestacional similar y su futura progenie (27 hembras) para determinar el impacto de la inclusión de metionina (OptiMethione® Nuproxa) a razón de 0.5% (MET 0.5%) en base al peso corporal a partir del último tercio de gestación (día 100 de la gestación hasta el parto) sobre el peso al nacimiento, índice de masa corporal, desarrollo postnatal, peso y edad al empadre, así como la fertilidad y tasa reproductiva (hembras solamente). El diseño experimental se muestra en la figura 1. Las madres fueron empadradas de manera natural con machos experimentados por 42 días (dos ciclos reproductivos). La edad fetal se determinó a diferentes etapas de la gestación mediante ecografía transabdominal (Sonovet 600, Universal Medical Systems Inc y con un transductor convexo de 3.5 MHz.) al detectar parámetros fotométricos como la profundidad uterina, longitud torácica y diámetro biparental fetal (González-Bulnes *et al.*, 1998; Rosales Nieto *et al.*, 2020).

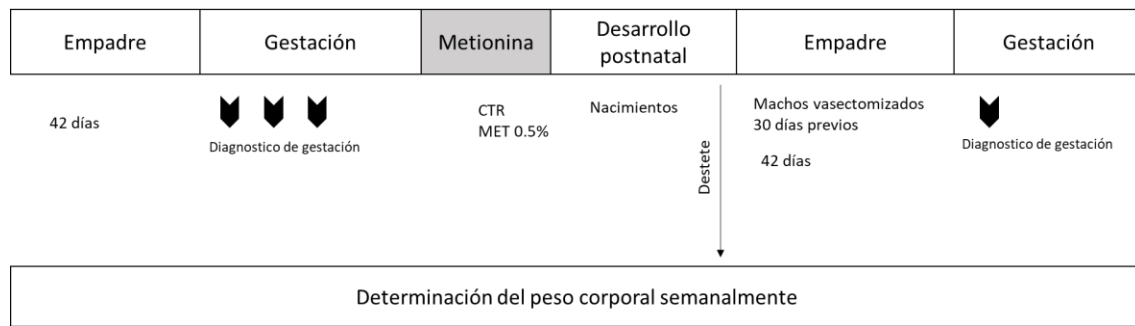


Figura 1. Esquema del diseño experimental que incluye empadre, gestación, nacimiento y desarrollo postnatal, así como el empadre y la gestación de la progenie que recibieron metionina (MET 0.5%) o no (CTR) durante el desarrollo fetal.

Las hembras se mantuvieron alojadas en un corral de 120 m² y cuando tenían 100 días de gestación, fueron distribuidas en dos tratamientos considerando que el peso fuera similar entre los tratamientos. Los tratamientos fueron MET 0.5% (metionina [OptiMethione® Nuproxa] a razón de 0.5% en base a su peso corporal; n = 15; 50.4±1.9 kg) y CTR (control; n = 15; 50.2±1.8 kg). La metionina fue suministrada por la mañana en forma individual en la sala de ordeño de la unidad caprina de la Facultad de Agronomía y Veterinaria. El suministro de la metionina se realizó durante el periodo preparto (-50 días) y finalizó el día del parto. Para garantizar el consumo, la metionina se proporcionó con concentrado (50 gramos por animal). Durante la gestación las cabras fueron alimentadas con heno de avena y alfalfa, sorgo y ensilado de maíz para cubrir sus requerimientos de mantenimiento más no de gestación. La dieta proporcionada refleja el aporte nutricional de las condiciones en extensivo. Al nacimiento se determinó el peso al nacimiento, índice de masa corporal (IMC), tipo de parto y sexo. La progenie fue alimentada con los mismos ingredientes además de recibir alimento concentrado como complemento de la dieta para el desarrollo.

Desarrollo postnatal desde el nacimiento hasta el empadre de la progenie

Desde el nacimiento y hasta el final del empadre, las hembras se pesaron semanalmente para evaluar su desarrollo; para esto se determinó el peso con una báscula digital (TORREY®) con una sensibilidad de 0.01 kg.

Empadre

Previo al periodo de reproducción las hembras fueron expuestas a machos vasectomizados, durante un periodo de 30 días, posteriormente se utilizaron machos enteros para el empadre, durante un periodo de 42 días.

Resultados

Peso al nacimiento y desarrollo postnatal.

La suplementación con metionina en el último tercio de la gestación no influyó en el peso ni en el IMC al nacimiento ($P > 0.05$; Cuadro 1). El desarrollo postnatal no se tuvo una diferencia significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$; Figura 2). En el Cuadro 1, se observa el Peso e IMC (Índice de Masa Corporal) al nacimiento y destete de la progenie de madres que recibieron o no metionina a partir del último tercio de gestación y hasta el nacimiento.

Cuadro 1. Peso e IMC (Índice de Masa Corporal) al nacimiento y destete.

Tratamiento	Peso Nacimiento	IMC Nacimiento
CTR	3.3±0.2	0.30±0.02
MET 0.5%	3.2±0.1	0.27±0.01
P > f	NS	NS

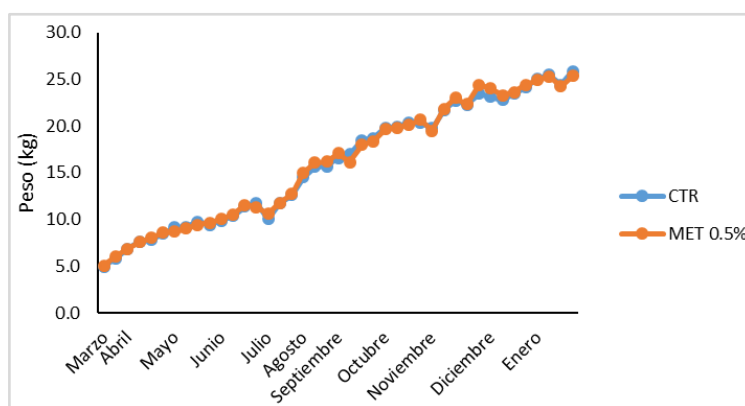


Figura 2. Desarrollo postnatal de las crías hembras de madres que recibieron (línea azul) o no (línea roja) metionina durante el último tercio de gestación y hasta el empadre de la progenie.

Impacto del peso al inicio del empadre sobre la fertilidad.

Al momento del empadre las hembras presentaron un peso promedio de 24.14 kg para CTR y 24.38 kg para MET 0.5% ($P > 0.05$). La relación que existe en el peso de las hembras y la fertilidad al momento del empadre, se muestra en la (Figura 3). El porcentaje de gestación obtenido fue de 63% para CTR y 62% para MET 0.5% ($P > 0.05$; Figura 4).

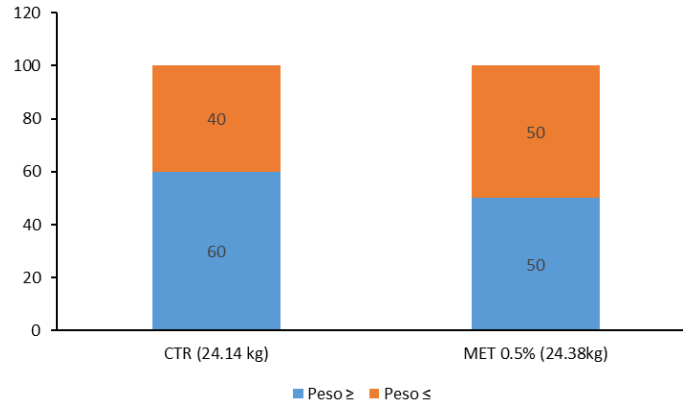


Figura 3. Relación entre, el peso al momento del empadre y la fertilidad de hembras que recibieron (MET 05%) o no (CTR) suplementación de metionina durante el desarrollo fetal.

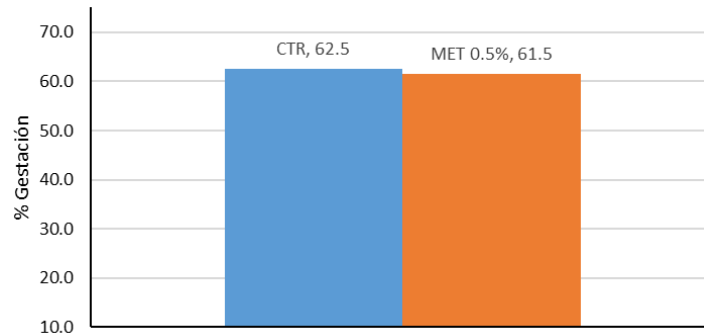


Figura 4. Tasa de gestación (%) de hembras que recibieron (MET 05%) o no (CTR) suplementación de metionina durante el desarrollo fetal.

Nuestra hipótesis fue que, la suplementación con metionina durante el parto, aumenta los pesos al nacimiento, por lo que esperábamos un mayor desarrollo postnatal y una mejor eficiencia reproductiva debido a que estudios previos han demostrado que existe una relación positiva entre el desarrollo postnatal, particularmente el incremento de masa muscular y acumulación de grasa y la fertilidad, lo que provoca una mayor concentración de leptina, lo que puede dar señales al cerebro de la composición corporal del animal y afectar de esa manera el inicio de la pubertad y la eficiencia reproductiva (Rosales Nieto *et al.*, 2014). Es probable que la similitud en la tasa de fertilidad y tasa reproductiva entre tratamientos se deba al desarrollo postnatal similar entre tratamientos.

Conclusión

La inclusión de metionina con un porcentaje de 0.5%, en base al peso corporal de las hembras gestantes, no mejoró la eficiencia reproductiva (fertilidad y tasa reproductiva) en las hembras de la progenie.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Yair Gómez Velázquez, Jonás Moisés Rocha Rodríguez y demás estudiantes de la Facultad de Agronomía y Veterinaria por su contribución en la obtención de datos durante el desarrollo experimental. Adicionalmente a Tecno Feed México S.A. e Indian Herbs Co por proporcionar la metionina a través de Héctor A. Lee Rangel. A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por el financiamiento recibido para la realización del experimento a través de los fondos (C19-FAI-05-86.86, 511-6/2019.-8024; 511-6/2019.-12305) otorgados a Cesar A. Rosales-Nieto. Finalmente, a Felipe Escalante Leura por el cuidado de los animales.

Literatura Citada

- Alharthi, A. S., Batistel, F., Abdelmegeid, M. K., Lascano, G., Parys, C., Helmbrecht, A., Trevisi, E., y Loor, J. J. (2018). Maternal supply of methionine during latepregnancy enhances rate of Holstein calf development in utero and postnatal growth to a greater extent than colostrum source. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9, p.4.
- Chanvallon, A., Scaramuzzi, R. J y Fabre-Nys., C. (2010). Early sexual experience and stressful conditions affect the response of young ewes to the male. *Physiology and Behavior*, pp.99, 457–465.
- Clifton V. L. (2010). Review: Sex and the human placenta: Mediating differential strategies of fetal growth and survival. *Placenta*, 31:S33-S39.
- Gardner D. S, Buttery P. J, Daniel Z, Symonds M. E. (2007). Factors affecting birth weight in sheep: Maternal environment. *Reproduction*, 133:297-307.
- Kenyon, P. R., Morel, P. C. H., Morris, S. T. y West. D. M. (2005). The effect of individual liveweight and use of teaser rams prior to mating on the reproductive performance of ewe hoggets *New Zealand Veterinary Journal*, 53, pp. 340-343.
- Palmer, E. A., Vedovatto, M., Oliveira, R. A., Gouvea, V., Silva, H. M., Vendramini, J. M. B., y Moriel, P. (2020). Maternal supplement type and methionine hydroxy analogue fortification effects on performance of BOS indicus-influenced beef cows and their offspring. *Livestock Science*, 240, pp.2-4
- Ramírez, J. A., G. Torres, L. Cruz De la, M. A. Ochoa y J. Suárez. (2013). Evaluación de factores ambientales que influyen en características de crecimiento del nacimiento al destete de corderos Hampshire. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(1), pp.117–125.
- Rosales Nieto, C. A., Ferguson, M. B., Macleay, C. A., Briegel, J. R., Martin, G. B. y Thompson, A. N. (2013a). Selection for superior growth advances the onset of puberty and increases reproductive performance in ewe lambs. *Animal* 7, pp.990-997.
- Rosales Nieto, C. A., Ferguson, M. B., Macleay, C. A., Briegel, J. R., Wood, D. A., Martin, G. B. y Thompson, A. N. (2013b). Ewe lambs with higher breeding values for growth achieve higher reproductive performance when mated at age 8 months. *Theriogenology*, 80, pp.427-435.
- Rosales Nieto, C. A., Thompson, A. N., Macleay, C. A., Briegel, J. R., Hedger, M. P., Ferguson, M. B. y Martin G. B. (2014). Relationships among body composition, circulating concentrations of leptin and follistatin, and the onset of puberty and fertility in young female sheep. *Animal Reproduction Science*, 151, pp. 148-156.
- Rosales Nieto, C. A., Ferguson, M. B., Macleay, C. A., Briegel, J. R., Wood, D. A., Martin, G. B., Bencini, R. y Thompson, A. N. (2018). Milk production and composition, and progeny performance in young ewes with high merit for rapid growth and muscle and fat accumulation. *Animal*, 12, pp.2292-2299.
- Wu, G., Bazer F. W., Cudd T. A., Meininger C. J. y Spencer T. E. (2004). Maternal nutrition and fetal development. *Journal of Animal Science*, 134, pp.2169-2172.
- Zhou, Z., J. J Loor, F. Piccioli-Cappelli, F. Librandi, G. E Lobleby y E. Trevisi. (2016). Circulating amino acids in blood plasma during the peripartal period in dairy cows with different liver functionality index. *Journal of Dairy Science*, 99(3), pp.2257-2267.

PRODUCTIVIDAD DE BIOMASA Y CALIDAD DE GEL DE SÁBILA [*Aloe vera* (L.) Burm.f.] CON USO DE COBERTURA VEGETAL EN DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD DEL SUELO

Aurelio Pedroza-Sandoval^{1*}, Nidia S. Sifuentes Rodríguez¹, Ricardo Trejo Calzada¹,
Jorge A. Zegbe Domínguez².

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Km. 40 Ctra. Gómez Palacio - Chihuahua Bermejillo, Durango, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Calera, Zacatecas, México. *Autor de correspondencia: apedroza@chapingo.uruza.edu.mx

Introducción

La agricultura de monocultivo no sólo destruye la biodiversidad local, también altera el ecosistema, ya que con frecuencia se compensa los factores limitantes, con un uso excesivo de fertilizantes químicos y el riego intensivo, lo cual ocasiona no sólo el agotamiento de las fuentes de agua, sino que promueve la desertificación, la salinización y la erosión del suelo cultivable (Machado y Campos, 2008). Una alternativa viable al problema del agua y la desertificación, es la reconversión productiva, hacia la diversificación de cultivos y uso de genotipos más rentables y menos demandantes de agua, que permita un mayor equilibrio de los ecosistemas frágiles, como las zonas áridas. La sábila [*Aloe vera* (L.) Burm.f.] es una alternativa, ya que es una planta de alta flexibilidad de adaptación a diferentes ambientes de tipo marginal, por su destacada tolerancia a suelos superficiales y pobres en materia orgánica, al estrés hídrico, al estrés por calor y salinidad, entre otros (Borland *et al.*, 2009).

En las zonas áridas, el efecto de la sequía reduce considerablemente la disponibilidad hídrica en el suelo, lo cual afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas. En algunas ocasiones las plantas logran sobrevivir a la condición de estrés, mediante mecanismos de adaptación que sacrifica la productividad y el rendimiento, aunque en algunos casos redundan en mejores indicadores de calidad (Medrano *et al.*, 2007). Además de las propias capacidades de las plantas para adaptarse al estrés ambiental, se han estado explorando una serie de prácticas de manejo que contribuyan a la mitigación del estrés abiótico y se mantenga de una manera más sostenida la productividad en los agroecosistemas, como los ambientes áridos, donde el agua es el factor limitante (González *et al.*, 2018). Una de estas prácticas es el uso de coberturas vegetales en el suelo y análisis de su comportamiento en diferentes condiciones de manejo de suelo y agua en áreas agrícolas marginales (Yáñez-Chávez *et al.*, 2018a). El objetivo de este estudio, fue evaluar el impacto en la producción de biomasa y la calidad de gel de la hoja de sábila [*Aloe vera* (L.) Burm.f.] con el uso de rastrojo de maíz como cobertura vegetal con diferentes contenidos de humedad en el suelo.

Materiales y Métodos

El estudio se condujo en el área experimental de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, en Bermejillo, Durango. El área se ubica a 23° 54' LN y 103° 37' LW a una altitud de 1,130 msnm. La región tiene un clima muy seco con lluvias en verano, una precipitación media anual de 239 mm, un porcentaje de lluvias invernal menor al 5 % y una oscilación térmica que varía de 7 a 17°C (García, 1973). 2

Diseño experimental y tratamientos: El estudio se llevó a cabo en un diseño experimental de bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. Las parcelas grandes consistieron en los contenidos de humedad del suelo: alto, medio y bajo (22-27%, 15-21% y 8-14%, respectivamente); las parcelas chicas correspondieron al uso de cobertura vegetal al suelo a una dosis de 10 t ha⁻¹ rastrojo de maíz y sin cobertura (testigo). La unidad experimental consistió de tres surcos de 6 m de longitud y 1 m de ancho. Cada parcela experimental tuvo un margen de 2 m en cada extremo de la parcela, para eliminar el efecto orilla. Las evaluaciones se llevaron a cabo en cada surco medio, en el cual se seleccionaron cuatro plantas al azar, a partir de las cuales se obtuvieron las variables respuesta.

Resultados y Discusión

El pH del gel y el contenido de azúcares en °Brix, fueron significativamente mayores ($P \leq 0.05$) en el contenido más bajo de humedad del suelo (8-14%), respecto de los niveles medios y altos, los cuales fueron menores y sin diferencia estadística entre ellos, en las diferentes fechas de muestreo, con la particularidad de que el pH fue más diferenciado a partir de la segunda fecha de evaluación (mayo, 2017), el cual fue mayor, medio y más bajo en los contenidos menores, medios y bajos de contenido de humedad del suelo, respectivamente; este efecto de comportamiento hasta la última fecha de evaluación (agosto, 2017). En cambio, la productividad expresada en peso de hoja y peso de gel de sábila, fue congruente con las variables de crecimiento de planta y desarrollo de la hoja, con valores significativamente mayores en los contenidos medios y altos de humedad del suelo (Cuadro 1). Los resultados anteriormente expuestos, confirma la teoría de que, ante condiciones favorables del ambiente, en este caso de contenido de humedad en el suelo, se favorece el crecimiento y producción de biomasa y gel de la sábila; en tanto que, ante condiciones de estrés hídrico, disminuyen cuantitativamente los indicadores agronómicos, pero se favorecen los indicadores de calidad en este caso del gel de la hoja de sábila.

Cuadro 1. Efecto del contenido de humedad del suelo en algunas características químicas y físicas en la planta de sábila, en diferentes fechas de evaluación.

	CHS (%)			pH			°Brix			Peso de hoja (Kg)			Peso de gel (Kg)		
	Días después de la aplicación de los tratamientos en el experimento														
	95	163	254	95	163	254	95	163	254	95	163	254			
Bajo (8-14)	4.9a	4.9a	4.9a	1.7a	1.8 a	1.7 a	0.27b	0.27b	0.29b	0.73b	0.75b	0.75b			
Medio (15-21)	4.8b	4.8b	4.8b	1.3b	1.3 b	1.3 b	0.65a	0.63a	0.69a	1.25a	1.31a	1.24a			
Alto (22-27)	4.8b	4.7c	4.7c	1.3b	1.3 b	1.3 b	0.67a	0.69a	0.66a	1.29a	1.33a	1.26a			

Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

Conclusiones

La calidad del gel como el pH y la concentración de azúcares fueron mayores cuando el contenido de humedad se mantuvo cercano o ligeramente inferior al punto de marchitez permanente (8-14%); en tanto que la productividad expresada en peso de hoja y peso de gel fueron superiores en los niveles medios y altos de contenido de humedad en el suelo. La cobertura vegetal en el suelo a base de rastrojo de maíz a dosis de 10 t ha⁻¹, mostró un efecto mínimo, con ligera tendencia de respuesta de una mayor producción de biomasa 3

Literatura Citada

- Borland A. M., H. Griffiths, J. Hartwell and C. J. A. Smith (2009). Exploiting the potential of plants with crassulacean acid metabolism for bioenergy production on marginal lands. *Journal of Experimental Botany* 60(10):2879–2896.
- García M. E (1973). Apuntes de climatología. Universidad Autónoma de México. México. 71 p.
- González, V., Cifre, E., Raigón, Ma. D. y Gómez, Ma. J. 2018. Prácticas agroecológicas de adaptación al cambio climático. Estudio-Diagnóstico. Sociedad Española de Agricultura Ecológica/Agroecología (SEAE). Valencia, España. 88 p.
- Machado, H. y Campos, M. (2008). Reflexiones acerca de los ecosistemas agrícolas y la necesidad de su conservación. *Pastos y Forrajes*, 31(4): 1.
- Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J. Ribas-Carbó, M. Y Gulías, J. (2007) Eficiencia en el uso del agua por las plantas. *Investigaciones Geográficas*. 43: 63-84
- Yáñez-Chávez, L.G, Pedroza-Sandoval, A., Martínez-Salvador, M., Sánchez-Cohen, I., Echavarría-Cháirez, F.G., Vásquez-Valle, M.A. y López-Santos, A. 2018. Uso de retenedores de humedad edáfica en la sobrevivencia y crecimiento de dos especies de pastos *Bouteloua curtipendula* [Michx.] Torr. y *Chloris gayana* Kunth. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 9(4): 702-718.

IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS PRESENTES EN EL *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller)

Aurora Martínez-Romero^{1*}; José L. Ortega-Sánchez²; Sandra I. Hernández-González¹; José J. Alba-Romero¹; Maribel Cervantes-Flores³

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. ³Facultad de Ciencias Químicas, Campus Durango. Laboratorio de Inmunología e Infectología, Universidad Juárez del Estado de Durango.

*Autor de correspondencia: auroramtzr@gmail.com

Introducción

El *Aloe vera* es de origen africano y crece en climas tropicales, en terrenos arenosos y áridos. El cultivo de aloe vera se ha implementado en otros países por los beneficios que brinda. Se ha descrito que sólo algunas especies conocidas poseen efectos medicinales, entre éstas se encuentran *Aloe arborescens* Miller, *Aloe pernyi* Baker, *Aloe ferox* Miller o *Aloe capensis* y *Aloe barbadensis* Miller, también conocida como *Aloe vera* Linné o *Aloe vulgaris* Lamark (Calderón-Oliver et al. 2011). Se ha utilizado en muchos lugares en la medicina moderna por su eficacia para tratar diversas dolencias como quemaduras, reacciones alérgicas, artritis reumatoide, fiebre reumática, indigestión ácida, úlceras, diabetes, enfermedades de la piel, disentería, diarrea, además posee actividad curativa en el sistema digestivo y otros órganos internos, incluyendo el estómago, el intestino delgado, el hígado, el riñón y el páncreas debido a sus propiedades bioactivas y sigue siendo un componente importante en la medicina tradicional (Adams et al. 2014; Saniasiaya et al. 2017).

En la actualidad, únicamente dos especies tienen interés comercial por sus aplicaciones terapéuticas, *Aloe ferox* Miller (*A. capensis*), conocido como áloe de El Cabo, que se cultiva en África, y *Aloe barbadensis* Miller (*A. vera* L.), originario de Barbados y cultivado en distintos lugares de América (Villar y Heras 2008). Hoy en día se ha optado por elegir la medicina tradicional la cual es más económica y de fácil obtención. Por lo cual, es necesario continuar con el estudio de las diferentes plantas medicinales e identificar qué microorganismos patógenos están presentes en la planta por el cual podría provocar un efecto secundario. Existe una gran cantidad de estudios sobre el *Aloe vera*, donde explica las propiedades curativas que presenta esta planta, y se considera una de las principales plantas medicinales que con más frecuencia se ha utilizado actualmente. Sin embargo, no se ha estudiado qué carga microbiana pudiera estar presente en el *Aloe vera* y causar alguna enfermedad (principalmente infecciones gastrointestinales) si se llega a consumir la planta, así como tal sin antes haberla sometido a algún tratamiento térmico.

La importancia de esta investigación radica en la oportunidad de conocer más sobre una planta cuyas propiedades y beneficios son indiscutibles, y a través de este conocimiento permitir que se desarrollen otras investigaciones que puedan utilizar la reacción del aloe vera para beneficio humano y asegurar la calidad del producto que se encuentre libre de algún microorganismo patógeno. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la presencia o ausencia de *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* frente al *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller).

Material y Métodos

Este fue un estudio de investigación experimental. Penca de *Aloe Barbadensis* Miller y la muestra del jugo concentrado fueron suministrados por la empresa de Agromayal Botánica S.A. de C.V. en Gómez Palacio, Durango. Se realizó la preparación de los caldos de enriquecimiento, medios de cultivo y la esterilización de los frascos necesarios para las muestras. Se realizó la recolección de la penca sin limpieza y de penca ya sanitizada. Dentro de la campana de flujo laminar, se realizaron los cortes de 25 g de la penca limpia y sucia, y también se realizó el fileteado para obtener solo la pulpa, para posteriormente vaciar la muestra en los frascos donde contenían el caldo de enriquecimiento. Como parte final del estudio se realizaron las diferentes técnicas microbiológicas para comprobar si existe la presencia de diferentes microorganismos patógenos en el *Aloe vera*.

Para el pre-enriquecimiento de la penca limpia, penca sucia y de la pulpa se pesó 25 g de cada muestra y se le agregó 225 ml de caldo de enriquecimiento (Caldo Bleb); se homogeneizó y se dejó incubar a 30°C por 24-48 h. A partir del caldo de enriquecimiento Bleb de 24-48 h, se estrió en el agar selectivo para aislamiento OXA y en el medio selectivo diferencial CHROMagar; se incubaron las placas a 35°C durante 24-48 h. Para la lectura de las placas en agar OXA las colonias típicas fueron pequeñas (aproximadamente 1 mm), rodeadas por un halo de oscurecimiento por hidrólisis de la esculina. En el medio CHROMagar las colonias fueron de color azul, de diámetro inferior a 3 mm, regular y halo blanco. Se seleccionaron 50 o más colonias típicas y se sembró por estriado en agar TSA-YE (agar soya tripticaseína con 0.6% extracto de levadura) para el aislamiento de colonias. Se incubaron las placas a 30°C durante 24-48 h. Se examinaron las placas TSA-YE para observar las colonias típicas. A partir de una colonia típica se preparó una suspensión densa de solución fisiológica al 0.85%; se depositó una suspensión entre portaobjetos y cubreobjetos y se examinó en el microscopio. *Listeria* spp se presenta como bacilos cortos, delgados con movimientos característicos en tumbos (tumbling). Para la prueba de catalasa se tomó una colonia aislada y se suspendió en una gota de solución de peróxido de hidrógeno 3% en un portaobjetos; una reacción positiva se presentó con la formación inmediata de burbujas. Para la coloración de Gram, se realizó su respectiva tinción, *Listeria* spp se presenta como bacilos Gram (+) cortos y delgados. Para realizar la prueba de hemólisis, a partir del agar TSA-YE se inoculó en el agar sangre de oveja 5%. Se delineó una cuadrícula de 20-25 espacios en la base de la placa. A partir de una colonia aislada se inoculó por picadura en un cuadro por cada cultivo. Se incubó a 35°C durante 24-48 h. Se examinó bajo la luz brillante. *Listeria monocytogenes*: produjo una clara zona de β -hemólisis. Para la identificación de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp se utilizaron los medios selectivos correspondientes.

Resultados y Discusión

En el aislamiento en medios selectivos y medios selectivos diferenciales, solo se obtuvo crecimiento en el medio CHROMagar (medio selectivo diferencial). De las tres muestras en la penca sucia se reportó mayor crecimiento; sin embargo, en la pulpa se obtuvo un menor crecimiento a comparación de la penca limpia. En cambio, cuando se sometió a un proceso y se obtuvo un jugo concentrado de Aloe vera se pudo comprobar que existe ausencia de este microorganismo. Respecto a *Listeria monocytogenes*, se observó su crecimiento característico en penca sucia, penca limpia y pulpa en el medio selectivo diferencial CHROMagar. Identificando sus colonias típicas en agar TSA-YE (agar soya tripticaseína con 0.6% extracto de levadura), ya que este tipo de medio de cultivo favorece el crecimiento de este microorganismo. Se realizó la prueba de movilidad y prueba de catalasa a partir de una colonia típica con solución fisiológica al 0.85%, donde se logró observar bacilos cortos. Para la prueba de catalasa se reportaron resultados positivos tanto en la penca sucia, penca limpia y en la pulpa debido a que se trata de un anaerobio facultativo. Se realizó tinción Gram donde se observaron bacilos Gram (+) cortos y delgados. Por último, se realizó una prueba de hemólisis para confirmar que en el Aloe vera se presenta una carga microbiana de *Listeria monocytogenes*, debido a que este tipo de especie se diferencia de otras por su capacidad de producir una clara β -hemólisis en la placa de agar sangre. Se logró obtener un crecimiento favorable en las placas de agar Sal y manitol para la identificación de *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* en penca sucia, penca limpia y pulpa; en jugo concentrado no hubo crecimiento. *Escherichia coli* se observó su crecimiento en agar EMB apreciando el característico brillo metálico en penca sucia, penca limpia y pulpa, en jugo concentrado no hubo crecimiento. *Salmonella* en medio de cultivo (agar Sulfito bismuto y agar XLD) hubo crecimiento en penca sucia, penca limpia y pulpa, en jugo concentrado no hubo crecimiento.

Conclusiones

En jugo concentrado no hubo crecimiento debido a que para su elaboración se usaron altas temperaturas para asegurar un producto de consumo humano libre de algún microorganismo patógeno. Como se sabe los microorganismos patógenos no sobreviven a temperaturas de cocción superiores a 70°C.

Literatura Citada

- Adams K, Eliot T, Gerald A. (2014). Extent of Use of Aloe vera Locally Extracted Products for Management of Ailments in Communities of Kitagata Sub-county in Sheema District, Western Uganda. *Int J Sci Basic Appl Res*15(1):1–15.
- Calderon-Olivier M, Quiñones-Peña A, Pedraza-Chaverri J. (2011). Efectos beneficios del Aloe en la salud. *Revista especializada en ciencias de la salud. UNAM* 14(2).
- Saniasiaya J, Salim R, Mohamed I. Harun A. (2017). Antifungal Effect of Malaysian *Aloe vera* Leaf Extract on Selected Fungal Species of Pathogenic Otomycosis Species in In Vitro Culture Medium. *Oman Medical Journal* 32(1):41-46.
- Villar A y Heras B. (2008). Aloe vera, Indicaciones terapéuticas. *Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid* 20(8).

BRUCELOSIS EN CAPRINOCULTORES Y GANADO CAPRINO EN EJIDOS DE LA COMARCA LAGUNERA

Aurora Martínez-Romero^{1*}; José L. Ortega-Sánchez²; Sandra I. Hernández-González¹; José J. Alba-Romero¹; Maribel Cervantes-Flores³

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 ³Facultad de Ciencias Químicas, Campus Durango
Laboratorio de Inmunología e Infectología Universidad Juárez del Estado de Durango.

*Autor de correspondencia: auroamtzr@gmail.com

Introducción

La Brucelosis es una enfermedad infectocontagiosa, aguda o crónica, que afecta tanto a los animales como al hombre, causada por bacterias del género *Brucella* (Nan *et al.* 2018). Conocida antiguamente como fiebre de Malta, fiebre del Mediterráneo, fiebre ondulante, enfermedad de Bang, y más recientemente nombrada por el organismo que la produce. La brucelosis es considerada una de las zoonosis más relevantes a nivel mundial hoy en día (Guzmán-Hernández *et al.* 2016).

El género comprende actualmente 7 especies; *B. melitensis* (tres biotipos), *abortus* (8 biotipos), *suis* (4 biotipos), *neotomae*, *ovis*, *canis* y *maris*. Los biotipos se distinguen por diferentes características bioquímicas y/o comportamiento frente a sueros mono específicos y además permiten determinar las fuentes de infección. Se reconocen tres especies clásicas responsables de la brucelosis humana, con especificidad de especie animal, distribución geográfica y peculiaridades patógenas. *B. melitensis* afecta fundamentalmente a cabras y ovejas, pero puede afectar a bovinos y cerdos. Es la responsable de la gran mayoría de los casos en el hombre, ocasionando además los de mayor gravedad. *B. abortus* es el microorganismo implicado con mayor frecuencia en la brucelosis bovina. *B. suis* afecta primariamente al ganado porcino. Las cuatro especies menores (*B. neotomae*, *B. ovis*, *B. canis* y *B. maris*), no revisten importancia en patología humana (Collazos *et al.* 2008). La brucelosis sigue siendo un problema para la agricultura.

La Comarca Lagunera es una región ganadera; es una zona libre de brucelosis, enfermedad que tiende a la cronicidad por el desconocimiento en su diagnóstico, tratamiento e implicaciones en salud pública; causa artritis, endocarditis, meningitis y osteomielitis, además de las pérdidas económicas que conlleva. Por lo que, al ser una zoonosis, es pertinente conocer la interrelación entre la brucelosis humana y caprina. Las medidas gubernamentales establecidas para el control microbiológico de la producción de los productos lácteos sin pasteurizar no han sido eficientes para evitar el contagio de esta enfermedad por su consumo. A pesar de ser una enfermedad de notificación obligatoria son muy escasos los reportes encaminados a establecer la especie de *Brucella* que infecta a enfermos de brucelosis. El objetivo de la presente investigación fue determinar la seroprevalencia de anticuerpos de Brucelosis en caprinocultores y ganado caprino en ejidos de la Comarca Lagunera.

Material y Métodos

Este estudio fue de tipo analítico, prospectivo y transversal; se llevó a cabo en ganado caprino de 12 ejidos de los Municipios de Tlahualilo, Gómez Palacio y Mapimí de la Comarca Lagunera de Durango. Se desarrolló en la FCQ-GP-UJED. Dicho estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la FCQ de la UJED N°123301538X0201 COFEPRIS. Se obtuvieron 90 muestras de suero de caprinocultores, a los que se les realizó la prueba rosa de bengala como prueba tamiz, la aglutinación estándar y 2-Mercaptoetanol en microplaca. Se obtuvieron 5737 muestras de suero de cabras y se realizó la prueba rosa de bengala. La diferencia en la seroprevalencia de anticuerpos en caprinocultores entre los Ejidos y la seroprevalencia por género se determinaron con la prueba exacta de Fisher. De la misma manera se analizó la seroprevalencia de anticuerpos en el ganado caprino entre los Ejidos.

Resultados y Discusión

En caprinocultores se obtuvo una seroprevalencia general del 11%. La más elevada fue en el ejido Banco Nacional con 4.4%; predominó el género masculino con 76.7% y el rango de edad de 30-39 años con 26.6%, pero en cuanto a la seroprevalencia de anticuerpos con las pruebas cuantitativas SAT y 2Me considerando una seroreactividad a un título $\geq 1:20$ y con un 40% fue el grupo representado de 40 a 49 años. En la investigación realizada por López-Merino y colaboradores (2009), se dio a conocer que los individuos que resultaron con mayores niveles de seropositividad estuvieron comprendidos entre los 20 y 39 años (5%), y los de menores niveles, entre uno y nueve años y respecto al sexo.

En todos los grupos de edad estudiados predominó el género femenino, con un 48 por ciento más de seropositivos entre las mujeres. En ambos estudios se observó que los habitantes más afectados es la población económicamente activa que por su actividad ocupacional se ven más vulnerables a la adquisición de la enfermedad. En cuanto al género en el presente trabajo fue mayor el porcentaje en el masculino debido a que su actividad primordial es la caprinocultura. En la investigación de López-Merino y colaboradores el género que predominó fue el femenino, probablemente se deba a que las mujeres atienden y ordeñan a los animales de las explotaciones de traspatio, y son las encargadas de elaborar los quesos o productos lácteos.

Las manifestaciones clínicas predominantes observadas en los individuos seropositivos fueron: Artralgias, cansancio, lumbalgias, cefalea e irritabilidad. La seroprevalencia en cabras fue de 20.2%. La correlación entre la seroprevalencia humana y caprina fue $r=0.8732$; $p<0.01$. Al respecto, López-Merino y colaboradores (2009), en un estudio que realizaron a nivel nacional obtuvieron una seroprevalencia de brucelosis humana que osciló entre 0.24 y 13.5 por ciento en los Estados de Morelos y el Estado de México, respectivamente; asimismo, arrojó una estimación de brucelosis humana a nivel nacional de 3.42%. En el presente trabajo se utilizó la prueba RB como prueba tamiz para diagnosticar a los caprinocultores positivos de brucelosis y para seleccionar a los animales infectados. Actualmente, la prueba RB se sigue utilizando como prueba diagnóstica para brucelosis (Assenga *et al.* 2015; Purwar *et al.* 2016). A la fecha, se utiliza como prueba tamiz la RB; se realizó en suero de 484 bovinos y 340 cabras, los cuales son para consumo humano; se aplicó también un cuestionario para conocer las características socioeconómicas, concientizar sobre la brucelosis y conocer las actividades que favorecen la diseminación de la infección por *Brucella* durante las operaciones en el matadero o rastro (Ekere *et al.* 2018).

En la presente investigación se consideró una seroprevalencia positiva para el diagnóstico de la brucelosis humana la prueba de SAT y 2-Me, considerando seroreactivo un título a partir de 1:20, pruebas que coinciden con la realizada con Acharya y colaboradores (2018). Dicho estudio se llevó a cabo en 922 individuos trabajadores de 71 rastros o mataderos de ganado en Corea del Sur. El método utilizado fue el serológico de SAT y con el ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) para IgM e IgG; en dicho método se obtuvo una sensibilidad de 93.3% y 96.7%, respectivamente; en donde también consideraron un título seroreactivo a partir de 1:20; en este, 62 (6.7%) de los 922 pacientes presentaron seroreactividad para brucelosis, y el 0.4% presentaron una seroprevalencia a un título 1:160. En esta investigación se observó que los trabajadores de rastro utilizan equipo de protección como medida preventiva para no adquirir o reducir la brucelosis como el uso de lentes.

Conclusiones

Se concluyó que la seroprevalencia obtenida en caprinocultores fue superior a la seroprevalencia del Estado de Durango de 4.79% reportada en el año 2009. La seroprevalencia de brucelosis en ganado caprino es alta y existe en diez de los doce ejidos analizados. Se obtuvo una correlación altamente significativa entre la brucelosis humana y caprina. Se requiere control más eficiente en el reservorio animal a fin de prevenir la enfermedad en la población y que continúen las pérdidas económicas en la caprinocultura.

Literatura Citada

- Acharya D., SD Hwang, Ji-Hyuk Park. (2018). Seroreactivity and Risk Factors Associated with Human Brucellosis among Cattle Slaughterhouse Workers in South Korea. *Int J Environ Res Public Health* 15(11).
- Assenga JA, LE Matamba, SK Muller, JJ Malakalinga, RR Kazwala. (2015). Epidemiology of *Brucella* infection in the human, livestock and wildlife interface in the Katavi-Rukwa ecosystem, Tanzania. *BMC Vet Res* 11: 189.
- Collazos DV, MF Torres. (2008). Prevalencia de Brucelosis en la Leche Cruda de Bovinos Expandida en el Municipio de Popayan Cauca Septiembre- Diciembre 2006. *Facultad de Ciencias Agropecuarias* 6(2): 1-11.
- Ekere SO, Njoga EO, Onunkwo JI, UJ Njoga. (2018). Serosurveillance of *Brucella* antibody in food animals and role of slaughterhouse workers in spread of *Brucella* infection in Southeast Nigeria. *Vet World* 11(8): 1171-1178.
- Guzmán-Hernández RL, Contreras-Rodríguez A, Ávila-Calderón ED, MR Morales-García. (2016). Brucelosis: zoonosis de importancia en México. *Rev Chilena Infectol* 33(6): 656-662.
- López-Merino A, Migranas-Ortiz R, Perezmiravete A, Magos C, Salvatierra B, Tapia-Coyner R, Valdespino JL, J Sepúlveda. (2009). Seroepidemiología de la Brucelosis en México. *Salud Pública de México* 34(2): 1-12.
- Nan W, L Qin, Y Wang, Y Zhang, P Tan, Y Chen, K Mao, Y Chen. (2018). A rapid minor groove binder PCR method for distinguishing the vaccine strain *Brucella abortus* 104M. *BMC Vet Res* 14(1): 27.
- Purwar S, SC Metgud, MB Mutnal, MB Nagamoti, CS Patil. (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. OIE. 2012. Brucelosis bovina. Manual OIE 1–39.

EL SELENIO COMO NUTRIENTE PARA MEJORAR LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE SEMILLA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

Ma. Elizabeth Azpilcueta Pérez¹, Aurelio Pedroza Sandoval^{2*}, Ignacio Sánchez Cohen³, Ricardo Trejo-Calzada² y María del Rosario Jacobo-Salcedo³

¹Estudiante del Doctorado en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. ²Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo, Bermejillo, Dgo. ³Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Gómez Palacio, Dgo.

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

Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo de gran demanda para la alimentación humana en diversos países, principalmente por su contenido de proteínas, carbohidratos, fibra dietética, minerales y vitaminas (Luthria & Pastor-Corrales, 2006). La nutrición vegetal y calidad nutricional desde el punto de vista alimentario, es una de las líneas de investigación de actualidad en esta leguminosa. Actualmente, la producción de frijol en México es de 1,184 millones de ton con un valor de 16,376 millones de pesos, lo que representa una participación de 2.8% en el valor total de la producción agrícola del país (SIAP, 2019). El Selenio (Se) es un elemento esencial en humanos y animales como antioxidante y parte estructural en proteínas que suelen mejorar la cantidad y la calidad de la producción en los cultivos, pero su contenido en las plantas es variable y a veces mínimo, dependiendo del tipo de especies y el ambiente y manejo en que las plantas son producidas (Moreno *et al.*, 1988). El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento de respuesta en la calidad y el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de Se vía foliar.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID-RASPA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Gómez Palacio, Durango, ubicado a 283° 10' 76.51" LN, 65° 55' 04.77" LE (García, 1973). El experimento se llevó a cabo en condiciones controladas de invernadero durante el año de 2018, a una temperatura de 30 °C, una altura de 1.10 m sobre el piso y a una humedad relativa de 50-60%. Las partes laterales del invernadero estuvieron cubiertas por policarbonato de doble pared y el techo con plástico color verde clorofila calibre 720. El control de la temperatura y humedad relativa se realizaron usando extractores y pared húmeda y se monitorearon ambas variables mediante uso de sensores de temperatura y humedad, respectivamente. Se usó un diseño experimental de bloques al azar con siete repeticiones. Se aplicaron nueve tratamientos producto de la combinación de tres formulaciones de Se: selenito de sodio (Na₂SeO₃), selenato de sodio (Na₂SeO₄) y dióxido de selenio (SeO₂) en tres concentraciones cada una (5, 10 y 20 mg L⁻¹) más el testigo, al cual sólo se le aplicó agua desionizada. Se usaron macetas de 18 L de capacidad y se utilizó un sustrato a base de Peat Moos y Perlita (v/v=80/20). La suplementación de Se fue vía foliar con una frecuencia de 15 días hasta la fase de maduración de grano. La concentración de cada aplicación foliar fue de 5, 10 y 20 mg L⁻¹ y el volumen de la solución fue inicialmente de 250 ml; en la etapa de maduración fue de 750 ml por maceta. Las variables que se midieron fueron: peso total de semillas planta⁻¹(g); peso de semillas malas planta⁻¹ (g); semillas dañadas (%); y peso de 100 semillas (g).

Resultados y Discusión

El peso total de semillas por planta fue estadísticamente superior cuando se adicionó Se formulado como Na₂SeO₃ a una concentración de 5 mg L⁻¹, con un valor de 93.52 g. La adición de Se en las tres formas químicas probadas incrementaron la cantidad de semillas en un 27 % en contraste con el testigo (Cuadro 1). Se encontró un aumento en el rendimiento del 61 % del tratamiento del mayor efecto en relación al testigo, lo cual confirma el efecto benéfico de este microelemento en la producción de frijol.

El peso de 100 semillas fue significativamente mayor cuando se aplicó Se en forma de Na_2SeO_3 a una concentración de 5 mg L^{-1} con un valor de 30 g, respecto del testigo, el cual registró el valor de 24.35 g, lo que representa un incremento del 25.3%; el resto de los tratamientos observaron valores intermedios entre estos promedios (Cuadro 1). Estos resultados concuerdan con los reportados por Ragavan *et al.* (2017), quienes reportaron un incremento en el peso de grano en frijol *Cyamopsis tetragonoloba* en 5.7 a 9.5 %, cuando se adicionaron nanopartículas de Se a las plantas. El peso de semilla mala y porcentaje de semilla dañada no presentaron diferencia significativa entre tratamientos y el testigo (Cuadro 1), lo cual sugiere que la aplicación del Se, no afecta la calidad de la semilla del frijol. Lo anterior es coincidente con lo reportado por López-Gutiérrez *et al.* (2015), quienes reportaron que la aplicación de Se fue efectiva para modificar el potencial de óxido-reducción y elevar la actividad catalasa, sin causar modificaciones en la calidad de producción en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.).

Cuadro 1. Efecto de diferentes formulaciones y concentraciones de Selenio (Se) en diferentes componentes del rendimiento y calidad de la semilla del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Formulación química del Se	Conc. del Se (mg L^{-1})	Peso total de semillas planta ⁻¹ (g)	Peso de semillas malas planta ⁻¹ (g)	Semillas dañadas (%)	Peso de 100 semillas (g)
Na_2SeO_3	5	93.524±9.361 a	15.430±3.002 a	19.596±4.868 a	30.007±1.248 a
Na_2SeO_3	10	78.197±4.831 ab	20.905±3.130 a	28.973±5.242 a	28.448±0.782 ab
Na_2SeO_3	20	73.609±6.039 ab	15.569±2.366 a	24.648±5.341 a	29.155±1.120 ab
SeO_2	5	78.108±8.314 ab	21.587±3.243 a	27.872±2.899 a	30.993±1.317 a
SeO_2	10	79.828±7.914 ab	17.418±2.264 a	24.351±3.490 a	27.640±0.788 ab
SeO_2	20	80.710±8.281 ab	18.213±3.936 a	24.613±5.282 a	28.413±1.043 ab
Na_2SeO_4	5	78.161±6.909 ab	20.611±2.221 a	28.464±4.038 a	28.700±1.083 ab
Na_2SeO_4	10	81.481±6.909 ab	18.657±3.825 a	25.511±5.599 a	29.280±0.964 ab
Na_2SeO_4	20	76.152±7.540 ab	24.115±3.275 a	33.472±4.667 a	28.192±0.964 ab
Testigo	0	58.063±4.127 b	21.752±2.503 a	38.064±3.843 a	24.352±1.520 b

Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Cifras con las mismas letras dentro de una misma columna son estadísticamente iguales.

Conclusiones

La mejor respuesta fue cuando se aplicó Na_2SeO_3 y SeO_3 a dosis de 5 mg L^{-1} , con valores de 30.007 g y 30.993 g en el peso de 100 semillas, respectivamente y de 93.524 y 78.108 g para el peso total de grano por planta, respectivamente. La calidad de la semilla no fue afectada por la aplicación de este microelemento en ninguna de sus formulaciones.

Literatura Citada

- García, E. (1973) Apuntes de Climatología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 71 p.
- López-Gutiérrez, M. de L., Benavides-Mendoza, A., Ortega-Ortíz, H., Valdez-Aguilar, L. A., Cabrera-De la F., M., & Sandoval-Rangel, A. (2015) Selenio y su efecto en el estado antioxidante y la composición mineral de la lechuga. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 6(12): 2257-2262
- Luthria, D. L., & Pastor-Corrales, M. A. (2006) Phenolic acids content of fifteen dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *Journal of Food Composition and Analysis* 19(2-3): 205-211.
- Moreno R. M., Cala, R. V. & Jiménez, B. R. (1988) Contenido de selenio en diferentes plantas en regimen semiárido *Ecología* 12: 113-121.
- Ragavan, P., Ananth, A. & Rajan, M. R. (2017) Impact of Selenium Nanoparticles on Growth, Biochemical Characteristics and Yield of Cluster Bean *Cyamopsis tetragonoloba*. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology* 2(6): 2917-2926.
- SIAP, Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (2019) Boletín mensual de la producción de frijol. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/boletin-mensual-de-avances-de-la-produccion-de-frijol-103826>

TENDENCIAS LOCALES DE CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS EN LA CUENCA NAZAS-AGUANAVAL: ANÁLISIS DE UN PERIODO DE 80 AÑOS (1940-2020)

Omag Cano-Villegas*¹, Gisela Muro-Pérez¹, Joel Flores², Gamaliel Castañeda Gaytán¹, Jaime Sánchez Salas¹

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Universidad S/N Fracc. Filadelfia. C.P. 35020. Gómez Palacio, Durango México. ²Instituto Potosino de Investigación Ciencia y Tecnología, A.C. División de Ciencias Ambientales. Camino a la Presa San José 2055. Col. Lomas 4 sección. C.P. 78216. San Luis Potosí, S.L.P. México.

*Autor de correspondencia: omag830@gmail.com

Introducción

El Cambio Climático es una realidad a nivel global y local, ya que en la segunda mitad del siglo XX se han presentado las temperaturas más altas cada decena a escala global (Cook *et al.* 2016) y local (Jauregui, 2005; Pavia *et al.* 2009). Sin embargo, dentro del Desierto Chihuahuense se ha presentado una tasa de enfriamiento decenal durante ese mismo lapso (Brito-Castillo *et al.* 2009; Inzunza-López *et al.* 2011). Asumiendo que el Cambio climático conlleva una mayor frecuencia de eventos extremos, el sector primario se encuentra en riesgo latente tanto económica y socialmente, como ha sucedido durante los eventos extremos de sequías (década de 1950, 1960, 1990) e inundaciones (1958, 1968, 1991-1992, 2008, 2010, 2016 y 2017) desde la segunda mitad del siglo XX (Villanueva *et al.* 2005). Entre las principales consecuencias observadas en el pasado, los períodos de sequía prolongados pueden asociarse con la disminución de superficie agrícola (como en 1963 al reducirse 85%), así como afectaciones en precios y disponibilidad de productos e insumos necesarios para la producción del sector primario debido a daños en vías de comunicación y suministro de servicios básicos (Villanueva-Díaz *et al.* 2005). El objetivo del presente estudio fue identificar tendencias de cambio climático en cuestión de temperatura y precipitación a nivel regional y municipal en el Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera con relación a la diversidad productiva del sector agropecuario para gestionar estrategias de adaptación local, bajo la hipótesis de que pudieran presentarse diferentes grados de variabilidad meteorológica como evidencias de cambio climático para las distintas comunidades que conforman dicho Distrito.

Material y Métodos

Obtención de datos: Se adquirió información climática de 26 estaciones climatológicas (15 municipios) del Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera desde el portal del Sistema Meteorológico Nacional (CONAGUA, 2020). Los datos fueron calculados para períodos de diez años, cubriendo el período 1940-2020 (Jauregui, 2005; Inzunza-López *et al.* 2011). Posteriormente se analizaron seis variables climáticas: dos de precipitación (máxima en 24 horas y promedio mensual); dos de temperatura máxima (extrema y promedio) y dos de temperatura mínima (extrema y promedio) (Pavia *et al.* 2009). De manera similar, se consultaron los datos municipales en cuanto a número de habitantes (INEGI, 2020).

Vulnerabilidad: Para evaluar la vulnerabilidad, se buscaron diferencias significativas en el comportamiento de las variables meteorológicas a nivel municipal; posteriormente se hicieron cinco grupos demográficos para 1) realizar una estimación de vulnerabilidad meteorológica y 2) identificar las principales fuentes de ingreso del sector primario a nivel municipal. Posteriormente, se aplicó una ANOVA de una vía para establecer diferencias significativas entre las variables climáticas a través del tiempo, seguido de una comparación de medias Tukey Test para obtener posibles grupos estadísticos (Eakin & Luers, 2006).

Resultados y Discusión

Como evidencias de cambio climático se presentó calentamiento progresivo para temperatura mínima para el período de 1940 a 2020 (Figura 1); específicamente esto se presentó en 53% de los municipios (más 17% con variabilidad significativa) (Figura 2). Para temperatura máxima, únicamente 80% de los municipios presentaron condiciones variabilidad significativa (Figura 2); mientras que en precipitaciones solo 33% (Figura 2).

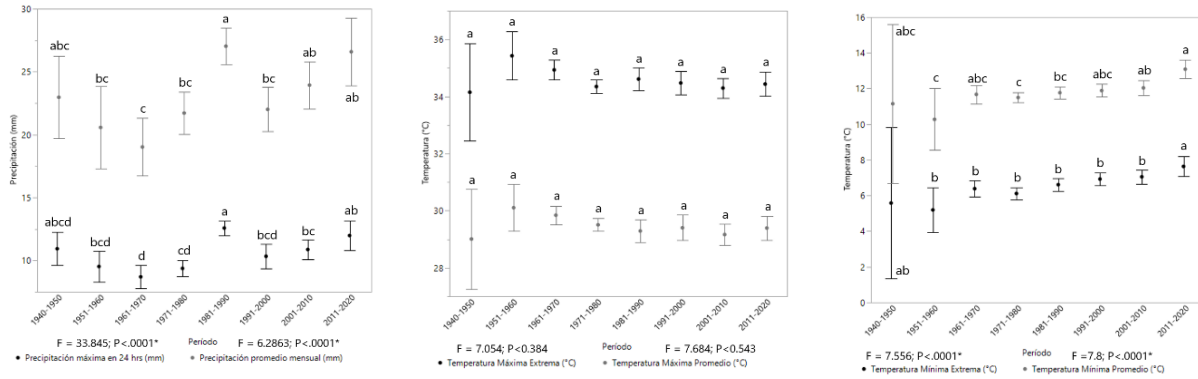


Figura 1. Comportamiento de las 6 variables climáticas para la ‘Comarca Lagunera, a través del período de estudio (1940-2020) en valores decenales; de izquierda a derecha se muestran: 1) precipitación máxima en 24 horas y promedio mensual; 2) temperatura máxima extrema y promedio; 3) temperatura mínima extrema y promedio. Los intervalos de confianza se muestran junto a los valores medios, letras distintas representan diferentes grupos estadísticos para comparación de medias (prueba Tukey).

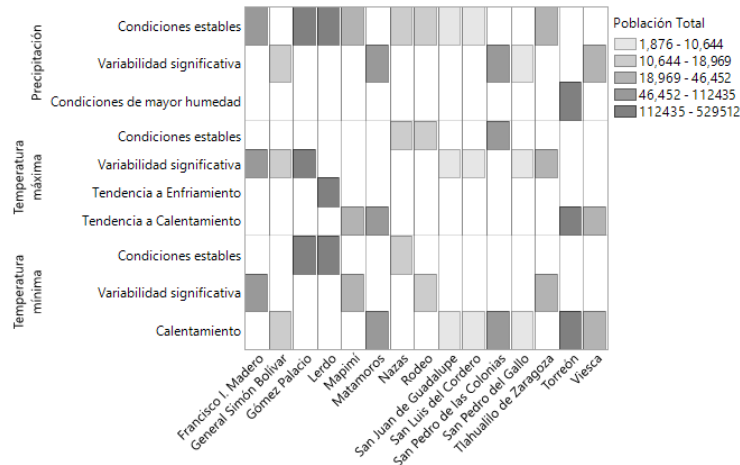


Figura 2. Matriz de vulnerabilidad climática municipal de acuerdo a la categorización de grupos demográficos representados por colores en la escala de grises que corresponden al número de habitantes. En el eje vertical se indican evidencias de cambio climático durante el período 1940-2020 para precipitación, temperatura máxima y mínima.

Variabilidad por categorías demográficas: En la primera categoría, Torreón fue el municipio más vulnerable debido al calentamiento generalizado y mayor número de habitantes en la región de estudio. En la segunda categoría se presentó vulnerabilidad meteorológica generalizada. Para la tercera categoría, se presenta la mayor diversidad de cultivos con alto valor económico, así como variabilidad en temperaturas. En la cuarta categoría, se presentó estabilidad climática (para el municipio Nazas, con un número limitado de productos y el mayor valor económico). La quinta categoría con menos pobladores presentó la mayor exposición a riesgos meteorológicos. En contraste con el calentamiento progresivo para México en temperatura máxima (Pavia *et al.* 2009), el calentamiento regional se ha presentado como temperatura mínima de manera general. Al respecto, se presentan dos escenarios distintos: dónde el calentamiento generalizado (temperatura máxima y mínima) es evidente, cómo el caso de Torreón, Coahuila (Jáuregui, 2005) y condiciones estables, como en el caso de Lerdo y Nazas, Lobell & Bonfils (2008) explican el papel de las corrientes de agua superficiales como estabilizadores térmicos, siendo el caso del Área Natural Protegida del Cañón de Fernández (Lerdo), así como el trayecto natural del Río (Nazas). Respecto a la segunda categoría demográfica (por encima del promedio), con el mayor valor económico, la exposición a riesgos climáticos es un factor de riesgo latente que prevalece durante el período de estudio. Algunas actividades, tales como caprinocultura, producción avícola y de hortalizas, pudieran representar actividades potencialmente redituables en sitios vulnerables, al promover la reducción de consumo de agua para la producción (Navarrete-Molina *et al.* 2020).

Es importante tomar en cuenta qué papel jugará la diversidad de los agro ecosistemas a nivel local para alcanzar la resiliencia ante posibles afectaciones por el cambio climático, ya que tanto las condiciones de temperatura como humedad han sido evidenciadas de manera local y regional (Klocker *et al.* 2018).

Conclusiones

La obtención de evidencias del cambio climático a escala regional y municipal reflejadas como variabilidad meteorológica a escala decenal y tendencias de calentamiento, principalmente en temperatura mínima, tiene usos potenciales al generar un marco de referencia para la comprensión y manejo de los eventos extremos que representan factores de riesgo, particularmente para el sector primario. En ese sentido, será posible planear e implementar acciones relevantes en el manejo de los recursos naturales ante los efectos del cambio climático a nivel regional. Con el fin de aumentar la resiliencia de las comunidades locales del sector primario a nivel local y regional, la diversificación en los productos de importancia económica (padrón agrícola) permitirá mantener ingresos económicos durante períodos de condiciones meteorológicas adversos; mismos que pueden estabilizar a largo plazo la conservación de ecosistemas dulceacuícolas superficial como los Ríos Nazas y Aguanaval. De ésta manera, utilizando enfoques de investigación multidisciplinarios, desde el punto de vista climatológico y agroecológico, es posible promover el desarrollo sostenible regional en materia de cambio climático y seguridad alimentaria.

Literatura Citada

- Brito-Castillo, L., Díaz Castro, S. C., & Ulloa Herrera, R. S. (2009). Observed tendencies in maximum and minimum temperatures in Zacatecas, Mexico and possible causes. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 29(2), pp. 211-221.
- Comisión Nacional Del Agua (2020). Programa de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas para el Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte, visto 01 de Junio de 2020 <<https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/cuencas-centrales-del-norte>>.
- Cook, J., Oreskes, N., Doran, P. T., Anderegg, W. R., Verheggen, B., Maibach, E. W. & Nuccitelli, D. (2016). Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environmental Research Letters*, 11(4), 048002.
- Eakin, H., & Luers, A. L. (2006). Assessing the vulnerability of social-environmental systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 31, pp. 365-394.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2020). México en cifras. Visto 01 de junio de 2020 <<https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=10>>.
- Inzunza-López, J. O., López-Ariza, B., Valdez-Cepeda, R. D., Mendoza, B., Sánchez-Cohen, I., & García-Herrera, G. (2011). La variación de las temperaturas extremas en la 'Comarca Lagunera' y cercanías. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(spe), pp. 41-61.
- Jáuregui, E. (2005). Possible impact of urbanization on the thermal climate of some large cities in México. *Atmósfera*, 18(4), pp. 249-252.
- Klocker, N., Head, L., Dun, O., & Spaven, T. (2018). Experimenting with agricultural diversity: Migrant knowledge as a resource for climate change adaptation. *Journal of Rural Studies*, 57, pp. 13-24.
- Lobell, D. B., & Bonfils, C. (2008). The effect of irrigation on regional temperatures: A spatial and temporal analysis of trends in California, 1934–2002. *Journal of Climate*, 21(10), pp. 2063-2071.
- Navarrete-Molina, C., Meza-Herrera, C. A., Herrera-Machuca, M. A., Macias-Cruz, U., & Veliz-Deras, F. G. (2020). Not all ruminants were created equal: Environmental and socio-economic sustainability of goats under a marginal-extensive production system. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120237.
- Pavia, E. G., Graef, F., & Reyes, J. (2009). Annual and seasonal surface air temperature trends in Mexico. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 29(9), pp. 1324-1329.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2020). Visto 01 de junio de 2020 <https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/>.
- Villanueva-Díaz, J., Luckman, B. H., Stahle, D. W., Therrell, M. D., Cleaveland, M. K., Cerano-Paredes, J., Gutiérrez-García, G., Estrada-Ávalos, J. & Jasso-Ibarra, R. (2005). Hydroclimatic variability of the upper Nazas basin: Water management implications for the irrigated area of the Comarca Lagunera, Mexico. *Dendrochronologia*, 22(3), pp. 215-223.

DIVERSIDAD GENÉTICA E INTERACCIÓN DE ORGANISMOS EN UN AMBIENTE FLUCTUANTE

José Alfredo Samaniego-Gaxiola^{1*}, Yasmin Chew-Madinveitia¹ y Arturo Gaytán Mascorro².

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental La Laguna. Blvd. Prof. José Santos Valdez # 1200 Pte. Col. Centro. Matamoros, Coahuila. C.P. 27440. ²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Unidad Laguna, Departamento de Fitomejoramiento. Torreón, Coahuila, México.

*Autor de correspondencia: samaniego.jose@inifap.gob.mx

Resumen

La diversidad genética, la interacción entre organismos y el ambiente conforman sistemas complejos que hasta ahora, permiten la adaptación y sobrevivencia de los organismos. Ejemplos actuales lo conforman la resistencia cruzada al Covid-19 y la sobrevivencia de las coníferas en sitios en extremo contaminados con radiación en Chernóbil. En ambos casos, ambientes previos han configurado la adaptación, lo que explica la sobrevivencia. Los sistemas biológicos conformados por organismos endosimbiontes y endofíticos, constituyen asociaciones comúnmente microorganismos con plantas, insectos y animales, que además de ser ancestrales, tienen bondades que permiten la sobrevivencia de los organismos involucrados. Consecuentemente, es necesario el estudio integral de estas asociaciones microorganismos – organismos, incluyendo aspectos metagenómicos.

Introducción

La complejidad de los sistemas biológicos exige métodos más sofisticados para su estudio. Desde la interacción ambiente-planta hasta el sistema inmunológico son ejemplos de sistemas complejos. Un ejemplo para el primer caso, es la sobrevivencia de coníferas expuestas a niveles de radiación extremos desde 1986, en sitios aledaños a la planta nuclear de Chernóbil, (Geras'kin *et al.*, 2011). En el caso del sistema inmune, se tiene evidencia de protección cruzada para el ataque del virus SARS-COV-2 y su enfermedad Covid-19; es decir, personas previamente infectadas con coronavirus que provocan resfriados comunes, poseen células del tipo T, que son reactivas a las proteínas (espículas) de Covid-19 (Braun *et al.*, 2020). En ambos casos, la diversidad genética de las plantas y de los virus (SARS-COV) interactúa en un ambiente, dando como resultado la sobrevivencia de las especies.

Para atenuar los cambios ambientales provocados por la humanidad sobre el planeta, es obligado hacer uso de la diversidad genética contenida no solo en las especies de interés, también en las especies que interactúan con las especies de interés. Por ejemplo, una proporción hasta del 70 % de los insectos está colonizados por la bacteria *Wolbachia* que se comporta como endosimbionte (Kajtoch y Kotásková, 2018); la presencia de esta y otras bacterias proporcionan vitaminas y otros nutrientes, lo cual permite sobrevivir a los insectos. Consecuentemente, el sustituir o eliminar las bacterias de los insectos, diezmará drásticamente su población, tal es el caso del pulgón negro de *Aphis fabae*, que dejó de reproducirse al tratarse al insecto con terramicina para eliminar sus bacterias endosimbiosis.

Materiales y Métodos

Variación genética y evolución del maíz: Las variedades de plantas cultivadas, poseen una reserva genética la cual se expresa de acuerdo al ambiente, dichos genes no los podemos detectar hasta que observamos su fenotipo, analizamos sus marcadores genéticos u obtenemos su genoma completo (Eguiarte *et al.*, 2013). En contraste con algunos sistemas o especies como los ancestros del maíz que se estiman en 140 mil años, ancestros más cercanos en 60 mil años y solo 11 mil años el maíz domesticado. La variación genética producto de la domesticación en el maíz y su posterior mejoramiento, ha identificado genes que permiten la adaptación a la altitud, luminosidad, temperatura y tipo de suelo.

Pan-genoma: El genoma de un solo individuo de una planta, es más pequeño que todos los genes contenidos en el genoma de toda la población (pan-genoma); por ejemplo, un individuo de la maleza (graminia) *Brachypodium distachyon* tiene 31 mil genes, pero los individuos de su población tienen 60 mil genes (Gordon *et al.*, 2017).

Metagenómica: Tanto plantas como animales, se encuentran en asociación con miles de especies. En el suelo y parte aérea, miles de especies microbianas se encuentran en contacto con raíces, tallos, y follaje de plantas. En animales, otras tantas especies microbianas se encuentran sobre su vello, piel, cavidades nasales, bucales y gástricas (estómago(s)-intestinos). Se define como metagenómica de un individuo, a todos los genomas de organismos asociados al organismo que consideramos como el “individuo”. Tanto las plantas como los animales, están fuertemente influenciados por los organismos con los que se asocian. En los animales, la dieta determinará los microorganismos o microbiota de los intestinos, y esa microbiota, ejercerán una influencia inmunológica, capacidades físicas y fisiológicas en el individuo. Dos ejemplos al respecto, Ma y Chen (2020), encontraron que dietas ricas en polifenoles (vegetales, frutas, tes, vino y café) favorecen especies microbianas saludables como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* a la vez que, desfavorecen especies patógenas como *Clostridium*. En cabras domésticas, un suplemento de 6 g por día de levadura, indujo una mejor respuesta fisiológica a la digestibilidad de la dieta y un incremento en la producción de leche (Abd El-Ghani, 2004).

Plantas en ambientes extremos: Un experimento accidental, en donde un ambiente de contaminación por radioactividad extremo ocurrió en los últimos 30 años ha sido Chernóbil. La radiación extrema sobre coníferas, ha inducido una alta tasa de mutaciones de las células, pero, paradójicamente, no se sabe cómo las mutaciones conducen a cambios observados en esas plantas y cómo la tasa de reproducción de los pinos no disminuyó aún a pesar de las mutaciones (Geras'kin *et al.*, 2011). Aunque las plantas tienen distintos mecanismos para conservar la humedad dentro de sus tejidos, hay algunas que pueden desecarse hasta el nivel de una marchitez aparente, tal es el caso de la planta del desierto nombrada “doradilla” *Selaginella lepidophylla* (Hook. & Grev.) Spring, la cual puede perder más del 95 % de su contenido de humedad dentro de sus tejidos y no morir Mendiola-Almaraz (2020).

Resultados y Discusión

Variación genética y evolución del maíz: En el caso del maíz, aún hay un porcentaje elevado (80 %) de “genes flotantes” que corresponden a transposones, o secuencias de ADN que se mueven e interactúan con el genoma. Así, la interacción ambiente planta, se vuelve en extremo complejo, aún más, si tomamos en cuenta que las plantas y los animales interactúan con millones de microorganismos en el suelo y en sus cavidades gástricas, respectivamente. En general, las variedades de plantas cultivadas son descritas de acuerdo a sus características, morfológicas, fisiológicas y nutrimentales. De tal manera que los descriptores de las variedades, suelen encontrarse con serios problemas, cuando el tamaño, madurez y propiedades nutrimentales varían al cultivar las variedades en ambientes muy disímiles, no probados durante la obtención de la variedad o bajo condiciones climáticas inusuales para una región determinada. Algunas plantas cultivadas, de reciente origen, domesticación y mejoramiento como el maíz, aún poseen una variación genética amplia y aún no estable.

Pan-genoma: La variación genética se encuentra en los individuos de toda una población, ello nos ofrece una magnífica oportunidad de seleccionar características agronómicas deseables. Sin embargo, el poder encontrar en uno o más individuos, las mejores características deseables es un reto múltiple, debido a ¿En cuál de todos los individuos encontraremos la característica buscada? luego, ¿Bajo qué condiciones ambientales la característica se expresará? ¿Qué factores permitirán la estabilidad de la característica?, entre otras preguntas.

Metagenómica: La cisgénesis o modificación genética de un organismo receptor de un gen que proviene de otro organismo sexualmente compatible, es un método prometedor para el mejoramiento genético en plantas. Detectar genes que posean una mejor expresión para tolerar la sequía se han logrado, al pasar de un maíz a otro, es decir, la planta receptora recibe una mejor versión de su gen tolerante a la sequía (Sánchez-Quintanar, 2016).

Tanto plantas como animales, han llegado hasta este momento de su evolución, interactuando y dando respuesta genética no solo a un ambiente abiótico, también lo han realizado respondiendo a un entorno biótico. Las interacciones microorganismos plantas, están sutilmente clasificadas, pues consideramos pequeñas variaciones para clasificar los distintos tipos de micorrizas. Si bien, genéticamente se puede ser muy preciso, a menudo, los microorganismos en el suelo tienen más de una función. Por ejemplo, las especies del hongo *Trichoderma*, pueden vivir dentro del tejido de las plantas (endofíticos), pero también pueden parasitar hongos que atacan a cultivos agrícolas, e incluso, pueden ser saprobitas en el suelo.

Los microorganismos endosimiontes, y particularmente los endofíticos son principalmente bacterias y hongos que habitan dentro de las plantas. Su asociación puede detectarse por la presencia de material genético (análisis metagenómico) de los microorganismos dentro de los organismos hospedantes. La asociación, obedece a una relación en donde ambos, planta y microorganismo, se benefician. Por tanto, cuando la relación ocurre, tiende a ser duradera y estable. Algunas bondades de los endofíticos hacia las plantas son: i) protegen contra depredadores como insectos; ii) protegen contra fitopatógenos de las raíces; iii) incrementan la tolerancia de las plantas a estreses osmóticos, hídricos, salinos, metales pesados, temperatura calor o frío; iv) solubilizan y reciclan nutrientes en el suelo; v) mejoran la captación de agua por las raíces de las plantas; vi) inducen mayor crecimiento en plantas; vii) inducen expresión génica favorable de las plantas, entre otros (Lata *et al.*, 2018).

Si bien, la interacción endofíticos planta seguramente se verá afectada por condiciones ambientales, incluyendo la microbiota del suelo, la interdependencia entre los organismos (planta-microorganismo) es una oportunidad de estudiar casi cualquier respuesta de ambos. Es decir, es un sistema o consorcio que ha logrado co-evolucionar con cierta estabilidad, del cual no solo podemos aprender sino obtener beneficios. Veintiocho formas distintas de introducir al melón un *Trichoderma* endofítico fueron exitosas (datos no publicados), lo cual sugiere una fuerte interdependencia planta-hongo. Sorprendentemente, varias formas de introducir el hongo, se reflejaron en fenotipos distintos del melón.

Plantas en ambientes extremos: De la doradilla, actualmente es sujeta de estudios para aprovechar sus genes que toleran la falta de agua, con la intención de ponerlos en plantas de importancia agrícola Mendiola-Almaraz (2020). La mayoría de las plantas no son capaces de perder tanta humedad sin morir sus tejidos; por ejemplo, la sábila (*Aloe vera*) se empieza a marchitar (necrosar sus hojas) cuando pierde el 50 % de su peso fresco. Aún dentro de la misma sábila, el efecto del estrés hídrico se manifiesta de manera muy distinta, así es nula la biomasa seca de sus raíces, cuando aún conserva casi el 50 % de su biomasa seca foliar bajo un estrés hídrico inducido por 300 mmol/m³ de NaCl (García-Rodríguez *et al.*, 2014). La sábila al igual que el hongo *Phymatotrichopsis omnivora* y el resto de organismos, toleran el estrés hídrico de acuerdo a los solutos que se utilicen para inducirlo, o bien, la presencia de sales que compensen los efectos perjudiciales de un ion (sal) específica. En el caso de la sábila, podría mejorar su tolerancia al estrés hídrico en presencia de K⁺, mientras que *P. omnivora* tolera mejor el estrés osmótico inducido con sacarosa que con KCl (García-Rodríguez *et al.*, 2014; Stapper *et al.*, 1984). Tanto *S. lepidophylla*, *A. vera* y *P. omnivora*, tiene distintos mecanismos fisiológicos para tolerar el estrés hídrico, los cuales obedecen a una expresión de sus genes respectivos.

Conclusiones

La diversidad genética de una población se ve amenazada cuando el ambiente es extremo, una enfermedad animal o vegetal puede diezmar las poblaciones e incluso, extinguir especies. Sin embargo, la adaptación de los organismos les ha permitido en muchos casos sobrevivir.

El aprovechamiento de los endofíticos y endosimbiontes, tiene la ventaja de ser sistemas naturales de millones de años. En suma, las interacciones microorganismos-planta, en el caso de endofíticos, es un sistema que, aunque en evolución, tiene un origen ancestral, que le confiere una mayor estabilidad y el poder utilizar y potenciar sus bondades. La relación endofíticos, de alguna manera es opuesta a la relación patogénica microorganismo-planta, si bien, hay diferencias moleculares y genéticas sutiles (Lata *et al.*, 2018).

Literatura Citada

- Abd El-Ghani, A. A. (2004). Influence of diet supplementation with yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance of Zaraibi goats. *Small ruminant research*, 52(3), 223-229.
- Braun, J., Loyal, L., Frensch, M., Wendisch, D., Georg, P., Kurth, F. & Baysal, E. (2020). SARS-CoV-2-reactive T cells in healthy donors and patients with COVID-19. *Nature*, 10.
- Eguiarte, L. E., Aguirre-Liguori, J. A., Jardón-Barbolla, L., Aguirre-Planter, E., & Souza, V. (2013). Genómica de poblaciones: nada en Evolución va a tener sentido si no es a la luz de la genómica, y nada en genómica tendrá sentido si no es a la luz de la evolución. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 16(1), 42-56.
- García Rodríguez, Miguel E, Franco-Salazar, Víctor A, & Véliz, José A. (2014). Crecimiento y contenido iónico de *Aloe vera* (L.) Burm. f. (Sábila) bajo diferentes concentraciones de NaCl. *Saber*, 26(4), 373-384.
- Geras'kin, S., Oudalova, A., Dikareva, N., Spiridonov, S., Hinton, T., Chernonog, E., & Garnier-Laplace, J. (2011). Effects of radioactive contamination on Scots pines in the remote period after the Chernobyl accident. *Ecotoxicology*, 20(6), 1195-1208.
- Gordon SP, Contreras-Moreira B, Woods DP, Des Marais DL, Burgess D, Shu S, Stritt C, Roulin AC, Schackwitz W, Tyler L, Martin J, Lipzen A, Dochy N, Phillips J, Barry K, Geuten K, Budak H, Juenger TE, Amasino R, Caicedo, AL, Goodstein D, Davidson P, Mur LAJ, Figueroa M, Freeling M, Catalan P, Vogel JP. Extensive gene content variation in the *Brachypodium distachyon* pan-genome correlates with population structure. *Nature Communications* 8: 2184 (2017)
- Jayaraj, S., Ehrhardt, P., & Schmutterer, H. (1967). The effect of certain antibiotics on reproduction of the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. *Annals of Applied Biology*, 59(1), 13-21.
- Kajtoch, L., & Kotásková, N. (2018). Current state of knowledge on *Wolbachia* infection among Coleoptera: a systematic review.
- Lata, R., Chowdhury, S., Gond, S. K., & White Jr, J. F. (2018). Induction of abiotic stress tolerance in plants by endophytic microbes. *Letters in applied microbiology*, 66(4), 268-276.
- Ma, G., & Chen, Y. (2020). Polyphenol supplementation benefits human health via gut microbiota: A systematic review via meta-analysis. *Journal of Functional Foods*, 66, 103829. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464620300530>
- Mendiola-Almaraz, L. (2020). *Selaginella*. La vida en la tierra. Recuperado 12/08/2020. http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/164_cienciorama.pdf
- Sánchez-Quintanar, E. (2016). DESARROLLAN MÉTODO CISGÉNICO COMO ALTERNATIVA PARA MEJORAR COSECHAS DE MAÍZ. Boletín UNAM-DGCS-353 Ciudad Universitaria. 06:00 hs. 24 de mayo de 2016. Recuperado 12/08/2020. https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_353.html
- Shunk, G. K., Gomez, X. R., & Aversch, N. J. (2020). A Self-Replicating Radiation-Shield for Human Deep-Space Exploration: Radiotrophic Fungi can Attenuate Ionizing Radiation aboard the International Space Station. *bioRxiv*. Recuperado 12/08/2020. <https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2020/07/17/2020.07.16.205534.full.pdf>
- Stapper, M. F., Lyda, S. D., & Jordan, W. R. (1984). Temperature x water potential interactions on growth and sclerotial germination of *Phytophthora omnivorum*. *Phytopathology*, 74(5), 509-513.

EL CAMBIO CLIMATICO PROBABLEMENTE TRAERÁ ALGUNOS BENEFICIOS AMBIENTALES A LA AGRICULTURA EN MEXICO

Arturo Chong Eslava^{1*}

¹Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. Ctra. México - Texcoco, Km 38.5, Chapingo, México.

*Autor de correspondencia: achonge@chapingo.mx.

Introducción

El Cambio Climático ya está presente y en todo México y sus efectos en la agricultura ya se sienten. Muy al principio se especulaba que los efectos iban a ser de desastre, provocando altas temperaturas, falta de agua por sequías o precipitaciones menores, y por tanto menores rendimientos de cultivos, principalmente de los cultivos básicos. Aún es temprano para realmente valorar cuáles serán los efectos en 10, 20, 30 o más años, pero ya se puede establecer algunas tendencias. No hay duda de que el efecto del Cambio Climático no se presenta o presentará en forma uniforme en el morfológicamente diverso México, localmente pudiera haber beneficios o efectos contrarios. En algunos lugares, falta notable de agua, cambio de régimen de lluvias y exceso de temperaturas o calor, inundaciones locales, etc. En otros, mayor cantidad de agua, alargados periodos de crecimiento, etc. Por la particular posición del país y sus características geográficas, es de esperarse que muchas regiones se beneficien por el Cambio Climático.

Materiales y Métodos

Se determinó a nivel nacional el cambio de temperatura y precipitación en el periodo 1985-2019, lo largo de los últimos 34 años, para apreciar el efecto del Cambio Climático. Lo mismo se hizo para algunos estados del norte. Los datos se tomaron del sitio del Sistema Meteorológico Nacional (smn.conagua.gob.mx). Se graficó la diferencia entre los primeros y últimos cinco años del periodo. En base a los observado se hizo un análisis de los efectos sobre algunos aspectos agroclimáticos, destacando su efecto.

Resultados y Discusión

En la Figura 1, se presenta la gráfica de las temperaturas, medianas, máximas y mínimas en el periodo 1985-2019 para el país, todos los estados, observándose que se ha incrementado la temperatura promedio en 1.8 °C, Cuadro 2, para los primeros y últimos cinco años. Al parecer este cambio en esos 34 años pareciera ser poco, solo 1.8 °C, en promedio. Pero en forma local, estos cambios pueden ser más pronunciados, sobre todo en los lugares ya de por sí caliente. Este cambio tiene ya efectos sobre los cultivos básicos de nuestro país. En las áreas bajas, valles y zonas costeras, las temperaturas han subido, lo que puede estar sometiendo a estrés a los cultivos, por incrementarse principalmente la transpiración de las plantas, que podría empeorar dependiendo de la disponibilidad del agua localmente. En las zonas altas, también las temperaturas se han incrementado, observándose que las heladas tardías y las tempranas han disminuido, lo que ha favorecido a los cultivos, ya que los ciclos se han alargado en muchos lugares, pudiéndose sembrar más temprano o atrasarse la cosecha, antes de que aparezcan las bajas temperaturas. Aunque depende de si se cuenta o no con agua.

En cuanto a las precipitaciones anuales, también se han incrementado. En la Figura 2, se observan las precipitaciones del periodo 1985 a 2019. Se puede observar que la precipitación promedio anual fue de 783 mm, teniendo un incremento de 51 mm entre los primeros y últimos cinco años (Cuadro 1). No hay duda de que este poco incremento de agua muy posiblemente ha favorecido a los cultivos básicos, sobre todo los que dependen de las lluvias.

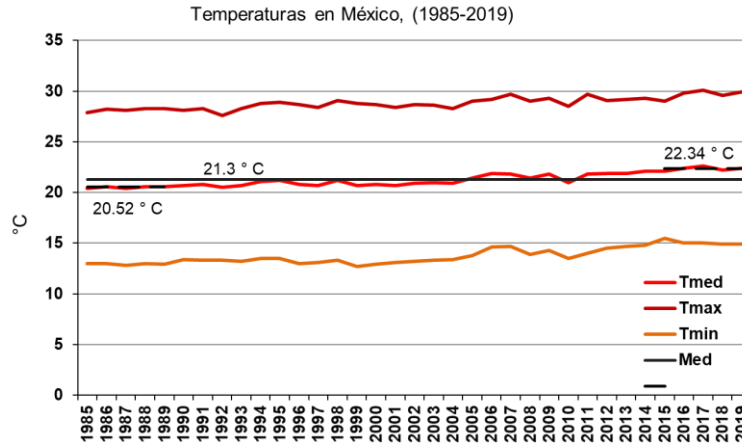


Figura 1. Temperaturas medianas, mínimas, máximas, promedio y promedios en los primeros y últimos cinco años. Hay un cambio con tendencias al incremento. Construcción propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Cuadro 1. Cambio de la temperatura promedio y precipitaciones anuales en el periodo 1985-2019 para todos los estados de México. Construcción propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Periodo	Temperaturas (° C)	Precipitación (mm)
1985-1989	20.5	733
2015-2019	22.3	784
Diferencia	1.8	51

Aunque no hay duda de que la distribución de esta lluvia no ha sido homogénea, observándose en el sur, lluvias torrenciales, por las tormentas tropicales y huracanes que causan inundaciones en el sureste del país. Este incremento de humedad se ha debido principalmente a que los mares del Caribe y del Pacífico Sur se han calentado de manera excepcional, lo que favorece la introducción de mayor cantidad de nubes, arrastradas por esos fenómenos y vientos y la ventajosa situación geográfica del país, entre dos mares. Es muy posible que varios estados del norte del país tengan mayor cantidad de humedad, por mayor introducción de humedad de los mares del Pacífico y la influencia de vientos de chorro (Figura 3). Lo que puede estar favoreciendo el incremento de rendimiento de granos de los cultivos básicos, en general. No hay duda de que localmente los cultivos pueden ser afectados por las inundaciones, pero el efecto en áreas extensas será muy favorable.

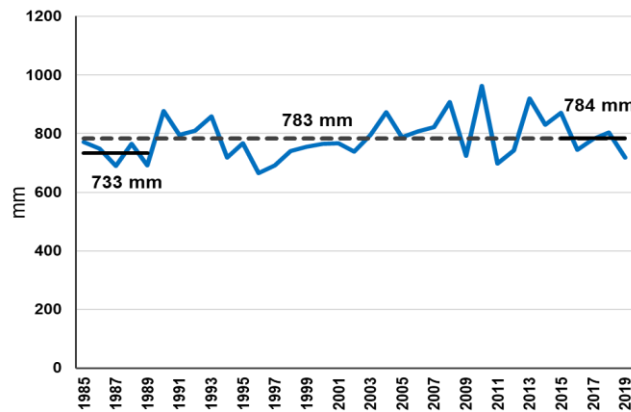


Figura 2. Las precipitaciones anuales del periodo 1985 a 2019 en promedio para todo el país. Se observa que se han incrementado en 51 mm, entre los primeros y últimos cinco años. Construcción propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional.

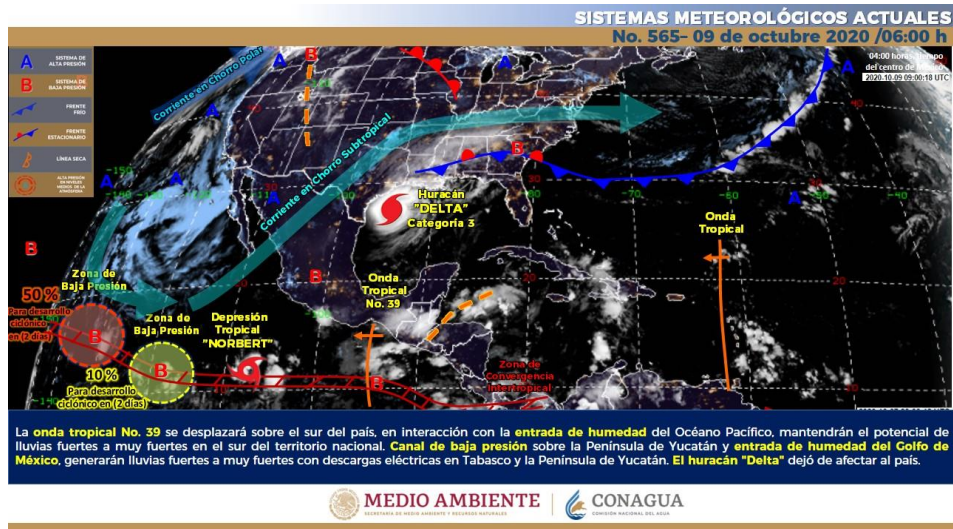


Figura 3. El calentamiento de los mares del Caribe y Pacifico Sur han incrementado la introducción de humedad, Además de la ayuda de las corrientes de chorro. Lo favorece a los cultivos básicos que principalmente se alimentan de agua por las precipitaciones. Figura tomada del sitio del Sistema Meteorológico Nacional.

Esta combinación, ligero incremento de las temperaturas y la precipitación anual, se puede prever que la agricultura dependiente de las precipitaciones anuales sea ligeramente favorecida por, mayor temperatura, más humedad, periodos de crecimiento más largos. Sin ignorar que los efectos no serán homogéneos. Y es posible que en algunos lugares se esté modificando las fechas de inicio y finalización de los periodos de lluvias. Por lo que es necesario hacer estudios más puntuales o de regiones particulares.

Conclusiones

El efecto del Cambio Climático ya es medible en su efecto sobre las temperaturas y precipitaciones anuales, incrementándolas ligeramente en los últimos 34 años. Muy posiblemente los cultivos básicos, que mayoritariamente son abastecidos de humedad por el periodo anual de lluvias, sean favorecidos en su crecimiento, incrementándose ligeramente su rendimiento. Localmente se tendrán efectos positivos, aunque en muchas otras regiones habrá efectos negativos, principalmente sequías e inundaciones. La ubicación geográfica del país favorece la introducción de mayor humedad de los mares que rodean al país.

Literatura Citada

Servicio Meteorológico Nacional (2020). Datos de temperaturas y precipitaciones. Consultado el 12 de octubre de 2020 de: <https://smn.conagua.gob.mx/>

LA AGRICULTURA DE SECANO DEL NORTE DE DURANGO MÉXICO BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO: ANÁLISIS PRELIMINAR DE CONTRASTES

Andrés Ríos-Romero^{1*}, Armando López-Santos¹ y Jorge Alejandro Torres-González²

¹Programa de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km 40 Ctra Gómez Palacio – Cd. Juárez, Chihuahua. ²Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940. *Autor de correspondencia: andresrios64@gmail.com

Introducción

Obviamente para la agricultura de secano el agua de lluvia es determinante en el éxito productivo, y su variabilidad es algo a lo que productor normalmente está habituado; sin embargo, en años recientes se ha observado que la ocurrencia de las lluvias presenta una variación temporal y espacial creciente, y sus impactos plantean exigencias de adaptación diferenciadas que se relacionan con distintos aspectos del quehacer productivo (IPCC, 2020); por ejemplo, los relacionados con el medio físico-biótico (exposición) y el cultural (saberes), en una combinación adecuada generan resultados positivos como ha sido documentado en otros casos (Lopez-Santos *et al.*, 2019); además la temperatura también juega un rol primordial y su variación puede tener efectos severos; por ello, el estudio de escenarios de cambio climático es fundamental para la toma de decisiones asertivas en las zonas agrícolas sujetas a lluvias estacionales (Bhadouria *et al.*, 2019; Olivares, 2018). Actualmente, el estado de Durango aporta el 3.6% de la producción primaria del país. Lo anterior equivale a 3% del ingreso al PIB nacional por esta actividad; esta entidad destaca en la producción de maíz, avena forrajera, alfalfa, frijol y manzana. En el 2018 el 76% de la superficie que se cosechó fue de secano (temporal) (SIAP, 2019). Por ello el objetivo de este trabajo es analizar la situación actual y posibles impactos del cambio climático, a partir de evidencias del medio físico-biótico de parcelas dedicadas a la agricultura de secano en el norte de Durango de México.

Materiales y Métodos

El área de estudio (AE) comprendió ocho polígonos o parcelas agrícolas que representaron el 5% de un total de 156 inscritas en el Registro Agrario Nacional (RAN) bajo la modalidad de secano o de temporal de los municipios de Nazas (24.95° a 25.60° N, 103.77° a 104.40° O), Rodeo (24.95° a 25.43° N, 104.35° a 104.82° O), San Luis del Cordero (25.40° a 25.52° N, 104.12° a 104.55° O) y San Pedro del Gallo (25.38° a 25.90° N, 104.13° a 104.67° O) del Estado de Durango. La superficie total de éstos cuatro municipios es de 6275.26 km², la cual presenta clima seco tipo B y cinco subtipos (BWhw, BSokw, BSohw, BS1hw, BS1kw) de acuerdo con la clasificación Köppen modificada por Enriqueta García. En cuanto al componente edáfico, de acuerdo a la serie II de INEGI, los grupos de suelo principales en relación a su importancia relativa son: los Leptozoles (LP) como grupo dominante con 50.4% del AE, seguido de los Calcisoles (CL) con 17.8% y los Regosoles (RG) 13.3%.

La selección de las parcelas de muestreo se basó en un enfoque transescalar (de mayor a menor) mediante el uso de Quantum-GIS (Qgis), como base el trabajo teórico-metodológico en gabinete. Los polígonos del RAN que correspondieron al Estado de Durango se descargaron para hacer recortes para el AE y por municipio; estos recortes se compararon con los polígonos correspondientes a la actividad agrícola de secano clasificadas así en las cartas de Uso de Suelo y Vegetación, serie IV del INEGI. Adicionalmente, se consultó la base de datos de SIAP-SAGADER (2020) para conocer el comportamiento histórico (2016-2020) de la actividad agrícolas de secano por municipio.

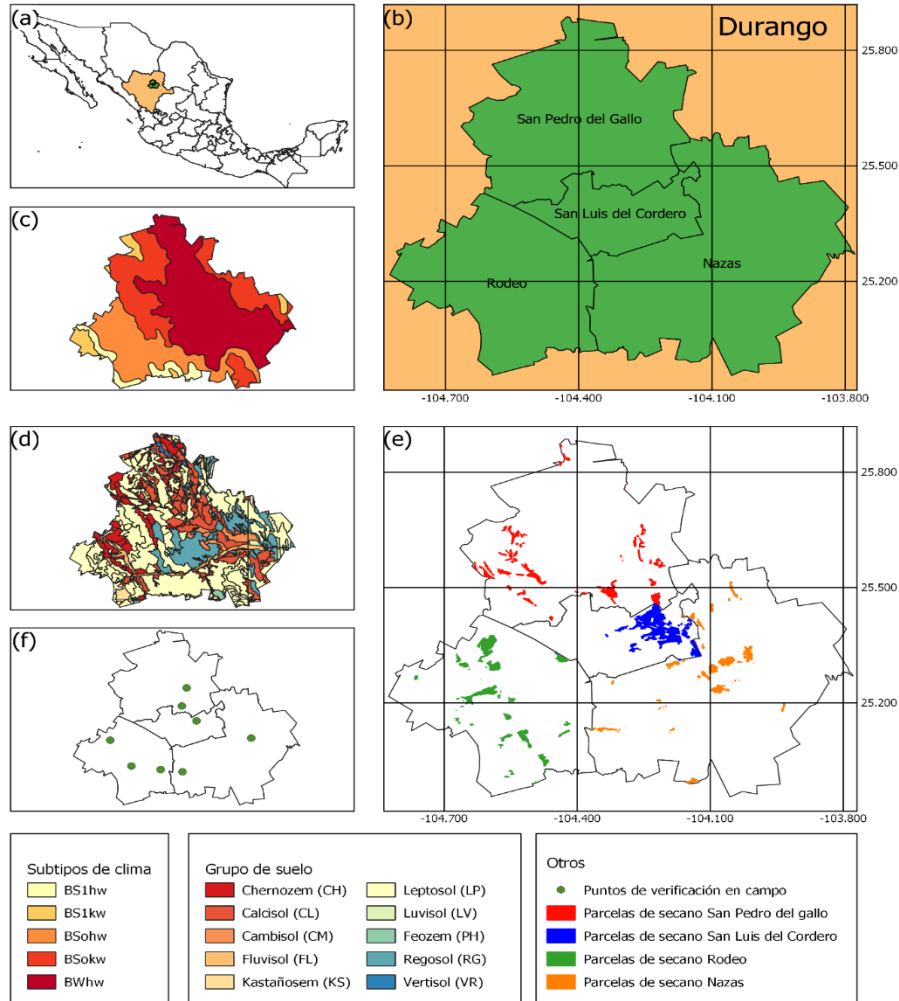


Figura 1. Ubicación del área de estudios (a y b), clasificación climática (c), grupo de suelo principal (d), polígonos parcelados de secano (e) y puntos de verificación en campo (f).

El 5% representó ocho polígonos (considerados con actividad agrícola de secano) que fueron evaluados en campo, cuya distribución ponderada fue la siguiente: San Pedro del Gallo, 1; San Luis del Cordero 2; Nazas 2; y Rodeo, 3 (Figura 1e y 1f). La selección de cada lugar realizó a conveniencia considerando la facilidad de acceso. Además, se elaboró un instrumento de campo para la colecta de información. Este consideró 10 ejes relacionados al estado de uso de la parcela, el recurso edáfico y su grado de conservación, el manejo del recurso hídrico, la vegetación contigua, ubicación y facilidad de acceso. Finalmente, algunos mapas de ubicación de los polígonos parcelados fueron diseñados para su impresión y uso en campo como apoyo para la verificación y la colecta de datos de campo.

Los datos de precipitación histórica, y escenarios de cambio climático en formato ráster, fueron descargados desde el Sitio de Ciencias de la Atmosfera de la UNAM (hipervínculo). Los datos de la línea base fueron del periodo de 1950 a 2000. Los escenarios considerados fueron el GDFL-CM3, HADGEM2-ES y MPI-ESM-LR correspondientes a la quinta comunicación del IPCC. Todos ellos para el periodo de 2015 a 2039 con un forzante radiativo de 8.5 W/m². Los ráster fueron recortados para el área de estudio, se calcularon sus estadísticas y finalmente fueron comparados con la línea base.

Resultados y Discusión

El 100% de los polígonos verificados en campo presentó áreas con cultivos, el 50% presentó áreas en descanso y el 62.5% áreas abandonadas. Estas tres condiciones no fueron mutuamente excluyentes, es decir, dentro de un mismo polígono se encontró más de una condición. Los polígonos verificados presentaron un patrón de seis cultivos cuya distribución es la siguiente: maíz 67.5 %; sorgo 37.5%; avena 12.5%; nopal 12.5%; durazno 12.5%; magüey 12.5%. Dentro de las áreas cultivadas se encontraron uno, dos o tres cultivos diferentes. El 100% de las áreas con cultivadas presentó cultivos con evidencia de estrés hídrico (Figura 2). De las áreas en descanso el 50% presentó evidencia de laboreo.

En el 100% de las áreas abandonadas se observó vegetación de especies arbóreas y arbustivas (huizache, mezquite, gobernadora). El 50% de los polígonos presentó evidencia de obras de conservación de suelos como surcado al contorno, terrazas y cercos vivos, primordialmente. Finalmente, en el 75% de los terrenos verificados se observaron obras relacionadas con el manejo de agua de escorrentías de lluvias estacionales, siendo las obras de desviación las más comunes.

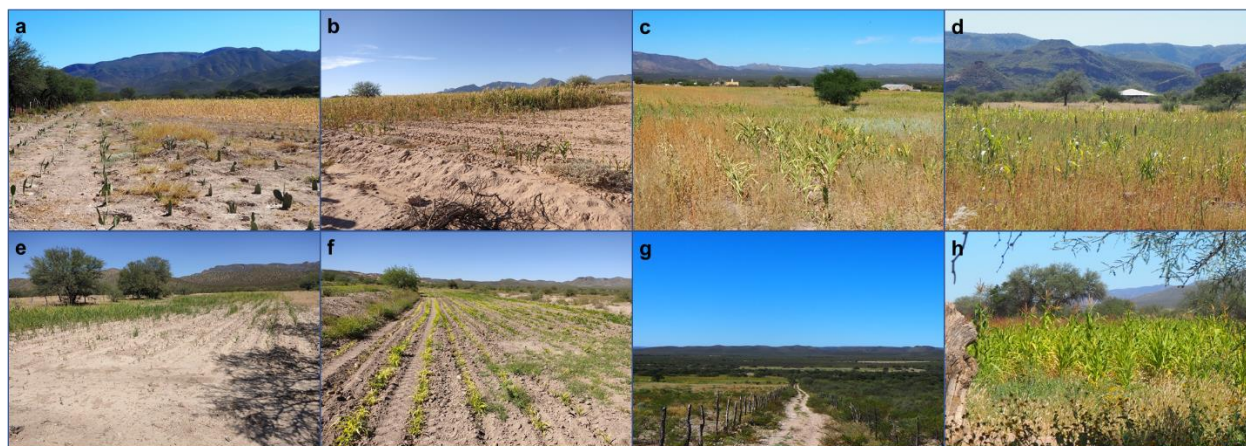


Figura 2. Aspectos contrastantes relativos a la condición observada de las parcelas verificadas en campo en los municipios de Nazas (a y b), Rodeo (c, d y e), San Luis del Cordero (f) y San Pedro del Gallo (g y h).

Los datos estimados de precipitación y temperatura presentaron variación entre escenarios y con respecto a los valores históricos. En el caso de la precipitación media anual el escenario más benévolo prevé una disminución cercana al 20% en la región. En contraste el escenario más catastrófico se pronostica un decremento de alrededor del 50%. En el caso de la temperatura media anual el escenario menos caótico predice un aumento del 5.7%. Mientras tanto, el escenario más caótico prevé un aumento del 7.2% para la región.

Estos datos permiten inferir la posibilidad de un aumento en la frecuencia y duración de las sequías meteorológicas en un futuro cercano. Esto representa un enorme riesgo para los productores de secano. Anglés & Maldonado (2020) señalan que en México los impactos por sequías se manifiestan en la reducción de cosechas, disminución de la producción forestal y aumento de la mortalidad en el ganado. Esto a su vez provoca una reducción en los ingresos de los productores; y, a medida que las sequías se intensifican, también provocan migración de poblaciones. Por otro lado, el análisis de los datos históricos (2016-2020) de producción agrícola de secano para la región muestra que anualmente existe un alto porcentaje de superficie siniestrada. Esta asciende a 68% para Nazas, 65% para el caso de San Pedro del Gallo, 38% para Rodeo y 37% para San Luis del Cordero (SIAP-SAGADER, 2020).

Conclusiones

La escasez de agua representa una grave amenaza para la producción agrícola. Esta se acentúa más en la producción de secano ya que depende completamente de la precipitación. Los datos colectados en campo demostraron la insuficiencia de la precipitación para mantener los cultivos pues todos presentaron déficit hídrico. Los datos de escenarios futuros no son alentadores debido a que evidencian una disminución de la precipitación pluvial. Además, el aumento de la temperatura media anual podría provocar un aumento en la evapotranspiración de los cultivos. Por lo anterior, el diseño de políticas es necesario para incentivar la adaptación de los productores de secano a los efectos del cambio climático.

Literatura Citada

- Anglés, H. M., & Maldonado, M. M. G. (2020). Capítulo V La sequía como determinante del desplazamiento climático. Una mirada desde México. In C. M. M. Pérez & V. E. Ortega (Eds.), *Migración forzada, derechos humanos y niñez* (pp. 111–130). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bhadouria, R., Singh, R., Singh, V. K., Borthakur, A., Ahamad, A., Kumar, G., & Singh, P. (2019). Agriculture in the Era of Climate Change: Consequences and Effects. In C. K. Kumar, A. Kumar, & S. A. Kishor (Eds.), *Climate Change and Agricultural Ecosystems* (pp. 1–23). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816483-9.00001-3>
- IPCC. (2020). Summary for Policymakers. In P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo-Buendía, H. Masson-Delmotte, O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. Van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, P. J. Portugal, P. Vyas, E. Huntley, ... J. Malley (Eds.), *Climate Change and Land an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* (pp. 3–36). <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0538>
- Lopez-Santos, A., Tores-González, J. A., Meraz-Jiménez, A. de J., Sosa-Ramírez, J., Peña-Urbe, G. de J., Valdivia, M. O., García-Marín, M. A., González-Barrios, J. L., Hernández-Salgado, J. R., & Arreola-Ávila, J. G. (2019). Assessing the culture of fruit farmers from Calvillo, Aguascalientes, Mexico with an artificial neural network: An approximation of sustainable land management. *Environmental Science and Policy*, 92, 311–322. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.11.015>
- Olivares, B. O. (2018). Tropical rainfall conditions in rainfed agriculture in Carabobo, Venezuela. *La Granja: Revista de Ciencias de La Vida*, 27(1), 86–102. <https://doi.org/http://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.07>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2019). *Panorama agroalimentario 2019* (Primera ed). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social. <https://www.gob.mx/fira/documentos/panorama-agroalimentario>
- SIAP-SAGADER. (2020). Base de datos de la estadística agropecuaria de la Comarca Lagunera. Representación en el Distrito Laguna-Durango. Lerdo, Durango

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CIUDAD DE MÉXICO (1980-2019)

Cristian Alonso Barragán Aviles

Universidad Autónoma Chapingo, Estudiante del programa Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola.

*Autor de correspondencia:cristianbarraganaviles@gmail.com

Resumen

El cambio climático resulta primordial para la comunidad científica y para los entes gubernamentales, ya que permite tomar acciones correctivas, que permitan mitigar de manera oportuna la dinámica de variabilidad del clima. El objetivo de esta investigación fue analizar el cambio relacionado con la temperatura media, máxima y mínima, al igual que la humedad relativa, en un periodo de cuarenta años (1980-2019) en la Ciudad de México. La información fue recopilada de datos reportados por la estación meteorológica: 766800, Latitud: 19.4 | Longitud: -99.2 | Altitud: 2308, ubicada en la Ciudad de México. El modelo que se utilizó fue el Modelo Lineal General (GLM); también se usó la técnica multivariada de la varianza (MANOVA) con contraste canónico ortogonal. Durante el periodo de análisis se observó un incremento promedio en la temperatura media de 1.5°C. Para la temperatura mínima el incremento fue de 1.8 °C, mientras que para la temperatura máxima fue de 4 °C. En cuanto a la humedad relativa, esta se mantuvo constante en el periodo analizado. Los resultados muestran que el aumento de la temperatura en la Ciudad de México ha generado daños considerables en la salud y una creciente necesidad de mitigar las causas que fomentan estas variabilidades climáticas.

Palabras Clave: Variabilidad climática, Medio ambiente, MANOVA.

Introducción

Debido a la actual tendencia de la industrialización, derivada del aumento del consumo y del mal manejo de los recursos naturales, las presiones al ambiente han ido en aumento y con ello los fenómenos climatológicos atípicos. En la actual investigación se analizan las tendencias climáticas concretamente de la Ciudad de México, debido a su intensa dinámica económica y social.

Para la década de los 70's la Ciudad de México contaba con una población de 6 millones 874 mil 165 personas, mientras que para la década de 2010 sumaban 8 millones 851 mil 80 personas (CONAPO, 2016). En términos absolutos esto representa un aumento del 28.7%. Como bien se ha demostrado en investigaciones recientes, mayores índices de población indican mayores usos de agua potable, de energía y de emisiones de CO₂ (Lázaro & Zoghby, 2014), lo cual aumenta el deterioro del ambiente.

Lo anterior es resultado del crecimiento económico que caracteriza a la Ciudad de México, ya que, a nivel nacional, esta ciudad ocupa el primer lugar en cuanto a Producto Interno Bruto (PIB) se refiere. Sin embargo, a pesar de su intensa dinámica económica, la superficie de la Ciudad de México está en el último lugar (INEGI, 2016). Debido a la intensa actividad económica en una superficie relativamente pequeña las presiones ambientales son extremadamente altas.

Materiales y Métodos

Variables climatológicas evaluadas: La información fue recopilada de los datos reportados por la estación meteorológica 766800, Latitud: 19.4 | Longitud: -99.2 | Altitud: 2308, ubicada en la ciudad de México. Los datos analizados fueron tomados entre los años 1980 a 2019. Para ello se creó una base de datos en el paquete EXCEL con las variables temperatura media (°C), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C) y humedad relativa media (%). La matriz de información fue sometida a un estricto control de calidad, con el fin de asegurar la idoneidad de los resultados estadísticos. El paquete estadístico utilizado fue el SAS University Edition.

Análisis estadístico: Para el análisis estadístico de la información se utilizó el Modelo Lineal General (GLM), junto con la técnica MANOVA con contraste canónico ortogonal; también se determinó la dimensionalidad del contraste vía máxima verosimilitud. Para determinar el grado de asociación entre las variables se aplicó el método no paramétrico de Spearman debido a la distribución probabilística de la información. Finalmente, se realizó un análisis descriptivo exploratorio de tipo unidimensional con el fin de establecer la media aritmética, la desviación típica y el coeficiente de variación de las variables analizadas.

Resultados

En este apartado se reporta el promedio y la desviación típica asociada con cada una de las variables evaluadas; se destaca que la temperatura promedio se ha incrementado en 1.5 °C al comparar la medición efectuada en el año 1980 con respecto a la del 2019; también se destaca que la desviación típica ha presentado un comportamiento muy similar. En el año 2008 se alcanzó la mayor temperatura media con un valor de 19.7 °C. La temperatura máxima en general ha oscilado entre los 23 y 25 °C, acotando que para el primer año reportado se presentó la menor temperatura máxima promedio 20.7 °C. La temperatura mínima promedio ha presentado un incremento de 1.8 °C, al comparar los años extremos de evaluación (1980, 2019). La humedad relativa es la variable que presenta un comportamiento más heterógamo, ya que posee la mayor desviación típica asociada; además el promedio ha tenido un cambio más notable; sin embargo, la humedad relativa de 1980 es casi igual a la que se presentó en el año 2009.

La humedad relativa y la temperatura mínima presentan patrones de comportamiento más heterogéneos que la temperatura media y máxima. Para la humedad relativa la mayor dispersión se presentó entre los años 2002 al 2005; el menor coeficiente de variación se reportó en los años 2006 y 2008. Para el año 2014, La temperatura media presentó la mayor variación con 20.4 y en el año 1982 tuvo el comportamiento más similar con 5.5.

Al evaluar de manera conjunta: la temperatura media, la temperatura máxima, la temperatura mínima y la humedad relativa se detectaron diferencias altamente significativas entre los periodos analizados; cada periodo estuvo conformado por diez años consecutivos. La comparación se realizó en la dimensión tres, de acuerdo con la significancia asociada con los valores propios. El análisis canónico sobre dicha dimensión permite asegurar que hay diferencia entre todos los periodos con todas las variables de manera conjunta; es decir que se nota la evolución del clima significativamente cada diez años. Al efectuar el análisis de correlación por la técnica no paramétrica de Spearman se detectó relación directamente proporcional entre la temperatura media con las temperaturas máxima y mínima y una relación inversa con la humedad relativa ($p < 0.05$). Las únicas variables que no se relacionaron fueron: la temperatura mínima con la humedad relativa ($p > 0.05$).

También se reporta la diferencia entre periodos para cada mes y cada variable. Encontrando que para la temperatura media ha cambiado de manera significativa ($p < 0.05$) para los meses de enero, mayo, noviembre y diciembre, al comparar el primer periodo respecto a los últimos tres periodos. En el mes de febrero, se presentó diferencia entre todos los periodos, anotando que la temperatura media se incrementó de periodo a periodo de manera significativa ($p < 0.05$). El mes de julio también hubo diferencias entre periodos, donde el tercero presento el mayor valor promedio. En lo relacionado con la temperatura máxima, el mes de marzo y mayo no presento diferencia entre periodos ($p > 0.05$). Para los demás meses se presentaron diferencias entre algunos periodos. En lo relacionado con la temperatura mínima, se presentó una diferencia estadística entre los periodos tres y cuatro; respecto a los periodos uno y dos, para los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio y octubre ($p < 0.05$). La humedad relativa fue la misma en el mes de octubre; para los demás meses se reportó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Se puede apreciar la dinámica de comportamiento asociada con las temperaturas media, máxima y mínima, al igual que la humedad relativa; con ello se destaca que la temperatura mínima ha aumentado; asimismo, las variables siguen dinámicas, no similares en el patrón de variación.

Discusión

Algunos autores demuestran que las regiones altamente industrializadas generan costos sociales negativos debido a la propia forma de producción moderna; este efecto genera lluvias ácidas, suelos degradados y deteriora la diversidad ambiental (Polimeni, Iorgulescu, & Balan, 2013). Algunos otros enfatizan la dualidad que enfrentan las economías de rápido desarrollo. Por un lado, existe la necesidad de incrementar sustancialmente los rendimientos y por otro, reducir los muy considerables impactos ambientales de ese aumento (Chen et al., 2011). En este crecimiento tampoco se han considerado los impactos negativos del deterioro ambiental, lo que con el paso del tiempo generará un empobrecimiento de la calidad de vida de los residentes urbanos (Cerón, 2015).

Hay quienes argumentan que los cambios en la temperatura se deben al efecto que tienen los sistemas de transporte en la mayoría de las ciudades del mundo, principalmente el uso de los vehículos privados como medio de transporte (Flores & Galicia, 2015). En este sentido algunos autores mencionan que el crecimiento de la población de vehículos, la escasa mejoría en los rendimientos de combustibles y el bajo desarrollo del transporte público, se muestran como las causas principales del aumento en el consumo de combustibles y de las emisiones de CO₂ (Solís & Sheinbaum, 2016).

Por otro lado existen otros tipos de factores resultantes de la contaminación y del aumento de las temperaturas; un ejemplo es el caso de las enfermedades gastrointestinales, derivadas de la rápida descomposición de los alimentos perecederos debido a las temperaturas elevadas (Newell et al., 2010). Derivado de esto, los problemas de escasez y contaminación del agua en la Ciudad de México, incluyendo el agotamiento de los mantos freáticos, contribuye a la contaminación con arsénico y flúor. Esto genera exposiciones crónicas a bajas dosis cuyos efectos se asocian con el incremento de cáncer en las zonas contaminadas por arsénico (Rodríguez & Finkelman, 2013). Por consiguiente, es necesario implementar acciones en el corto plazo tales como: organizar e implementar mecanismos destinados a la creación de capacidades, en relación con el cambio climático, entre tomadores de decisiones y productores; buscar alternativas que faciliten el acceso de los productores a los pronósticos agrometeorológicos especializados, donde se incluye la forma de utilizarlos (Habana, 2014).

Conclusión

Si bien, el aumento de dióxido de carbono en la atmósfera es la fuerza impulsora detrás del crecimiento de las temperaturas en la Ciudad de México, este tipo de estudios podrían ser la fuerza impulsora de las soluciones que necesita la ciudad. Por ejemplo, se podría mejorar la eficiencia del transporte mediante nuevas tecnologías; también se puede concientizar a la población para que asuman el riesgo a una extinción por su propia actividad.

Literatura Citada

- Cerón, E. (2015). Movilidad y transición productiva en el contexto de la nueva ruralidad : el caso de Santa Bárbara , Estado de México. *Sociología*, 167–199.
- Chen, X.-P., Cui, Z.-L., Vitousek, P. M., Cassman, K. G., Matson, P. a, Bai, J.-S., ... Zhang, F.-S. (2011). Integrated soil-crop system management for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(16), 6399–404.
- CONAPO. (2016). Diagnostico sociodemográfico, México. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>
- Flores, M., & Galicia, S. (2015). El Sistema de Transporte Metro bus de México como estrategia en el cuidado del Medio Ambiente. *CENIC Ciencias Químicas*, 1(4863).
- Habana, L. (2014). El cambio climático y la producción animal, 7–11.
- INEGI. (2016). Banco de Información Económica. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- Lázaro, L., & Zoghby, M. (2014). Climate Change: Risky Business? *Estudios de Economía Aplicada*, 32, 1043–1071.
- Newell, D. G., Koopmans, M., Verhoef, L., Duizer, E., Aidara-Kane, A., Sprong, H., ... Kruse, H. (2010). Food-borne diseases - the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. *International Journal of Food Microbiology*, 139 Suppl, 3–15.
- Polimeni, J. M., I. Iorgulescu, R., & Balan, M. (2013). FOOD SAFETY , FOOD SECURITY AND ENVIRONMENTAL RISKS. *Internal Auditing & Risk Management*, 1(1), 53–69.

- Riojas Rodríguez, H., Schilman, A., López Carrillo, L., & Finkelman, J. (2013). La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras. *Salud Pública de México*, 55(6), 638–649.
- Solís, J., & Sheinbaum, C. (2016). Consumo de energía y emisiones de CO2 del autotransporte en México y escenarios de mitigación. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(1), 7–23.
- Wurwarg, J. (2014). Urbanization and Hunger: Food Policies and Programs, Responding to Urbanization, and Benefiting the Urban Poor in Three Cities. *International Affairs*, 67(2), 75–90.

CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO Y SU RELACIÓN CON VARIABLES GEOGRÁFICAS

Ramiro Chávez Mota¹, Juan M. Enciso-Medina², José C. Chávez Ortiz²

¹Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Ctra. México – Texcoco, Estado de México, C.P. 56230. México. ²Department of Biological and Agricultural Engineering, Texas A&M AgriLife Research, Weslaco, TX 78596, USA.

*Autor de correspondencia: chavezramiro@hotmail.com

Introducción

Chávez y Singh (2015) mencionan que la identificación de las variaciones de la temperatura tanto temporal como espacialmente es fundamental para tener el conocimiento exacto de la magnitud del impacto del cambio climático en una región o país para que de esta forma se puedan tomar las medidas necesarias y mitigar en forma adecuada el impacto que pueda tener tanto en los recursos naturales como en el nivel de vida de la población. También Ruíz et al (2016) agregan que actualmente se conoce la tendencia de la temperatura promedio global; pero se requiere que la tasa de cambio se cuantifique a nivel local y regional para precisar estrategias de prevención, adaptación/mitigación en lugares específicos ya que la tendencia espacial y temporal local no obedece a la tendencia global. Por esta razón, el presente trabajo se tiene como objetivo el análisis de las temperaturas máximas y mínimas para conocer la magnitud de sus cambios en función de las variables geográficas longitud, altitud y latitud.

Materiales y Métodos

Para el presente estudio se obtuvieron inicialmente los datos de temperaturas máximas y mínimas diarias de aproximadamente 5400 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional. Haciendo una depuración aplicando criterios de calidad en la información al final se analizaron 3707 para las temperaturas mínimas y 3711 para temperaturas máximas. En donde en cada estación hay al menos 13 años con datos diarios en todos los meses. Para cada una de las estaciones se obtuvieron promedios mensuales de cada año de registro. Se formaron dos grupos de temperaturas mensuales en dos periodos de tiempo continuos con al menos cinco observaciones y se obtuvo la diferencia estadística mayor de las medias de los dos periodos usando como criterio el p-value de la prueba t de Student. Lo anterior se logró usando un método interactivo programado en lenguaje Visual Basic para Aplicaciones (VBA) integrado a Excel, el cual consistió en formar inicialmente dos grupos de temperaturas en dos periodos consecutivos. El primer grupo se formó con las primeras cinco temperaturas y el segundo con las restantes de la estación. Se aplicó la prueba t de Student para comparar las medias de ambos grupos, guardando el p-value entre otras estadísticas de la prueba. En la segunda interacción se re-formaron los dos grupos pasando la primera observación del segundo grupo al primero y se volvieron a comparar las medias, guardando el p-value menor y las estadísticas correspondientes. Así sucesivamente se formaron los posibles los pares de grupos hasta que el segundo grupo tenga solo cinco observaciones. Quedándose al final la prueba con el menor p-value y sus estadísticas. El proceso anterior garantiza tener los dos grupos en cada estación con la mayor diferencia significativa estadísticamente hablando. Finalmente, se compara el p-value obtenido con el nivel de significancia, que fue de 0.10, y se hace la decisión: “si el p-value es menor o igual al nivel de significancia se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias. En caso contrario, no se rechaza y se decide que ambas medias son iguales. Este proceso se realizó para temperaturas máximas y mínimas de todas las estaciones para todos los meses del año.

Una vez identificando en las más de 3700 estaciones climatológicas un cambio positivo (incremento), negativo (decremento) o nulo (sin cambio) tanto en temperaturas máximas como en temperaturas mínimas se procedió a buscar relación de este cambio con variables geográficas tales como altitud, latitud y longitud. En este análisis se uso el lenguaje de programación de alto nivel R en su versión 3.6.3 (2020-02-29) bajo la plataforma RStudio versión 1.3.1093. Se dividió cada una de estas variables geográficas en cuatro estratos bajo el criterio de que tuvieran el mismo número de estaciones. Los estratos que se usaron [-117.0,-103.4), [-103.4,-100.0),[-100.0, -97.9) y [-97.9, -86.8] para longitud; [1, 182), [182,1115), [1115,1914) y [1914,4283] para altitud; [14.6,18.9),[18.9,20.5),[20.5,24.0) y [24.0,32.7] para latitud, tanto para temperaturas máximas como mínimas.

Resultados y Discusión

En cada uno de los estratos hubo aproximadamente 928 estaciones. Los resultados obtenidos se presentan en los siguientes cuadros. En el cuadro 1 se presentan los porcentajes de las estaciones que se calentaron (positivas), se enfriaron (negativas) y las que no sufrieron cambio alguno (neutras) de las 3711 estaciones analizadas de temperaturas máximas. Se puede apreciar que en todos los meses del año el porcentaje de las estaciones que se calentaron es mayor que el de las estaciones que se enfriaron y las que no sufrieron cambio alguno. Los mayores porcentajes de las estaciones que se calentaron se presentan en el periodo marzo-octubre. Este porcentaje siempre es mayor del 50% con excepción del mes de abril. Y para las estaciones que se enfriaron se presentan en el periodo noviembre-enero.

Cuadro 1. Porcentaje de estaciones positivas (incremento), negativos (decremento) y neutras (sin cambio) de temperaturas máximas de un total de 3711.

Tipo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Positivas	47.7	51.3	51.4	49.7	53.8	53.2	56.5	55.1	51.4	52.0	48.7	47.7
Negativas	32.4	29.3	30.5	30.9	28.6	28.1	29.6	30.1	30.6	30.6	32.8	32.4
Neutras	19.9	19.4	18.1	19.3	17.7	18.7	13.9	14.8	18.0	17.5	18.5	19.9
Totales	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

En el cuadro 2 se muestra también los diferentes porcentajes, pero para las 3707 estaciones de temperaturas mínimas (sin estratificar). En este cuadro se puede apreciar que en todos los meses del año (con excepción de febrero) el porcentaje de las estaciones que se enfriaron es mayor que el de las estaciones que se calentaron y las que no sufrieron cambio alguno. Tendencia contraria a lo que sucede con las temperaturas máximas. También el cuadro muestra que los mayores porcentajes de estaciones que se calentaron se presentan en los periodos enero-marzo y julio-septiembre. Y para las estaciones que se enfriaron se presentan en el periodo abril-diciembre (con excepción del mes de octubre).

Cuadro 2. Porcentaje de estaciones positivas (incremento), negativos (decremento) y neutras (sin cambio) de temperaturas mínimas de un total de 3707.

Tipo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Positivas	41.3	43.5	39.9	36.0	39.0	38.9	40.4	42.1	39.7	37.8	33.4	30.3
Negativas	41.3	35.6	40.9	45.3	44.9	44.5	43.4	43.1	43.3	40.9	44.5	50.2
Neutras	17.3	20.8	19.2	18.7	16.1	16.5	16.2	14.8	17.0	21.2	22.1	19.5
Totales	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

En un estudio similar que realizaron Santillán *et al* (2011) mencionan que “gran parte del territorio del estado de Zacatecas, la temperatura máxima se está incrementando y la temperatura mínima está disminuyendo. Ello es explicado porque la mayoría de las tendencias significativas de temperatura máxima fueron positivas y la mayoría de las tendencias significativas de temperatura mínima fueron negativas”. Lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Por otra parte, los resultados obtenidos en los diferentes estratos analizados para cada una de las variables se presentan en los siguientes cuadros. En el cuadro 3 se presentan los porcentajes obtenidos de estaciones que sufrieron un incremento sus temperaturas (positivas), un decremento (negativas) y las permanecieron sin cambio (neutras) tanto para temperaturas máximas como mínimas en cada uno de los cuatro estratos analizados de longitud (izquierda), altitud (centro) y latitud (derecha).

En términos generales se puede apreciar que en todos los estratos y en todas las variables analizadas para temperaturas máximas se presenta la misma tendencia que en las estaciones sin estratificar. Es decir, el porcentaje de estaciones que se calentaron es mayor que las que se enfriaron y permanecieron sin cambio.

Para temperaturas mínimas, en términos generales se conserva la misma tendencia para todas las variables y en todos los estratos (porcentaje de estaciones que se enfrían es mayor que el de las que se calientan), salvo algunas excepciones (en los dos últimos estratos de la longitud y en los dos primeros de la altitud).

Cuadro 3. Porcentaje de estaciones positivas (incremento), negativos (decremento) y neutras (sin cambio) de temperaturas máximas (arriba) y mínimas (abajo) en cada uno de los cuatro estratos analizados de longitud (izquierda), altitud (centro) y latitud (derecha).

LONGITUD TEMPERATURAS MÁXIMAS					ALTITUD TEMPERATURAS MÁXIMAS					LATITUD TEMPERATURAS MÁXIMAS				
Estratos	Positivas	Negativas	Neutras	Total	Estratos	Positivas	Negativas	Neutras	Total	Estratos	Positivas	Negativas	Neutras	Total
[-117.0,-103.4)	49.3	30.5	20.2	100	[1, 182)	51.4	32.1	16.5	100	[14.6,18.9)	51.3	32.1	16.6	100
[-103.4,-100.0)	53.1	31.7	15.2	100	[182,1115)	50.4	30.8	18.8	100	[18.9,20.5)	56.5	27.7	15.8	100
[-100.0,-97.9)	52.6	28.5	18.9	100	[1115,1914)	52	31.8	16.2	100	[20.5,24.0)	52.9	30.3	16.8	100
[-97.9,-86.8]	51.2	31.3	17.5	100	[1914,4283]	51.3	29.9	18.8	100	[24.0,32.7]	45.3	31.8	22.9	100

TEMPERATURAS MÍNIMAS					TEMPERATURAS MÍNIMAS					TEMPERATURAS MÍNIMAS				
Estratos	Positivas	Negativas	Neutras	Total	Estratos	Positivas	Negativas	Neutras	Total	Estratos	Positivas	Negativas	Neutras	Total
[-117.0,-103.4)	36.3	44.2	19.5	100	[1, 182)	45.2	36.6	18.2	100	[14.6,18.9)	40.2	42.4	17.4	100
[-103.4,-100.0)	36	47.6	16.4	100	[182,1115)	37.5	43.5	19	100	[18.9,20.5)	39.2	42.6	18.2	100
[-100.0,-97.9)	41.1	40.2	18.7	100	[1115,1914)	37.3	46.6	16.1	100	[20.5,24.0)	35.8	48.2	16	100
[-97.9,-86.8]	41	40.5	18.5	100	[1914,4283]	34.1	45.8	20.1	100	[24.0,32.7]	38.8	39.3	21.9	100

Conclusiones

Para temperaturas máximas sin estratos: En todos los meses del año el porcentaje de las estaciones que se calentaron es mayor que el de las estaciones que se enfriaron y las que no sufrieron cambio alguno. Los mayores porcentajes de estaciones que se calentaron se presentan en el periodo marzo-octubre (todos arriba del 50% con excepción del mes de abril). Y para las estaciones que se enfriaron se presentan en el periodo noviembre-enero.

Para temperaturas mínimas sin estratos: En todos los meses del año (con excepción de febrero) el porcentaje de las estaciones que se enfriaron es mayor que el de las estaciones que se calentaron y las que no sufrieron cambio alguno. Los mayores porcentajes de estaciones que se calentaron se presentan en los periodos enero-marzo y julio-septiembre. Y para las estaciones que se enfriaron se presentan en el periodo abril-diciembre (con excepción del mes de octubre).

Para temperaturas máximas con estratos: En todos los estratos y en todas las variables analizadas se presenta la misma tendencia que en las estaciones sin estratificar. Es decir, el porcentaje de estaciones que se calentaron es mayor que las que se enfriaron y permanecieron sin cambio. En las longitudes más pequeñas (primer estrato) se presenta el porcentaje de estaciones que se calientan más pequeño (49.3%). En el resto de los estratos el porcentaje aumenta conforme aumenta la longitud. El promedio de los porcentajes de los dos primeros estratos de la altitud en las estaciones que se calientan es menor que el promedio de los dos últimos estratos. Tendencia inversa para con los porcentajes de las estaciones que se enfrían. En las latitudes mayores (último estrato) se presenta el porcentaje de estaciones que se calientan más pequeño (45.3%). En el resto de los estratos el porcentaje aumenta conforme aumenta la longitud. El promedio de los porcentajes de los dos primeros estratos de latitud en las estaciones que se calientan es mayor que el promedio de los dos últimos estratos. Tendencia inversa para con los porcentajes de las estaciones que se enfrían.

Para temperaturas mínimas con estratos: El promedio de los porcentajes de los dos primeros estratos de longitud en las estaciones que se calientan es menor que el promedio de los dos últimos estratos. Tendencia inversa para los porcentajes de las estaciones que se enfrían.

El porcentaje de las estaciones que se calientan es inversamente proporcional a la altitud. Tendencia inversa se presenta con los porcentajes de los tres primeros estratos de las estaciones que se enfrían. El porcentaje de las estaciones que se calientan es inversamente proporcional a la latitud en los tres primeros estratos. Tendencia inversa se presenta con los porcentajes de las estaciones que se enfrían. El promedio de los porcentajes de los dos primeros estratos de la latitud en las estaciones que se calientan es mayor que el promedio de los dos últimos estratos. Tendencia inversa para con los porcentajes de las estaciones que se enfrían.

Literatura Citada

- Chávez Mota R. y Singh V.P. (2015). Analisis temporal y espacial de las tendencias en temperaturas maximas y minimas mensuales en Mexico. Memorias del XL Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. 1085 páginas.
- Ruíz Álvarez, O., Espejel Trujano, D., Ontiveros Capurata, R. E., Enciso, J. M., Galindo Reyes, M. A., Quesada Parga, M. L., ... & Ruíz Corral, J. A. (2016). Tendencia de temperaturas máximas y mínimas mensuales en Aguascalientes, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(SPE13), 2535-2549.
- Santillán-Espinoza, L. E., Blanco-Macías, F., Magallanes-Quintanar, R., García-Hernández, J. L., Cerano-Paredes, J., Delgadillo-Ruiz, O., & Valdez-Cepeda, R. D. (2011). Tendencias de temperaturas extremas en Zacatecas, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(spe2), 207-219.

INFLUENCIA DE LA ACTITUD, CALIDAD Y SATISFACCIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Bonifacio Gaona Ponce^{1*}, J. Reyes Altamirano Cárdenas¹, Jorge Gustavo Ocampo Ledesma¹,
Gilberto de Jesús López Canteñs¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Texcoco, Edo. de México.

* Autor de correspondencia: bgaonap@chapingo.mx

Introducción

En México, la capacidad instalada de la energía fotovoltaica (EFV) en 2016 fue de 0.004% de la capacidad total nacional (Domínguez & Geyer, 2017), a pesar de la excelente ubicación geográfica del país para explotar la radiación solar (Mundo Hernández, de Celis Alonso, Hernández Álvarez, & de Celis Carrillo, 2014), de los bajos costos de producción (IRENA, 2018) y del bajo impacto ambiental que ésta representa (Merino, 2012). En el sector agrícola, los sistemas fotovoltaicos han sido utilizados con éxito, aunque aún con baja difusión. Debido a que no es fácil identificar las causas directas que han limitado la adopción de la EFV, se requiere identificar aquellos factores intrínsecos y extrínsecos que inciden en que sea aceptada y adquirida, dichos hallazgos podrían ser de especial interés para los fabricantes y distribuidores de esa tecnología. Esta investigación tuvo como objetivo determinar los factores de la actitud, calidad y satisfacción que determinan la decisión de adquirir la energía fotovoltaica. Mediante un foro de expertos se estableció que la EFV tiene un alto nivel de ventaja relativa, compatibilidad, experimentabilidad, observabilidad; un mediano nivel de accesibilidad, y baja complejidad, lo que le da una excelente oportunidad para desplazar a la energía convencional. Se aplicó una encuesta semiestructurada a 39 productores agrícolas, usuarios de la EFV, en la región de Texcoco, Estado de México. Al obtener coeficientes de correlación entre los elementos de la actitud, calidad y satisfacción se detectaron los que están asociados con la decisión de compra. Mediante la aplicación de un análisis clúster jerárquico se formaron tres grupos con atributos significativamente definidos, que fueron comprobados a través de un análisis canónico discriminante, con estas herramientas se determinaron los niveles de sensibilidad con el que cada elemento influye en la decisión de compra de la EFV.

Materiales y Métodos

Para medir la actitud, calidad y satisfacción del usuario ante el uso de la energía solar fotovoltaica, se diseñó una encuesta semiestructurada dividida en cinco secciones. La primera sección se utilizó para identificar a la persona entrevistada. La segunda se empleó para medir la actitud que tienen los entrevistados con respecto a la energía solar fotovoltaica. La tercera se utilizó para medir la calidad de la energía fotovoltaica percibida por el entrevistado. En la cuarta sección se midió la satisfacción de los usuarios con el uso y consumo de la energía solar fotovoltaica. La investigación se llevó a cabo en el municipio de Texcoco, Estado de México, ubicado en la región centro de la República Mexicana, durante los meses de noviembre a diciembre de 2019.

Resultados y Discusión

En la

Figura 5 se muestran los promedios registrados de las respuestas para cada ítem. Como podrá notarse, las respuestas se encuentran comprendidas entre los valores 3 a 5. Para magnificar estas mediciones y poder realizar con eficacia el análisis estadístico, se recategorizaron en respuestas dicotómicas, a los valores 3 y 4 se les asignó el valor de 0, y a los valores de 5 el valor de 1.

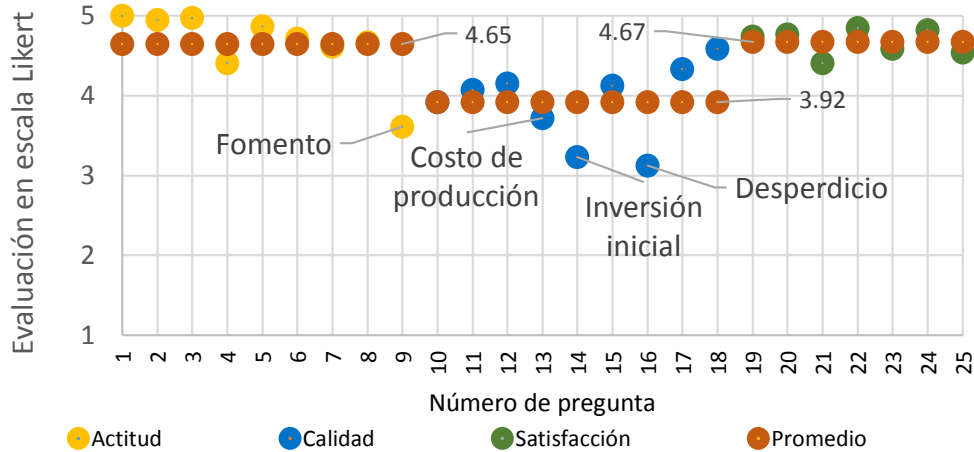


Figura 5. Promedios de respuestas de la actitud, calidad y satisfacción

Con los nuevos valores dicotómicos se empleó un análisis de agrupamiento jerárquico utilizando el método de Ward y distancias Euclidianas, que incluyó los indicadores de la actitud, calidad y satisfacción, mediante esta herramienta se obtuvieron tres grupos estadísticamente diferenciados, en el que el grupo de interés resultó con las mejores atribuciones, mayor actitud, calidad y satisfacción. Al obtener los coeficientes de correlación y hacer la comprobación por medio del análisis canónico discriminante se obtuvo la asociación entre los ítems de la actitud que definen a la calidad, los de la calidad que están asociados con la satisfacción y los de la satisfacción que están relacionados con la decisión de adquirir la energía fotovoltaica (). Con base en las correlaciones calculadas, se establecieron tres tipos de ítems:

Tipo 1. Ítems sin trascendencia. Son los que no presentaron asociación con ningún otro. Para la actitud son los Act02, México tiene una ubicación excelente para utilizar la energía solar, Act05, la energía solar fotovoltaica es amigable con el medio ambiente, y Act08, en México está permitido el uso de la energía solar fotovoltaica. El que no hayan manifestado correlación con algún otro ítem no significa que no sean importantes para esta investigación, simplemente, el comportamiento que tuvieron no mostró asociación con algún otro.

Tipo 2. Ítems con trascendencia. Son los que presentaron correlación significativa, con un p-value mayor a 0.01. A saber:

El ítem Act03 mantuvo una asociación moderada negativa con los ítems Cal05 y Cal07, lo que indica que mientras el usuario más ha escuchado de la energía solar fotovoltaica, percibe que el costo de la inversión inicial es menor y que el desperdicio de material después de cubrir la vida útil del sistema tiene menor impacto al medio ambiente.

El ítem Act04 tuvo una correlación moderada positiva con el Cal09. Mientras el usuario más ha utilizado la energía solar fotovoltaica, observa que es más barata que la convencional.

El ítem Act06 presentó una asociación moderada positiva con el Cal02. En tanto el usuario descubre que la energía solar fotovoltaica es más segura de utilizar, también distingue que es menor la contaminación al medio ambiente con el uso de los sistemas fotovoltaicos.

El ítem Act06 mantuvo una correlación moderada positiva con el Cal06. Entre mayor es la percepción de que la energía solar fotovoltaica es más segura de utilizar, percibe que afecta en menor medida la imagen a su negocio.

El ítem Act07 mostró una asociación moderada positiva con los ítems Cal02, Cal03 y Cal08, lo que indica que mientras los usuarios perciben que la energía solar fotovoltaica es una mejor alternativa para sustituir a la energía eléctrica convencional, perciben que es menor la contaminación al medio ambiente, que es menor la radiación generada y observan que la calidad de la electricidad generada por los sistemas fotovoltaicos es igual a la convencional.

El ítem Act09 mantuvo una asociación moderada positiva con el ítem Cal09, lo que significa que mientras el usuario aprecia que en México se fomenta el uso de la energía solar fotovoltaica, la energía solar fotovoltaica es más barata que la convencional.

Tipo 3. Ítems no medibles. Este tipo de ítems no pudo ser medido por que no presentaron variación. Como se había mencionado con anterioridad el ítem Act01, la energía del sol se puede utilizar para generar electricidad, no tuvo variación en sus observaciones, por lo que no pudo ser analizado estadísticamente ni comparado con otros ítems.

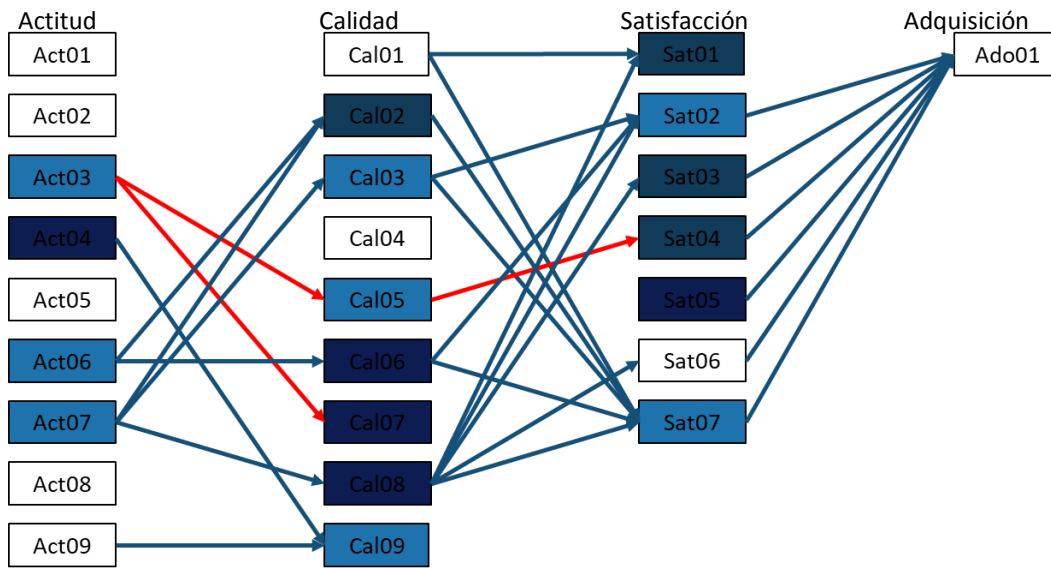


Figura 6. Ítems en orden de importancia discriminativa

Conclusiones

La energía solar fotovoltaica es una de las principales energías limpias utilizadas en México, puesto que es de las que menos contamina y de menor costo de producción. El país se encuentra en una excelente ubicación para explotarla.

Se comprobó que existe asociación entre algunos factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en la adquisición de la EFV. El análisis de correlación permitió visualizar la asociación entre factores de la actitud con los de la Calidad, a éstos con los de la satisfacción y, a estos últimos con la adquisición de la EFV.

El análisis canónico discriminante pudo comprobar, a través de tres grupos realizados utilizando el análisis clúster jerárquico, que los factores ubicados en el análisis de correlación representan una acción con diferentes niveles de sensibilidad.

Como estrategia para fomentar la EFV, se propone promover el grado de satisfacción al hacer uso de la EFV, hacer saber que los usuarios se sienten importantes al colaborar con la generación de la electricidad del país, informar que no hay contaminación al medio ambiente por el uso de los sistemas FV, hacer partícipes de que los usuarios están convencidos de recomendar a otras personas la EFV, continuar educando a la población acerca de los beneficios del uso de la EFV y de que es una alternativa para sustituir a la energía convencional, dar a conocer el ahorro por energía eléctrica al usar los sistemas FV dado que es más barata que la convencional, informar que la instalación de los sistemas FV no afectan la imagen del negocio, comunicar que la EFV no genera ningún tipo de radiación, hacer extensivo que la inversión inicial no es una limitante para su adquisición, dar a conocer que la calidad de la energía generada por los sistemas FV es igual a la convencional, atender el problema del desperdicio del material después del cubrir la vida útil de los sistemas FV, informar que los usuarios de la EFV la prefieren en lugar de la energía convencional, dar a conocer que la EFV es segura de utilizar y finalmente, informar que los usuarios se sienten satisfechos con el proveedor del sistema FV.

Literatura Citada

- Domínguez, A., & Geyer, R. (2017). Resources , Conservation & Recycling Photovoltaic waste assessment in Mexico. *Resources, Conservation & Recycling*, 127(February), 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.013>
- IRENA. (2018). Power Generation Costs in 2017. *Renewable Power Generation Costs in 2017*.
- Merino, L. (2012). Energías renovables. *Energías Renovables*, 1(1), 20.
- Mundo Hernández, J., de Celis Alonso, B., Hernández Álvarez, J., & de Celis Carrillo, B. (2014). An overview of solar photovoltaic energy in Mexico and Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 639–649. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.029>

COMUNIDADES RURALES: UNA VISIÓN DE LA GOBERNANZA ENERGÉTICA RENOVABLE EN EL DEPARTAMENTO DEL META

Juan Camilo Cardona Castaño

Administrador Ambiental y de los Recursos Naturales, Egresado de la Universidad Santo Tomás, consultor ambiental y adscrito al grupo de Investigación gestión ambiental y de los recursos naturales. Autor de correspondencia: jceolo@hotmail.com

Introducción

Las comunidades rurales en Colombia, han presentado una serie de desabastecimiento energético. Esto ha significado un reto en la generación y capacidad instalada de energía en Colombia (Cadena, Botero, Tautiva, Betancur y Vega, 2009). El modelo de generación y producción de energía se basa en la energía hídrica. De acuerdo con la matriz energética, Colombia tiene un potencial de capacidad instalada del 70% de energía hidráulica. Mediante el presente estudio se indagó sobre la adaptación de tipos de energía alternativa en el sector rural en el Departamento del Meta. Dichas comunidades han tenido que solventar la deficiencia energética por medio de paneles solares, rueda peltón y astas eólicas, fortaleciendo los procesos de gobernanza del recurso energético; de esta forma, las comunidades determinan su gestión, apropiación e interacción con dichos sistemas como parte de sus procesos básicos de saneamiento. La investigación tuvo como objetivo analizar cómo las comunidades rurales han desarrollado sistemas de micro-generación de energía alternativa, en el departamento del Meta.

Materiales y Métodos

La presente investigación estuvo basada en el paradigma cualitativo, de tipo caso de estudio en un municipio del Departamento del Meta. Se realizó un reconocimiento de campo y se buscaron informantes claves; por ello se entrevistaron a 3 personas campesinas que, en sus unidades productivas rurales, tenían micro-generación de energía alternativa. Las entrevistas fueron de tipo personal. Posteriormente, se analizaron los conceptos: agua, energía, gobernanza energética, aprovechamiento de los recursos naturales y generación de energía a baja escala. Una vez, analizados los conceptos se realizó una triangulación teórica. Los resultados se muestran a continuación.

Resultado y Discusion

¿Cuál es la prospectiva energética del departamento del Meta?

Respuesta: Participante 003.

“Es muy sencillo, el país tiene agua, se debe seguir usando el recurso hídrico, igual es una energía limpia, es lo que Colombia tiene al nivel energético”

Con respecto a la respuesta del informante clave se puede entender que existe reconocimiento del desarrollo sustentable y aprovechamiento del recurso hídrico como una base para la generación energética a baja, mediana y gran escala; esto permite mediar los procesos productivos en las zonas rurales en algunas zonas de Colombia que tienen escasez de agua.

¿La importancia de instalar paneles solares en el aeropuerto?

Respuesta del participante 003.:

“Básicamente es reducción de costo. Las industrias grandes deben apuntar a este tipo de tecnologías, pero al nivel de hogares considero que no es relevante, ya que la tasa de retorno es a largo plazo”

Con base en la información anterior, brindada por el infórmate 03, se puede aducir que, se reconoce la producción de energía alternativa como un medio poco asequible, pero económicamente sustentable para cualquier sistema o proceso productivo; ya sea a nivel rural, social y cultural. Esto permite analizar la construcción de mecanismos adaptados a baja escala como una respuesta en las comunidades rurales e industriales, siendo la primera insuficiente en términos de costo- beneficio; sin embargo, permite sanear la deficiencia en la generación de energía y paliar con los altos niveles de impacto de aumento en generación y extracción del recurso energético de tipo fósil o en su defecto, apuntando a procesos agropecuarios sostenibles.

Tabla 1. Triangulación Teórica: Categoría gobernanza energética.

Categorías	Diario de Campo	Informantes	Observación directa
Gobernanza energética	Se hallaron sistemas de micro-generación de energía, donde existe una apropiación del aprovechamiento del recurso hídrico, viento y biomasa.	Informante Clave: "que nosotros los campesinos tengamos cómo resolver nuestras necesidades energéticas; por ejemplo, acá hay dos paneles solares, lo bueno de esto es que no le tenemos que dar cuenta al gobierno porque hay gobernabilidad en nuestro aprovechamiento energético"	Se encuentran dos paneles solares, los cuales dan energía a una casa de dos recámaras, cocina y baño.

Nota: Construcción propia, con información obtenida de las diversas salidas de campo, entrevistas directas y observación del área de estudio.

Con base en lo anterior, la gobernanza energética se ha ido fortaleciendo en el desarrollo de la ruralidad, en algunos municipios del Departamento del Meta, Colombia. La micro-generación es fundamental dentro de los procesos productivos en las comunidades campesinas; por ende, los campesinos ven en la micro-generación energética una respuesta, desde la autonomía económica e institucional. De esta forma no rinden cuentas sobre el uso de energía a las empresas prestadoras de este tipo de servicios; asimismo, se aprovecha el recurso energético solar, por lo que no se tiene un impacto negativo en el ambiente; es decir, es una forma de producir energía de manera sustentable.

Conclusiones

En lo que respecta a la generación de energía, las comunidades campesinas han generado procesos de sostenibilidad de pequeña escala desde hace mucho tiempo; en este proceso, el aprovechamiento del agua es un elemento crucial. Ello ha permitido que estas comunidades o unidades productivas rurales solventan el desabastecimiento energético por medio de acciones y estrategias de desarrollo sostenible. Dado que las comunidades campesinas han tenido que adaptarse a las condiciones locales, generando respuestas sostenibles y optando por el uso de tecnología local, puede decirse que la gobernanza energética ha comenzado a gestarse. El concepto de gobernanza está relacionado con la autoeficiencia de los procesos económicos rurales; por ello, es indispensable promover este tipo de desarrollo local.

Literatura Citada

- Cadena., A., Botero., S., y Táutica., C., Betancur., L y Vega Daniel. (2009). Regulación para Incentivar las Energías alternas y la Generación Distribuida en Colombia, *Rev. Ingeniería*. 23. Bogotá- Colombia.
- Castillo de Herrera (2013). Transformaciones socio territoriales en Bogotá: la búsqueda de innovación frente a los fenómenos sociales, *Red Latinoamericana sobre la transformación del territorio*. Rio de Janeiro- Brasil https://www.academia.edu/36306225/Mercedes_Castillo
- Mendieta, V., Escribano, J., Esparcia, J. (2017). Electrificación, desarrollo rural y Buen Vivir. *Cuadernos Geográficos* 56 (2), 306-327
- Pino., J. (2010). Desarrollo local y su investigación, *Investigación y Desarrollo rural*, 4 (1). Buenos Aires- Argentina.

Carteles

<https://www.congresorebiza.mx/carteles/>

FERMENTACIÓN Y CALIDAD NUTRITIVA DE HENOLAJE DE CANOLA Y ALFALFA CON Y SIN INOCULANTE MICROBIANO

Juan I. Sánchez Duarte^{1*}, David G. Reta Sánchez³, Esmeralda Ochoa Martínez¹, Jorge A. Granados Niño², Manuel de J. Flores Najera¹, Magali J. López Calderón²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila. C.P. 27440. ²Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Durango. C.P. 35111. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Delicias. Delicias, Chihuahua. C.P. 33000.

*Autor de correspondencia: sanchez.juan@inifap.gob.mx

Introducción

La canola es un cultivo que es más eficiente en el uso del agua que la avena y la alfalfa (Reta *et al.*, 2011), por lo que puede ser una alternativa para producir forraje en zonas áridas o semiáridas. El valor nutritivo del forraje de canola ha sido comparado con el de alfalfa porque contiene más de 20% de proteína cruda (PC; Parker, 2006), menos de 25% de fibra detergente neutro (FDN; Neely *et al.*, 2009) y más de 1.2 Mcal/kg de materia seca (MS) de energía neta de lactancia (EN_L; Reta *et al.*, 2010). Ambos cultivos pueden utilizarse como henolajes en los establos; sin embargo, estos forrajes podrían tener problemas para fermentarse como resultado de su alto contenido de PC. Una opción práctica para mejorar el proceso de fermentación en este tipo de forrajes es utilizar la inoculación microbiana, la cual optimiza la producción de ácido láctico y, por consiguiente, la caída del pH durante la fermentación (Filya *et al.*, 2007). Esto permite que el forraje se conserve en condiciones ácidas para mantener el forraje libre de microorganismos indeseables en el silo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inoculación microbiana sobre la fermentación y la composición nutritiva del henolaje de canola y alfalfa.

Materiales y Métodos

La canola y la alfalfa se produjeron en un establo lechero de Francisco I. Madero, Coahuila. Para canola se sembró el híbrido Hyola 401 y para alfalfa se utilizó el primer corte del tercer año de la variedad Camino 1010. La siembra de canola se realizó en suelo seco con una densidad de siembra de 13 kg/ha de semilla. En canola se aplicaron un riego de siembra y cuatro riegos de auxilio, mientras que en alfalfa se realizaron dos riegos antes de cada corte. La fertilización de canola fue de 129 kg de N/ha, 63 kg de P₂O₅/ha y 40 kg de S/ha. En alfalfa no se realizó ninguna fertilización previa al corte utilizado para este experimento. La cosecha en canola se realizó en floración y en alfalfa cuando el cultivo se encontraba en etapa de botón. El forraje de ambos cultivos se cortó con una cosechadora de alfalfa, se dejó deshidratar en el terreno y se picó a un tamaño de partícula teórico de 10 mm.

Se evaluó el efecto de canola y alfalfa con y sin inoculante microbiana bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones bajo un arreglo factorial 2×2. Se utilizaron mini-silos de PVC como unidades experimentales. Para la inoculación de los tratamientos se utilizó el inoculante comercial SIL ALL^{4x4} a la dosis especificada por el fabricante (250 g de SIL ALL^{4x4}/25 t de forraje). Los tratamientos que no fueron inoculados se les aplicó la misma cantidad de agua destilada, pero sin inoculante. Se utilizó una densidad en cada mini-silo de 736 kg de forraje fresco por m³. La compactación del forraje en cada mini-silo se realizó con una prensa manual. Los minisilos se conservaron durante 140 días a temperatura ambiente (22.3°C).

Al abrir cada mini-silo se tomó una muestra de 20 g de henolaje fresco y se le añadieron 200 ml de agua destilada y se mezcló por 30 segundos en una licuadora a alta velocidad. La muestra se filtró sobre tres capas de tela de quesería y el pH se midió inmediatamente. El sobrenadante se separó en dos viales para determinar N-amoniaco y ácidos grasos volátiles (AGV). El N-amoniaco se determinó de acuerdo a AOAC (1990) y los AGV por cromatografía de gases de acuerdo a Galyean (1980).

Una segunda muestra en cada mini-silo de 500 g de henolaje fresco fue secada en estufa de aire forzado hasta peso constante. Posteriormente, cada muestra fue molida para el análisis bromatológico. Se determinaron los contenidos de PC (método Kjeldahl), FDN y fibra detergente acida (FDA; Geoering y Van Soest, 1970) y las estimaciones de carbohidratos no fibrosos (CNF), nutrientes digestibles totales (NDT) y EN_L (NRC, 2001). El contenido de cenizas se determinó incinerando la muestra a 550 °C.

La información se analizó con el programa SAS versión 9.3 (SAS Institute, 1985), utilizando un análisis de varianza para un experimento factorial 2×2. Se aplicó la prueba de la diferencia mínima significativa de Fisher a un nivel de significancia $P \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

Fermentación: La interacción forraje × inoculante influyó significativamente el pH, el ácido láctico, el ácido acético y los ácidos grasos volátiles totales de los henolajes de canola y alfalfa ($P < 0.05$; Cuadro 1). La interacción indica que la adición del inoculante no afectó el pH y la concentración de ácido láctico en el henolaje de canola, pero esta redujo el pH e incrementó el ácido láctico en el henolaje de alfalfa. Sin embargo, la inoculación redujo la concentración de ácido acético en el henolaje de canola; pero no en el de alfalfa. Como resultado de mayores concentraciones de estos ácidos en el henolaje de alfalfa inoculada, se observó una mayor concentración de ácidos grasos volátiles totales en este tratamiento; el cual fue similar al observado en el henolaje de canola con y sin inoculación microbiana. Un buen ensilaje se caracteriza por tener elevadas concentraciones de ácido láctico y este es muy importante durante la fermentación porque es mayormente responsable de bajar el pH en el ensilaje (Kung y Shaver, 2001). Concentraciones moderadas de ácido acético en el ensilaje puede ser benéfico porque este ácido inhibe el crecimiento de levaduras una vez que el ensilaje es expuesto al aire para usarse en la alimentación animal (Kung *et al.*, 2018). Resultados similares han sido observados en alfalfa inoculada utilizando un inoculante homofermentativo (Filya *et al.*, 2007). Contrario a los resultados del presente estudio, la inoculación con melaza en canola si mejoró las concentraciones de ácido láctico y redujo el pH del ensilaje (Balakhial *et al.*, 2008).

La concentración de N-amoniaco en los henolajes fue afectada por los forrajes (Cuadro 1). Se observó una mayor concentración de N-amoniaco en el henolaje de canola que en el de alfalfa. Altas concentraciones de N-amoniaco en el ensilaje es el resultado de una excesiva descomposición de proteínas durante el proceso de fermentación en el silo (Kung y Shaver, 2001), lo que indica que independientemente de la inoculación, la canola puede presentar mayor descomposición de proteína durante el proceso de fermentación.

Valor nutritivo: La concentración de EN_L en los henolajes fue afectada por la interacción forraje × inoculante ($P < 0.05$; Cuadro 1). El inoculante incrementó el contenido de EN_L en el henolaje de alfalfa, pero no en el de canola. Esto coincide con la mayor concentración de ácido láctico en la alfalfa inoculada, ya que se ha reportado que la fermentación que produce principalmente el ácido láctico, resulta en menor pérdida de energía durante el almacenamiento (Kung y Shaver, 2001).

La MS y los contenidos de PC, FDN, FDA, CNF y NDT en los henolajes fueron afectados por la fermentación del forraje ($P < 0.05$; Cuadro 1). La canola tuvo menor contenido de MS al momento de realizar los henolajes. El contenido de PC fue superior en el henolaje de alfalfa que en el de canola, pero la FDN y FDA fueron inferiores en el henolaje de canola que en el henolaje de alfalfa. De acuerdo a estas características, el henolaje de canola puede considerarse de buena calidad nutritiva porque presenta buen porcentaje de PC y es bajo en fibra.

Los contenidos de CNF fueron superiores en 2.3% en el henolaje de canola respecto a los observados en alfalfa; sin embargo, las concentraciones de NDT fueron mayores en el henolaje de alfalfa que en el de canola. Tal vez, la mayor concentración de CNF en el forraje de canola en el presente estudio contribuyó a reducir el pH en el henolaje de canola, ya que los carbohidratos son el principal sustrato para producir ácido láctico y así, mantener el forraje bajo un pH ácido (Rooke y Hatfield, 2003).

Cuadro 1. Fermentación y composición nutritiva del henolaje de canola y alfalfa con y sin inoculante microbiano.

Concepto	Canola		Alfalfa		EE	P>F ¹
	Sin inoc.	Con inoc.	Sin inoc.	Con inoc.		
<i>Fermentación (% de MS)</i>						
pH	4.2 ^c	4.2 ^c	5.0 ^a	4.4 ^b	0.05	F×I
N-amoniaco	12.18	11.39	8.00	10.30	1.70	F
Ácido láctico	12.68 ^a	11.28 ^{ab}	7.45 ^b	11.75 ^a	2.00	F×I
Ácido acético	11.04 ^{ab}	9.47 ^c	10.31 ^{bc}	12.19 ^a	1.50	F×I
Ácido propiónico	0.74	0.00	2.10	3.00	2.30	NS
Ácido Butírico	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
AGV totales	24.47 ^a	20.87 ^a	19.96 ^b	26.99 ^a	3.40	F×I
<i>Nutrientes (% de MS)</i>						
MS (% del henolaje)	34.65	34.78	48.15	45.63	1.27	F
PC	25.99	25.88	27.08	27.31	0.63	F
FDN	23.50	23.28	29.03	28.08	0.64	F
FDA	25.85	24.68	27.23	25.98	0.54	F
CNF	31.59	32.05	29.35	29.76	0.12	F
NDT	59.82	60.27	61.08	61.89	0.69	F
EN _L (Mcal/kg de MS)	1.48 ^{bc}	1.47 ^{bc}	1.49 ^b	1.51 ^a	0.06	F×I

Inoc. = inoculante; MS = materia seca; AGV = ácidos grasos volátiles; PC = proteína cruda; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácida; CNF = carbohidratos no fibrosos; NDT = nutrientes digestibles totales; EN_L = energía neta de lactancia; EE = error estándar.

^{abcd}Medias con diferente literal entre filas difieren significativamente (P<0.05).

¹F = efecto del forraje; FI = efecto de la interacción forraje × inoculante; NS = no significativo (P>0.05).

Conclusiones

Los resultados de este estudio indican que la inoculación microbiana tiene efectos positivos en la alfalfa porque mejora la producción de ácido láctico y reduce el pH del henolaje, pero esto no sucede en el henolaje de canola. Sin embargo, el forraje de canola se preserva bien como henolaje con un buen valor nutritivo.

Literatura Citada

- Association of Official Analytical Chemist (A. O. A. C.). 1990. Official methods of analysis. 15 th. Ed. Arlington, Virginia. p. 1298.
- Balakhial, A., A. A. Naserian, A. Heravi Moussavi, E. Eftekhari Sharhodi, and R. Vali-Zadeh. 2008. Changes in chemical composition and in vitro DM digestibility of urea and molasses treated whole crop canola silage. *J. Anim. Vet. Adv.* 7:1042-1044.
- Filya, I., R. E. Muck, and E. E. Contreras-Govea. 2007. Inoculant effect on alfalfa silage: fermentation products and nutritive value. *J. Dairy sci.* 90:5108-5114.
- Galyean, M. L. 1980. Laboratory procedures in animal nutrition research. Department of Animal and Food Science. Texas Tech University, Lubbock. 189 pp.
- Goering, H.K., and P. J. and Van-Soest. 1970. Forage fiber analysis. Apparatus, reagents, procedure and some applications. *Agric. Handbook 379*.ARS. USDA. Washington DC. 24 pp.
- Kung, L. and R. Shaver. 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis report. *Focus on Forage 3*:(13):1-5.
- Kung, L. Jr., R. D. Shaver, R. J. Grant, and J. Schmidt. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *J. Dairy Sci.* 101:4020-4033.
- Neely, C., J. Brown, C. Hunt, and J. Davis. 2009. Increasing the value of winter canola crops by developing ensiling systems (Canolage) to produce cattle feed. In: Idaho Alfalfa and Forage conference, 3-4 February 2009. pp: 27-31.
- NRC (National Research Council). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Washington, DC: National Academic Press.
- Parker, P. 2006. Managing failed canola crops. NSW Department of Primary Industries. P. 3.

- Reta, S. D. G., U. Figueroa V, J. I. Sánchez. D., E. Ochoa M., H. M. Quiroga. G., and A. Gaytán M. 2011. Patrones de cultivo forrajeros alternativos para una mayor eficiencia de producción y aprovechamiento de los nutrientes reciclados en las excretas del ganado lechero. Folleto Técnico núm 18. p. 52.
- Reta, S.D.G., U. Figueroa-Viramontes., R. Faz-Contreras, G. Núñez-Hernández, A. Gaytán–Mascorro, J. S. Serrato-Corona, and J. A. Payán-García. 2010. Sistemas de producción de forraje para incrementar la productividad del agua. *Revista Fitotecnia México*. 33 (Num. Especial 4): 83 -87.
- Rooke, J. A., and R. D. Hatfield. 2003. *Biochemistry of ensiling. Silage science and technology*. Vol. 42. Editors: D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison. Agronomy Monographs. Online ISBN: 9782891182344.
- SAS Institute. 1985. *SAS User's Guide. Statistics, version 5.0*. 5th Ed. SAS Inst., Cary, NC.

EVALUACIÓN DEL AIR FRAYER® PARA ESTIMAR MATERIA SECA EN FORRAJES Y DIETAS PARA GANADO LECHERO

José M. Espino Martínez¹, Jorge A. Granados Niño^{1*}, Juan I. Sánchez Duarte²,
Juan E. Jiménez Martínez¹, Fernando Díaz³.

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Durango C.P. 35111. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna. Matamoros. Coahuila C.P. 27440. ³Director del Dairy Knowledge Center. Brookings, SD, USA. *Autor de correspondencia: lmi_granados@hotmail.com

Introducción

La materia seca (MS) la podemos definir como la parte que resta de un forraje o alimento después de que le fue eliminado el mayor contenido de humedad posible mediante secado forzado. La determinación de MS es comúnmente realizada a nivel laboratorio; pero debido a que tiene mucha importancia sobre los parámetros de calidad al momento de realizar ensilajes, henos, henolajes y de balancear las dietas del ganado, ésta se convierte en una práctica común realizada en los establos lecheros (Oetzel *et al.*, 1993). La forma más común y práctica que se utiliza para determinar la MS en los establos es mediante el uso del secador Koster, con la técnica del microondas (Oetzel *et al.*, 1993) o incluso utilizando un equipo NIRS (Donnelly *et al.*, 2018). Estos aparatos determinan de manera precisa la MS en forrajes, alimentos y dietas; sin embargo, existe la posibilidad de que los resultados finales sean erróneos si no se capacita correctamente a la persona encargada de determinar la MS.

El Air Fryer® es un horno pequeño de convección diseñado para freír la comida sin necesidad de utilizar aceite. La freidora tiene un mecanismo de calentamiento y un ventilador que hace circular el aire caliente. Consta de una entrada de aire en la parte superior y un escape en la parte posterior que controla la temperatura al liberar el exceso de aire caliente. El aire circula alrededor de los alimentos colocados en una canasta estilo freidora. La circulación del aire caliente hace que los alimentos pierdan humedad y estén crujientes. Este mecanismo de la freidora hace que se asemeje al que se tiene en las estufas de aire forzado utilizadas en los laboratorios para determinar la MS en forrajes y alimentos. Por lo tanto, el Air Fryer® podría utilizarse para obtener de manera práctica y rápida los contenidos de MS de forrajes y alimentos en los establos lecheros (Severson, 2018). El objetivo de este estudio fue comparar la estimación de la MS de ensilajes y dietas de ganado lechero entre el Air Fryer®, la estufa de aire forzado y el microondas.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en dos establos lecheros ubicados en la Comarca Lagunera de Durango, México. Se comparó la efectividad de medición de la MS entre el Air Fryer®, la estufa de aire forzado y el microondas. Se utilizaron muestras de maíz forrajero a la cosecha, ensilaje de maíz, henolajes de triticale y alfalfa, dieta de vaquillas y dietas de vacas altas productoras. De cada tipo de alimento se tomaron 10 muestras representativas al azar de aproximadamente 500 g. El muestreo de maíz forrajero consistió en tomar dos muestras por camión al momento de descargar el forraje en el silo. El ensilaje de maíz y los henolajes de triticale y alfalfa se muestrearon tomando muestras en zig-zag de la cara frontal de los silos. Las dietas de vaquillas y vacas en producción se tomaron directamente del pesebre al momento de liberar las dietas, pero inmediatamente antes de que los animales iniciaran el consumo del alimento. Esto se realizó a lo largo de cada corral y se muestrearon en total dos corrales. Las muestras de cada uno de los alimentos se colocaron en bolsas de plástico, se compactaron, se rotularon y se trasladaron al laboratorio en una hielera. La determinación de la MS con la estufa de aire forzado se realizó secando las muestras durante 72 horas a 65 °C (AOAC, 2000). Se utilizó una estufa marca SHEL-LAB FX28-2 27.8 pies cúb. 220 V. La determinación de la MS en el microondas se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Twidell *et al.* (2002) utilizando un microondas marca Panasonic® NN-SB656B 1100W. La determinación de la MS con el Air Fryer® se realizó de acuerdo a Severson (2018). Se utilizó una báscula digital de precisión marca OHAUS® Adventur ARC120 de 0.01g × 3.1kg. Debido a que el Air Fryer® utiliza aire para el secado de la muestra, se utilizó de una malla metálica hechiza que se colocó dentro de la canasta; específicamente sobre la muestra. Esta malla fue del tamaño del diámetro interior de la canasta. La malla evitó que se pierdan partículas muy pequeñas de muestra durante el proceso de secado.

El procedimiento para determinar la materia seca fue el siguiente:

- Obtener la tara de la canasta del Air Fryer®, incluyendo la malla.
- Agregar entre 100-150 g de muestra representativa a la canasta.
- Colocar la malla sobre la muestra.
- Colocar la canasta dentro del Air Fryer®.
- Programar la temperatura del Air Fryer® a 250 °F.
- Programar el temporizador a 25-30 min.
- Después del tiempo programado, retire la canasta con la muestra y la malla
- Registrar el peso.
- Calcular la MS de la muestra.

$$MS (\%) = \frac{\text{Peso seco final (gr)}}{\text{Peso húmedo inicial (gr)}} \times 100$$

La información se analizó con el programa SAS versión 9.3 (SAS Institute, 1985), utilizando un análisis de varianza. Se utilizó la prueba de Tukey a un nivel de significancia $P < 0.05$. Adicionalmente, se realizó un análisis de regresión lineal simple utilizando la estufa de aire forzado como método de control ($P < 0.05$).

Resultados y Discusión

Los resultados de los porcentajes de MS de los diferentes tipos de muestra comparando el Air Fryer® con la estufa de aire forzado y el microondas se muestran en el Cuadro 1. No se encontró diferencia significativa en MS de los diferentes tipos de muestra con el Air Fryer®, la estufa de aire forzado y el microondas. Esto es importante porque demuestra que el Air Fryer® se puede utilizar con el mismo grado de confiabilidad para analizar los contenidos de MS en forrajes y en dietas de ganado lechero que la estufa de aire forzado y el microondas. Severson (2018) indicó que el Air Fryer® puede utilizarse en el establo para estimar el porcentaje de MS en dietas para vacas en producción.

La comparación del porcentaje de MS de los diferentes tipos de muestra mediante regresión lineal simple entre el Air Fryer y la estufa de aire forzado se indica en el Cuadro 2. Se observó una relación muy fuerte con un alto grado de confiabilidad ($R^2 > .90$) en los porcentajes de MS de los diferentes tipos de muestra entre el Air Fryer® y la estufa de aire forzado ($P < .0001$). Nuevamente esto confirma que los resultados de MS obtenidos con el Air Fryer® son tan confiables como los alcanzados con el método estándar de la estufa de aire forzado. Sin embargo, es importante señalar que el Air Fryer® se debe utilizar únicamente para analizar el porcentaje de MS en forrajes y dietas, pero no para secar muestras como la estufa de aire forzado; las cuales se utilizan para análisis bromatológicos. El análisis de regresión lineal simple ha sido utilizado normalmente como un método para comparar el grado de confiabilidad en la determinación de MS de diferentes alimentos comparando aparatos con el método estándar de la estufa de aire forzado (Pino y Heinrichs, 2014; Donnelly *et al.*, 2018).

La comparación del precio y el tiempo que se utiliza para determinar el porcentaje de MS entre la estufa de aire forzado, el microondas y el Air Fryer® se presentan en el Cuadro 3. Debido a que la estufa de aire forzado es un instrumento de laboratorio, su costo sobre pasa drásticamente los costos del Air Fryer® y el microondas. El tiempo requerido para determinar la MS entre el Air Fryer® y el microondas es muy similar. Sin embargo, los pasos y las actividades que se realizan para obtener la MS con el microondas son más y se tienen que realizar cada 2 o tres minutos. Por lo tanto, la técnica usando el microondas es tediosa y tiene mayor probabilidad de obtener resultados erróneos.

Cuadro 1. Comparación de la MS de forrajes y dietas entre la estufa de aire forzado, el microondas y el Air Fryer®.

Muestra	Estufa de aire			EE	Valor de P
	forzado	Microondas	Air Fryer®		
Maíz a la cosecha	37.37	39.09	39.02	2.06	0.12
Ensilaje de maíz	31.70	31.54	31.21	1.44	0.75
Henolaje de triticale	39.94	39.09	38.31	2.86	0.45
Henolaje de alfalfa	38.89	38.67	37.28	3.15	0.47
Dieta de vaquillas	49.78	49.50	48.30	3.30	0.57
Dieta de vacas	49.58	48.51	48.10	3.27	0.61

EE = error estándar.

Cuadro 2. Regresión lineal simple para los diferentes tipos de muestras comparando la MS entre el Air Fryer® y la estufa de aire forzado.

Muestra	n	Intercepto	EE	Valor de P		R ²		
				coeficiente	EE			
Ensilaje de maíz	10	-11.88750	4.08953	0.01969	1.35957	0.12892	<0.0001	0.92
Henolaje de triticale	10	-2.14017	3.81493	0.59016	1.01272	0.09531	<0.0001	0.93
Henolaje de alfalfa	10	0.58513	2.26393	0.80258	0.94374	0.05804	<0.0001	0.97
Dieta vaquillas	10	0.47459	1.33051	0.73054	0.96092	0.02667	<0.0001	0.99
Dieta Vacas	10	1.00499	2.76707	0.72587	0.95148	0.05569	<0.0001	0.97

EE = error estándar.

Cuadro 3. Precio y tiempo requerido para determinar la MS con la estufa de aire forzado, el air Fryer® y el microondas.

Aparato	Precio (\$)	Tamaño de muestra	Tiempo requerido para el análisis
Estufa de aire forzado	Más de 300,000	100 – 700	72 horas
Microondas	1,000 – 4,000	100 – 200	25-35 minutos
Air Fryer®	1,500 – 4,000	100 – 150	25-30 minutos

Conclusiones

No existe diferencia entre el Air Fryer®, la estufa de aire forzado y el microondas en determinar el porcentaje de MS en forrajes y dietas para ganado lechero. Además, la técnica del Air Fryer® utiliza menos tiempo y menos actividades que la estufa de aire forzado y el microondas, respectivamente. Por lo tanto, el Air Fryer® es recomendable para estimar los porcentajes de MS en forrajes y dietas en establos lecheros.

Literatura Citada

- AOAC International. 2000. Oficial Methods of Analysis. 17th ed. AOAC Int. Gaithersburg, MD.
- Donelly, D. M., J. R. R. Dórea, H. Yang, and D. K. combs. 2018. Technical note: comparison of dry matter measurements from handheld near-infrared units with oven drying at 60 °C for 48 hours and other on-farm methods. *J. Dairy Sci.* 101:9971-9977.
- Oetzel, G. R., F. P. Villalba, W. J. Goodger, and K. V. Nordlund. 1993. A comparison on-farm methods for estimating the dry matter content of feed ingredients. *J. Dairy Sci.* 76:293-299.
- Pino, F. H., and A. J. Heinrichs. 2014. Comoprisión of on farm forage dry-matter methods to forced air oven for determining forage dry matter. *Profesional Anim. Sci.* 30:33-36.
- SAS Institute. 1985. SAS User's Guide. Statistics, version 5.0. 5th Ed. SAS Inst., Cary, NC.
- Severson, D. 2018. Quick test for TMR dry matter. University of Delaware Newsletter.
- Twidwell, E. K., J. J. Wagner, and N. J. thiex. 2002. Use of microwave oven to determine moisture content of forages. College of Agriculture & Biological science. South Dakota State University. ExEx 8077.

COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS ENTRE VARIEDADES DE SORGO FORRAJERO EN LA REGIÓN LAGUNERA

Juan E. Jiménez Martínez¹, Juan I. Sánchez Duarte^{2*}, Jorge A. Granados Niño¹, José M. Espino Martínez¹, Esmeralda Ochoa Martínez², Fernando Díaz³

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Durango. C.P. 35111.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna. Matamoros.

³Director del Dairy Knowledge Center. Brookings, SD, USA. *Autor de correspondencia: sanchez.juan@inifap.gob.mx

Introducción

El sorgo es un cultivo que puede utilizarse para producir forraje en zonas áridas y semiáridas. Esto es debido a que este cultivo ha demostrado tener moderada tolerancia a la salinidad del suelo (Saber *et al.*, 2011) y mantener un buen desarrollo vegetativo en condiciones limitadas de agua y altas temperaturas (Peacock, 1982; Jahanzad *et al.*, 2013). De manera general, el sorgo forrajero se caracteriza por ser una planta de porte alto, tener un porcentaje bajo de panoja, presentar un ciclo fisiológico mayor a 100 días, producir alto rendimiento de materia seca (MS) por hectárea y proporcionar una calidad nutritiva de forraje aceptable (Núñez *et al.*, 2011); sin embargo, estas características podrían variar drásticamente de una variedad a otra. Existe un rango amplio de variedades de sorgo disponibles en el mercado para sembrar. Cada una de estas variedades presenta características de rendimiento y calidad nutritiva diferentes, y esto es debido a que fueron formadas genéticamente para diferentes usos en la sociedad. No obstante, la mayor parte de ellas son utilizados para la alimentación animal. Entre estas últimas se clasifican como sorgos de un solo corte y como sorgos multicorte. Los sorgos de un solo corte son de porte alto, con buena productividad, moderada calidad nutritiva y son utilizados para la alimentación animal y la industria. Los sorgos multicorte son las variedades de sorgo sudan y las variedades de sorgo bicolor × sorgo sudan; los cuales son utilizados para pastoreo o para realizar ensilaje destinado para la alimentación de rumiantes (Ferard y Jean-LuucVardier, 2016). Por lo tanto, existe la necesidad de evaluar las diferentes variedades de sorgo que se encuentran en el mercado. El objetivo de este trabajo fue comparar las características productivas de variedades de sorgo forrajero en la Región Lagunera.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el ciclo de producción de primavera del 2020 en el Inifap-Campo Experimental La Laguna de Matamoros, Coahuila, México (25°31'59"N, 103°14'22" W y 1118 metros sobre el nivel del mar). Se evaluó la comparación de 6 variedades de sorgo (Silo Miel®, Silo Master, Agri 7401 [BMR], Gigante Verde y Súper Sorgo SE45) y una de maíz forrajero como control (SB-302) bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La siembra se realizó en suelo húmedo el 17 de abril con una sembradora neumática de precisión de dos surcos (Gaspardo modelo SPLC-4F) utilizando una densidad de siembra de 12 kg ha⁻¹ de semilla de cada variedad. Se sembraron cuatro surcos por tratamiento de 8.0 m de longitud a una distancia de 0.75 m. La siembra se realizó para garantizar una densidad promedio de 140 mil plantas por hectárea. La fertilización consistió en aplicar 300 kg ha⁻¹ de (N 21%, N nítrico 7.5%, N amoniacal 13.5% - P₂O₅ 17%, MgO 0.4%, Zn 0.18%, K₂O 3%, y S 4%) Yara Mila Star® a la siembra y 300 kg ha⁻¹ de Yara Bela Nitromag® (N 27%, CaO 6% y MgO 4%) durante el desarrollo vegetativo del cultivo. Se aplicó un riego de pre-siembra y cuatro riegos de auxilio utilizando riego superficial con agua de noria. El control de maleza se realizó de manera manual. Para control de plagas se realizaron aplicaciones de Clorpirifos etil (Lorsban 480 EM®) a razón de 0.75 L ha⁻¹ para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Adicionalmente, se realizaron aplicaciones para el control de pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) utilizando Imidacloprid + Betacyfluthrin (Muralla Max®) y de Sulfoxaflor (Toretto Isoclast®) a razón de 0.25 ml ha⁻¹ y 100 ml ha⁻¹, respectivamente. La cosecha del cultivo se realizó cuando el grano de sorgo alcanzo la etapa de estado lechoso-masoso. En el maíz la cosecha se realizó cuando el grano alcanzo 1/3 de avance de la línea de leche. Se utilizaron dos surcos centrales como parcela útil, eliminando 1 m de cada extremo para excluir el efecto de orilla. En total se cosecharon seis metros de longitud para cada uno de las variedades (9.12 m²). A la cosecha se midió la altura de 3 plantas considerando la superficie del suelo como la base. El forraje fresco de cada parcela útil se pesó para estimar el rendimiento de forraje verde.

Del total de plantas cosechadas por parcela, se seleccionaron 7 de ellas al azar. Cinco de estas plantas se separaron en tallos, hojas y panoja. Las otras dos plantas restantes se trituraron completas de forma separada. Todas estas muestras fueron secadas a 65 °C hasta peso constante en una estufa de aire forzado (SHEL-LAB FX28-2 27.8 pies cúb. 220 V) para determinar el porcentaje de MS. El rendimiento de MS se determinó multiplicando el rendimiento de forraje en base verde por hectárea por el contenido de MS del forraje de cada una de las muestras mencionadas. El análisis de la información se efectuó con el programa estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC. USA). Los resultados se analizaron por ANOVA utilizando un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Cuando se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), se aplicó la prueba de la diferencia mínima significativa protegida de Fisher para comparar las medias entre tratamientos al mismo nivel de significancia.

Resultados y Discusión

Las características principales de los forrajes evaluado se muestran en el Cuadro 1. La variedad de sorgo Gigante Verde y el maíz SB-302 alcanzaron su madurez fisiológica en menor tiempo que el resto de las otras variedades de sorgo ($P < 0.05$). La mayor altura de los forrajes se presentó en la variedad Súper Sorgo SE45 y la menor en el sorgo Agri 7401 (BMR) y el maíz SB-302. Mientras que el súper sorgo es el resultado de cruza naturales para producir una planta con un muy alto potencial de crecimiento y producción de forraje (García *et al.*, 2016), el sorgo BMR es fenotípicamente de porte bajo para producir forraje de mejor calidad nutritiva (Rao *et al.*, 2012). El maíz SB-302 acumuló mayor porcentaje de MS a la cosecha que las variedades de sorgo, los cuales no sobrepasaron la MS recomendada (28%) para hacer ensilaje (Kaiser *et al.*, 2004). La distribución de la MS en la planta indicó que la variedad de sorgo Agri 7401 (BMR) acumuló mayor porcentaje de hojas y panoja que el resto de las variedades de sorgo y el maíz. Sin embargo, la variedad de Súper Sorgo SE45 acumuló una mayor cantidad de tallos que el resto de las variedades de sorgo y el maíz. Estas proporciones de hojas, tallos y panoja podrían inferir en la composición nutritiva del forraje entre las variedades de sorgo evaluadas en el presente estudio.

Hubo diferencias significativas en los rendimientos de forraje en base fresca y MS entre las variedades de sorgo y el maíz forrajero (Figura 1). La variedad Súper Sorgo SE45 obtuvo los mayores rendimientos de forraje fresco y MS que el resto de las variedades de sorgo y que el maíz forrajero SB-302 ($P < 0.05$). García *et al.* (2016) encontró un mayor rendimiento de forraje fresco en 8 variedades de súper sorgo que en maíz forrajero. Los menores rendimientos de forraje fresco y MS fueron observados en la variedad de sorgo Agri 7401 (BMR), siendo similares a los obtenidos de maíz SB-302. En contraste, Marsalis *et al.* (2010) reportó mayores rendimientos de materia seca en variedades convencionales de sorgo y maíz forrajero que en sorgo BMR; sin embargo, la calidad nutritiva en términos de digestibilidad de la fibra y contenido de energía, fue superior en el sorgo BMR y el maíz que en el sorgo convencional.

Cuadro 1. Características de diferentes variedades de sorgo y maíz forrajero en la región Lagunera.

Variedades	Días a cosecha	Altura (cm)	MS (% de MS)	Hojas (% de MS)	Tallos (% de MS)	Panoja (% de MS)
Silo Miel®	122 ^a	332.50 ^c	26.22 ^b	22.51 ^b	65.20 ^b	12.30 ^b
Silo Master	122 ^a	334.59 ^c	23.54 ^{cd}	23.74 ^b	62.70 ^b	13.57 ^b
Agri 7401 (BMR)	122 ^a	192.92 ^d	25.71 ^{bc}	32.52 ^a	37.54 ^c	29.94 ^a
Gigante Verde	115 ^b	367.08 ^b	23.42 ^d	23.07 ^b	63.11 ^b	13.82 ^b
Súper Sorgo SE45	122 ^a	411.67 ^a	24.71 ^{bcd}	15.65 ^c	72.00 ^a	12.35 ^b
Maíz SB-302	115 ^b	260.17 ^d	35.62 ^a	17.56 ^c	23.84 ^d	–
Promedio	119	316.49	26.54	22.51	54.06	16.40
DMS (≤ 0.05)	0	23.85	2.28	3.52	4.47	4.96

MS = materia seca; DMS = diferencia mínima significativa.

^{abcd}medias dentro de cada columna con diferente literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

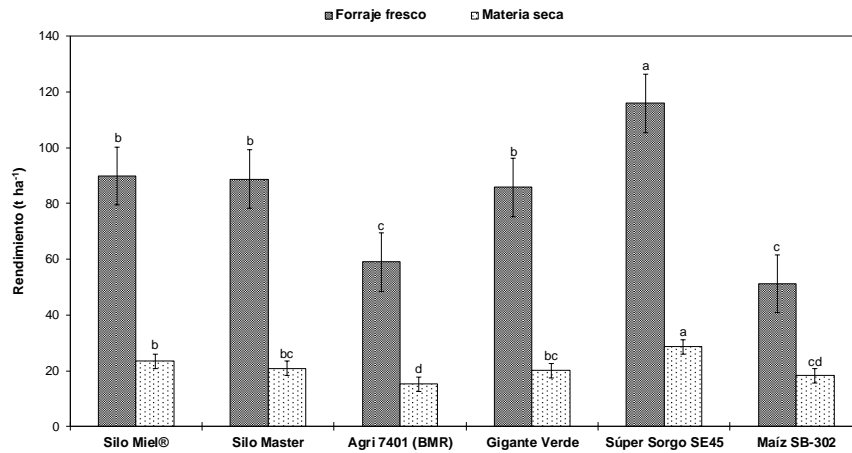


Figura 1. Rendimientos de forraje fresco y materia seca de variedades de sorgo y maíz forrajero en la Región Lagunera.

La mención de cualquier marca comercial o producto con marca registrada en este resumen no constituye una garantía o respaldo por el INIFAP, FAZ-UJED o el Dairy Knowledge Center. Tampoco implica su aprobación con la exclusión de otros productos o marcas registradas que también pueden ser adecuados.

Conclusiones

El estudio demostró que existen diferencias entre variedades de híbridos de sorgo y la de maíz forrajero. La mayor altura de planta y rendimientos de forraje fresco y MS se obtuvieron con la variedad de Súper Sorgo SE45, el cual acumuló mayor proporción de tallos. Los menores rendimientos de forraje fresco y MS fueron presentados por la variedad Agri 7401 (BMR) y el maíz SB-302, pero la variedad de sorgo BMR acumuló mayor porcentaje de hojas y panoja; lo cual podría presentar mayor calidad nutritiva que el resto de las variedades de sorgo. Sin embargo, esto tendrá que demostrarse en análisis futuros.

Literatura Citada

- Ferard, A. and Jean-Luc Verdier. 2016. Forage sorghum – The crop & its uses. ARVALIS. Institut du vegetal. 3, rue Joseph et Marie Hacking 75116 Paris.
- García, B. A., F. J. Ramírez V. y A. Padilla S. 2016. Super sorgo: el sorgo dulce como una alternativa rentable para algunas regiones del trópico mexicano. Folleto Técnico No. 15. ISBN:978-607-37-0711-4. Inifap-Campo Experimental Tecoman.
- Jahanzad, E., M. Jorat, H. Moghadam, A. Sadeghpour, M. R. Chaichi, and M. Dashtaki. 2013. Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. *Agric. Water Managen.* 117:62-69.
- Kaiser, A. G., J. W. Piltz, H. M. Burns, and N. W. Griffiths. 2004. Successful Silage. Dairy Australia and New South Wales Department of Primary Industries. New South Wales, Australia.
- Marsalis, M. A., S. V. Angadi, and F. E. Contreras-Govea. 2010. Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant population and nitrogen rates. *Field Crop Res.* 116:52-57.
- Núñez, G. H., R. Faz C., U. Figueroa V., J. I. Sánchez D., E. Ochoa M. y M. Ramirez D. 2011. Producción de sorgo forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Desplegable para productores. Inifap-Campo Experimental La Laguna. Desplegable para productores No. 8.
- Peacock, J. M. 1982. Response and tolerance of sorghum to temperature stress. Sorghum in the eighties. Proceedings of the International Symposium on Sorghum, Patancheru, India 1982; November 2-7, 1981, 143-159.
- Rao, P. S., S. Deshpande, M. Blummel, B. V. S. Reddy, and T. Hash. 2012. Characterization of brown midrib mutants of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *European J. Plant Sci. Biotechnol.* 6:71-75.
- Saberi, A. R., A. H. Siti, R. A. Halim, and A. R. Zharah. 2011. Morphological responses of forage sorghums to salinity and irrigation frequency. *African J. Biotechnol.* 10:9647-9656.

DESARROLLO NATURAL DE LESIONES RADICULARES EN VARIEDADES DE FRIJOL PINTO

Rodolfo Velásquez-Valle

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Pabellón, Km 32.5 Ctra. Aguascalientes – Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. *Autor de correspondencia: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

Introducción

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa que se cultiva en diferentes partes del mundo, en regiones, ambientes y climas muy diversos. En México es uno de los cultivos de mayor importancia, ya que es parte de la fuente diaria de proteínas para los mexicanos, además es una fuente de ingresos económicos de los productores que cultivan esta especie (Cid *et al.*, 2014b). De acuerdo con Montiel-González *et al.*, (2005), la pudrición de la raíz (PR) del frijol es una enfermedad causada por un complejo de hongos que matan la semilla antes de la germinación, causan la muerte preemergente y postemergente de plántulas, reducen la eficiencia de las raíces para la absorción de agua y nutrientes y disminuyen el rendimiento y calidad de la semilla para siembra y consumo. En el altiplano de México la PR es inducida por los hongos *Rhizoctonia solani* y *Fusarium* spp., *Sclerotium* y *Pythium* (Navarrete *et al.*, 2009; Sánchez-García *et al.*, 2006). Algunas de las variedades de frijol Pinto liberadas por el INIFAP son reportadas como susceptibles a pudriciones de la raíz (Cid *et al.*, 2014a) pero es necesario obtener mayor información acerca de desarrollo de la enfermedad en la primera etapa de crecimiento de las plántulas por lo que el objetivo del trabajo fue comparar el desarrollo inicial de la pudrición de la raíz en plántulas de variedades de frijol pinto.

Materiales y Métodos

Se colectó suelo de una parcela comercial de frijol en San Francisco de los Romo, Aguascalientes con antecedentes del cultivo y de la enfermedad. El suelo se colocó en macetas de plástico que posteriormente se sembraron, separadamente, con las variedades de frijol pinto Centenario, Centauro, Coloso y Raramuri. Para evaluar el desarrollo de la PR se contó el número de plantas con lesiones típicas de la enfermedad (Mena y Velásquez, 2010) en el hipocotilo, se cuantificó el número de lesiones de PR en cada planta y se estimó el porcentaje de superficie de ese órgano cubierta con lesiones de la enfermedad; el procedimiento se realizó a los 6 y 12 días después de la emergencia. El trabajo se repitió en dos ocasiones utilizando el mismo suelo.

Resultados y Discusión

Experimento 1. Incidencia: El número de plantas (%) con lesiones de PR fue mayor a los 12 días después de la emergencia (dde) en todas las variedades de frijol, aunque la variedad Centauro presentó un menor porcentaje de plantas sintomáticas que el resto de las variedades en ambas fechas de muestreo (33.3 y 55.5% respectivamente); por el contrario, en la segunda fecha de muestreo Centenario Coloso y Raramuri alcanzaron valores de incidencia superiores a 93%. Es oportuno mencionar que ninguna de las variedades mostraba síntomas foliares en ambas fechas de muestreo (Figura 1).

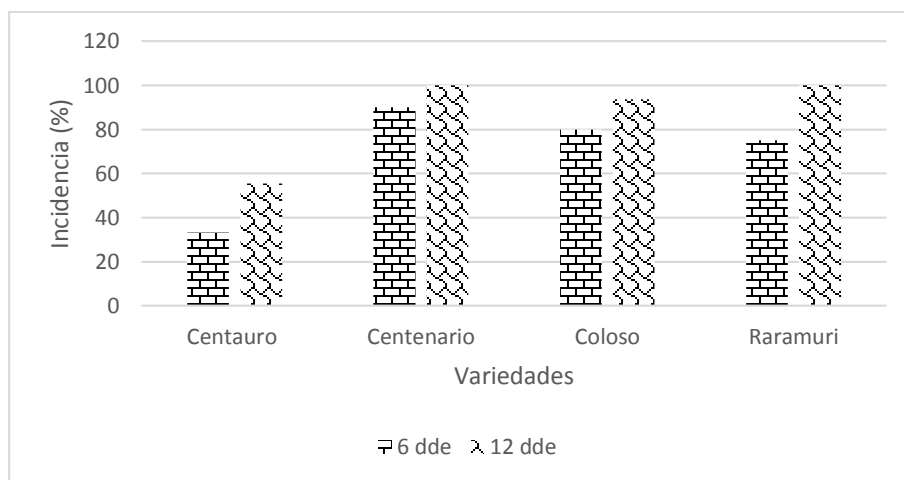


Figura 1. Incidencia de pudrición de la raíz en plantas de las variedades de frijol pinto Centauro, Centenario, Coloso y Raramuri.

Número de lesiones y cobertura: A los seis dde no se encontraron diferencias en el número de lesiones y cobertura de lesiones provocadas por PR en ninguna de las cuatro variedades de frijol; en esta etapa el número de lesiones de la enfermedad osciló entre 6.5 (Raramuri) y 11.7 (Centauro) mientras que el rango de cobertura se encontraba entre 11.2 y 23.7%. A los 12 dde el número de lesiones resultó significativamente menor en las plantas de Centauro mientras que fue similar entre las de Centenario, Coloso y Raramuri. Coincidentemente, la menor superficie dañada correspondió también a las plantas de Centauro, por el contrario, la mayor superficie dañada por PR fue la de Raramuri (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de lesiones y cobertura de pudrición de la raíz en cuatro variedades de frijol pinto a los 6 y 12 días después de la emergencia. Experimento 1.

Variedad	6 dde ¹		12 dde	
	Número de lesiones	Cobertura (%)	Número de lesiones	Cobertura (%)
Centauro	11.7 ns ²	22.0 ns	2.0 a	2.2 c
Centenario	8.7 ns	13.2 ns	8.7 b	22.7 ab
Coloso	10.1 ns	11.2 ns	8.1 b	11.7 b
Raramuri	6.5 ns	23.7 ns	9.2 b	41.9 a

¹ Días después de la emergencia. ² Medias seguidas por la misma letra son estadísticamente similares.

Experimento 2. Incidencia: La incidencia de PR en el segundo experimento no mostró una tendencia consistente entre las cuatro variedades: Centauro y Raramuri tuvieron valores de incidencia menores a los 6 que a los 12 dde. Por su parte, Centenario alcanzó incidencia de 100% en ambas fechas de muestreo y, en contraste, Coloso redujo ligeramente la incidencia de la enfermedad en el segundo muestreo (Figura 2).

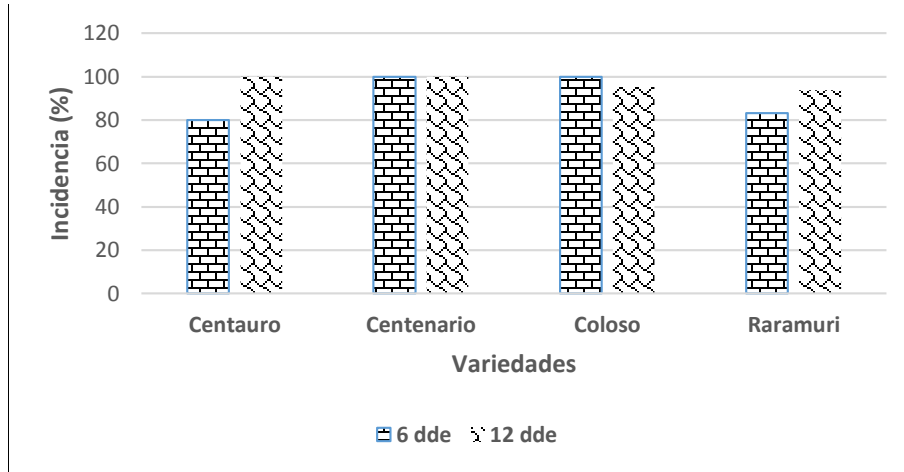


Figura 2. Incidencia de pudrición de la raíz en plantas de las variedades de frijol pinto Centauro, Centenario, Coloso y Raramuri.

Número de lesiones y cobertura: El número de lesiones de PR, tanto a los 6 como 12 dde, fue estadísticamente similar entre las cuatro variedades de frijol. La superficie cubierta por lesiones de la enfermedad a los seis dde fue estadísticamente superior en la variedad Centenario pero similar entre las variedades Centauro, Coloso y Raramuri; a los 12 dde no se detectaron diferencias significativas en la cantidad de superficie enferma que mostraban las cuatro variedades (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de lesiones y cobertura de pudrición de la raíz en cuatro variedades de frijol pinto a los 6 y 12 días después de la emergencia. Experimento 2.

Variedad	6 dde ¹		12 dde	
	Número de lesiones	Cobertura (%)	Número de lesiones	Cobertura (%)
Centauro	7.6 ns ²	9.8 b	10.6 ns	10.7 ns
Centenario	7.4 ns	28.4 a	9.7 ns	12.3 ns
Coloso	6.4 ns	11.4 b	8.1 ns	18.0 ns
Raramuri	7.4 ns	13.4 b	7.0 ns	7.7 ns

¹Días después de la emergencia. ²Medias seguidas por la misma letra son estadísticamente similares.

La incidencia de plantas con al menos una lesión de PR alcanzó el 100% en las cuatro variedades en por lo menos una de las evaluaciones en ambos experimentos; la incidencia de la enfermedad obtenida por las plantas de la variedad Centauro en ambas lecturas del primer experimento (33.3 y 55.5%) fue excepcionalmente baja ya que en el segundo experimento se elevaron considerablemente (80.0 y 100.0%). La incidencia de PR en las otras tres variedades fluctuó entre 75 y 100% en ambos experimentos y fechas de muestreo.

Los resultados basados en el conteo de lesiones individuales de PR pueden originar dudas, especialmente a medida que se incrementa la edad de la plántula, debido a que las lesiones viejas tienden a coalescer y, consecuentemente a ser contadas como una sola lesión, subestimando así la susceptibilidad de un genotipo. En el primer experimento no se observó una tendencia consistente en el número de lesiones presentes en ambas fechas de muestreo mientras que en el segundo experimento el promedio de lesiones en el segundo muestreo (12 dde) aumentó en Centauro, Centenario y Coloso, pero disminuyó en Raramuri, evidenciando que por lo menos en número de lesiones la respuesta de los cuatro genotipos fue poco consistente.

La severidad de la enfermedad expresada como cobertura (%) del hipocotilo mostró una tendencia consistente a elevarse hacia el muestreo realizado a los 12 dde, con la excepción de Centauro en el primer experimento que redujo la cobertura de PR en el segundo muestreo. La consistencia de esta variable debe ser investigada con mayor detalle, pero luce promisorio para discriminar entre genotipos tolerantes y susceptibles a PR.

Conclusiones

Todas las variedades evaluadas desarrollaron lesiones de pudriciones de la raíz, en diferentes proporciones a los seis días después de la emergencia.

En general, la incidencia de pudriciones de la raíz en plantas de las variedades de frijol pinto Centauro, Centenario, Coloso y Raramuri fue mayor a 75% en los primeros 12 días después de la emergencia.

El número de lesiones de esta enfermedad mostró comportamiento poco uniforme en ambos experimentos mientras que la tendencia de la cobertura de la enfermedad fue más consistente al incrementarse a los 12 días después de la emergencia.

Literatura Citada

- Cid RJA, Reveles HM, Herrera MD y Acosta GJA. 2014a. Nuevas variedades de frijol para el estado de Zacatecas. Folleto Técnico No. 57. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. 35 p.
- Cid RJA, Reveles HM y Velásquez VR. 2014b. Selección y almacenamiento de semilla de frijol. Folleto Técnico No. 64. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera, Zacatecas, México. 17 p.
- Mena CJ y Velásquez VR. 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. Folleto Técnico No. 24. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. 83 p.
- Montiel-González L, González-Flores F, Sánchez-García BM, Guzmán-Rivera S, Gámez-Vázquez FP, Acosta-Gallegos JA, Rodríguez-Guerra R, Simpson-Williamson J, Cabral-Enciso M y Mendoza-Elos M. 2005. Especies de *Fusarium* presentes en raíces de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con daños de pudrición, en cinco estados del centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología 23:1-10.
- Navarrete MR, Trejo AE, Navarrete MJ, Prudencio SJM y Acosta GJA. 2009. Reacción de genotipos de frijol a *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* bajo condiciones de campo e invernadero. Agricultura Técnica en México 35:459-470.
- Sánchez-García BM, González-Flores F, Pons-Hernández JL, Acosta-Gallegos JA, Cabral-Enciso M, Fraire-Velázquez S, Simpson J y Rodríguez-Guerra R. 2006. *Fusarium lateritium*: nuevo patógeno de la raíz del frijol en México. Agricultura Técnica en México 32:251-257.

CONTROL DE VIVIPARIDAD DEL NOGAL PECANERO [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch.] MEDIANTE APLICACIONES FOLIARES DE ACIDO ABCISICO EN EL NORTE DE MÉXICO

Raymundo Trujillo-Dominguez¹, Jesús Guadalupe Arreola-Avila¹, Ricardo Trejo- Calzada¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Km. 40 Ctra. Gómez Palacio – Cd. Juárez, Chihuahua. Bermejillo, Durango, México C.P. 35230. *Autor de correspondencia: ray.trujillo.dmz@gmail.com

Introducción

El nogal pecanero en el norte de México es uno de los árboles productores de nuez más rentables de México (Urrea y Urzúa, 2016). Los principales estados productores de nuez en el norte de México son: Chihuahua, Sonora, Coahuila, Durango y Nuevo Leon. En la Comarca Lagunera, este cultivo tuvo un valor de producción de 698,507 miles de pesos resultado de 10,550 t recolectadas en 11,627 ha (SIAP, 2019). Estas regiones se caracterizan por presentar veranos y otoños calurosos, que asociados a condiciones de elevada humedad, durante el periodo de desarrollo del embrión propician problemas fisiológicos, como la viviparidad, que afectan el rendimiento y la calidad del fruto (Arreola, 2015; Vieira, et. al. 2015). Debido a este riesgo, es necesario plantear estrategias que disminuyan el problema ocasionado por dicho fenómeno. Estudios realizados en el estado de Sonora y Coahuila, han generado información acerca del comportamiento del ácido abscísico (ABA); como promotor de la dormancia en las semillas, favoreciendo la latencia de estas, inhibiendo la germinación en las fases de desarrollo del fruto (Martínez, et. al. 2014). El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción y calidad de la nuez bajo tres diferentes dosis de aplicación de ABA en las dos variedades existentes en el predio (cv. Western y Wichita), durante dos ciclos de producción.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo durante el periodo septiembre - octubre de los años 2019 y 2020, en una plantación de nogal pecanero cv. Wichita y Western con 36 años de edad, en la propiedad de Tierra Blanca, ubicada en el municipio de Viesca, en el estado de Coahuila (25° 20' 28" N; 102° 10' 48" O, 1100 MSNM). El sistema de plantación es a marco de 10 x 10 m, teniendo un total de 100 árboles con una producción promedio de 1.5 toneladas por hectárea. El trabajo se llevó a cabo de la misma manera para las dos variedades existentes en el predio (Western y Wichita). Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar, con un factor de estudio que será la aplicación de un regulador de crecimiento vegetal con ABA al 20%, de manera foliar a diferentes dosis (100, 200 y 300 ppm), comparándose con el testigo, teniendo cinco repeticiones para cada dosis. Un árbol se considera como unidad experimental. Los árboles se seleccionaron con características similares de circunferencia del tronco con 65 cm a 1 metro sobre el nivel del suelo, altura de 8 metros y diámetro de copa de 5 m². La aplicación se realizó con una aspersora de turbina bañando completamente el árbol hasta escurrimiento. Esta se llevó a cabo el día 02 de septiembre del 2019 y 2020, fecha en la que se está completando el llenado del fruto. La cosecha se realizó los días 14 y 15 de octubre de cada año correspondiente. Las variables evaluadas fueron producción de nuez por árbol (kg), % nueces con ruezno suelto, % nueces con ruezno pegado, % nuez comercial y % nueces germinadas a través de conteos directos al momento de la cosecha. Los datos se sometieron a un análisis de varianza de un solo factor para determinar significancia en los tratamientos y la prueba de Tukey (p<0.05) para la comparación de medias de los tratamientos. El programa estadístico que se uso fue Minitab Versión 18.1.

Resultados y Discusión

En la Figura 1, se puede observar el promedio de la producción que se obtuvieron tras la aplicación de ABA al 20 % a diferentes dosis en variedad Western y Wichita respectivamente.

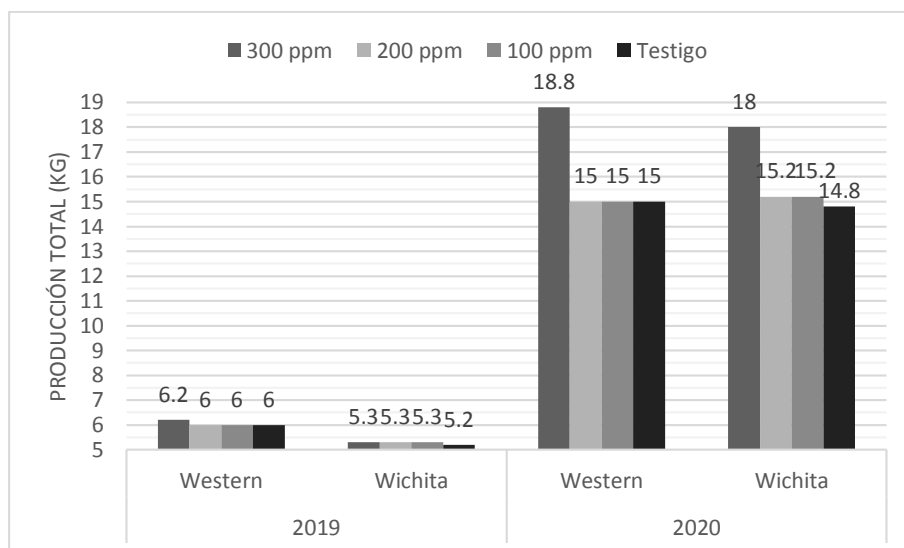


Figura 1. Producción promedio de nuez en variedad Western y Wichita, bajo tres dosis de ABA comparadas contra testigo, año 2019 y 2020.

Para el año 2019, el rendimiento total no muestra diferencias significativas entre tratamientos. Estos variaron entre 0.2 a 12 kg por árbol (aproximadamente 0.8 ton ha⁻¹), lo cual es un valor por debajo del promedio en la Laguna; ya que el promedio es de 1 a 2 ton ha⁻¹. Esta situación puede deberse al fenómeno conocido como alternancia o “vecería”, el cual es una tendencia natural a producir cosechas altas y bajas en años sucesivos (producción irregular). Esto concuerda con los resultados de producción del año 2020, ya que estos variaron desde 7 hasta 31 kg por árbol (más de 2 ton ha⁻¹ aproximadamente), mostrando diferencias en la producción promedio de la dosis 300 ppm.

En cuanto a la calidad de la nuez, los resultados de este estudio, para ambos ciclos productivos, indicaron que el efecto de las 3 dosis estimuló la dormancia del fruto posiblemente vía estimulación de dehídrinas. Sin embargo, la dosis de 300 ppm fue la que mayor redujo la germinación entre un 44 y un 82% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de nuez germinada, pegada al ruezno, verde y comercial bajo tres dosis de ABA comparadas contra testigo para dos variedades de nogal. Ciclo de producción 2019 y 2020. Ejido El Manantial. Matamoros, Coahuila.

Dosis ABA 20% (ppm)	Nuez germinada (%)		Ruezno pegado (%)		Nuez verde (%)		Nuez comercial (%)	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Var. Western								
Testigo	2.2a ^z	13.3b	5.1a	3.7a	14.6a	12.9b	78.0a	70.1b
100	2.2a	9.8ab	4.8a	2.7ab	13.7a	12.6b	79.3a	74.8b
200	1.9a	4.3a	3.5a	1.5a	8.6a	9.0ab	86.1a	85.2ab
300	1.5a	3.2a	2.0a	1.3a	8.4a	4.6a	88.1a	90.9a
DMS ^y ₀₅	NS	0.04	NS	0.03	NS	0.03	NS	0.05
CV %	2.1	1.2	1.3	1.5	1.7	1.4	11.3	6.2
Var. Wichita								
Testigo	2.6a	12.9b	14.2b	1.3a	19.2b	10.4a	64.0b	75.4b
100	1.6a	5.7a	7.4a	0.8a	11.4ab	7.8a	79.6ab	85.7ab
200	1.6a	5.2a	4.7a	0.8a	7.4a	5.9a	86.3a	88.0ab
300	1.3a	1.6a	2.3a	0.8a	5.5a	2.8a	91.0a	94.8a
DMS ^y ₀₅	NS	0.03	0.03	NS	0.02	NS	0.01	0.01
CV %	1.2	1.2	1.3	1.6	1.4	1.3	5.9	8.4

^z Prueba de Tukey (P < 0.05). Medias con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales. ^yDMS₀₅= Diferencia Mínima Significativa P=0.05, NS= Diferencias NO significativas, CV= Coeficiente de Variación.

Es importante señalar que la mejor producción para las dos variedades se da en las mayores dosis, por lo tanto, se puede deducir que la aplicación de ABA da posibles ventajas en la calidad del fruto ya que el % de ruezno pegado y nuez verde disminuye en las aplicaciones al fruto, y por lo tanto el % de nuez comercial aumenta.

Conclusiones

La aplicación de ABA al fin del llenado del fruto disminuye el porcentaje de nuez germinada para ambas variedades. Durante los dos años de estudio, la dosis de 300 ppm, para las dos variedades, indujo el menor porcentaje de nuez germinada, ruezno pegado y nuez verde.

Estos resultados preliminares nos confirman el papel del ABA en la inducción del letargo de las nueces germinadas. Sin embargo, es necesario realizar investigaciones encaminadas a conocer los niveles de ABA al momento de la cosecha para comprobar si la aplicación de esta fitohormona resulta efectiva en la disminución de este problema y consolidar la validación de este proyecto.

Literatura Citada

- Arreola, A. J. G. 2015. Aceleración de la madurez mediante el uso de productos químicos. XII. Simposio Internacional de Nogal Pecanero. Hermosillo, Son. Memorias.
- Martínez, T. M. A., Vargas, A. I., Aispuro, H. E., Corrales, M. C., Soto, C. F., Vallejo, C. S., León, G. V. y Núñez, M. H. 2014. Alternativas para el control de la germinación (viviparidad) en la nuez, en la región costera del estado. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Hermosillo, Sonora.
- SIAP. 2019. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). Recuperado el 14 de octubre de 2020, de: <https://www.gob.mx/siap/prensa/sistema-de-informacion-agroalimentaria-de-consulta-siacon>
- Urrea, L. R. y Urzúa, E. E. 2016. Retos y oportunidades en la producción de nuez pecanera en México. Cap. 1. pp. 1-53. En Reyes V., N. C. y Urrea L., R. 2016. Retos y Oportunidades para el aprovechamiento de la Nuez pecanera en México. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ). Guadalajara, Jalisco.
- Vieira, F. A., Chávez, S. N., Núñez, M. J. H., Valdez, G. B., Pérez, L. A., Velarde, F. I., Tarango, R. S. y Cuéllar, V. E. 2015. Avances en estudio fenológico sobre efecto del cambio climático en nogal pecanero. Memoria Científica No. 6. XVI Simposio Internacional de Nogal Pecanero. Hermosillo, Sonora.

EL FOTOPERIODO PRENATAL DE DÍAS LARGOS ARTIFICIALES NO INCREMENTA EL PESO AL NACIMIENTO DE LOS CABRITOS NACIDOS EN EL OTOÑO

Manuel de Jesús Flores-Nájera^{1*}, Leonardo Iván Vélez-Monroy¹, Ricardo Avilés-Ruiz², Horacio Hernández-Hernández³, Cesar Augusto Rosales-Nieto⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdés 1200 Pte. CP 27440. Matamoros, Coahuila, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Las Huastecas, Altamira, Tamaulipas, México. C.P. 89610. ³Centro de Investigación en Reproducción Caprina, Posgrado en Ciencias Agrarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, C.P. 27054, Torreón, Coahuila, México. ⁴Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma de San Luis. Ejido Palma de la Cruz S/N, 78431 Soledad de Graciano Sánchez. C.P. 78321, San Luis Potosí, México.

*Autor de correspondencia: mlflores_najera@hotmail.com

Introducción

En ovejas y cabras, está bien documentado que el peso al nacimiento de la progenie es un factor determinante para el crecimiento posnatal y sobrevivencia de la especie (Gardner *et al.*, 2007). Estudios desarrollados en corderos y cabritos indican que el bajo peso al nacimiento está asociado principalmente a un incremento en la mortalidad durante las primeras horas de vida (Bajhau y Kennedy, 1990). Existen diversos factores que pueden modificar esta variable, entre los que destacan, la nutrición maternal (Symonds *et al.*, 2010), tamaño de camada (Gardner *et al.*, 2007), desarrollo placentario (Jenkinson *et al.*, 1995) y la raza (Mellado *et al.*, 2011). No obstante, en estas especies, ciclo de luz-oscuridad (fotoperiodo) que los animales perciben diariamente puede estar implicado en la variación del peso al nacimiento. En efecto, bajo condiciones de fotoperiodo natural, el peso al nacimiento de los corderos nacidos durante los días crecientes de primavera fue mayor al peso de corderos nacidos durante los días decrecientes de otoño e invierno (Reid *et al.*, 1988). Similarmente, en condiciones de fotoperiodo artificial, el peso de los corderos nacidos de madres expuestas a días largos fue mayor al de los corderos nacidos de madres mantenidas bajo fotoperiodo de días cortos (Bocquier *et al.*, 1985). En el subtropico mexicano, el principal sistema-producto, es la producción de leche y la crianza de cabritos. Generalmente, los cabritos son mantenidos con sus madres desde el nacimiento hasta el primer mes de edad. Después de ese tiempo, los cabritos son vendidos y las hembras continúan ordeñándose una vez al día. En esta región, previamente se demostró que los cabritos alimentados exclusivamente de leche y expuestos a un fotoperiodo artificial ganaron más peso que los cabritos mantenidos bajo un fotoperiodo natural, independientemente si ellos fueron o no amamantados por sus madres (Flores *et al.*, 2018). Sin embargo, en este estudio, la respuesta de los cabritos al tratamiento fotoperiodico fue observada hasta los 27 días de edad. Por lo tanto, para lograr una mayor tasa de crecimiento, es necesario avanzar el tratamiento de luz antes del nacimiento. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar si los días largos artificiales prenatales incrementan el peso al nacimiento de los cabritos nacidos durante los días decrecientes de otoño.

Materiales y Métodos

Ubicación del estudio: El estudio se realizó en la Región Lagunera de Coahuila, México (Latitud, 26 ° 23 ' N; Longitud, 104 ° 47 ' W). El experimento se llevó a cabo del 20 de agosto al 25 de septiembre de 2018. La fecha promedio de parto (\pm SEM) para todas las cabras fue el 21 de septiembre \pm 2.4 días.

Diseño experimental: Treinta días antes de la fecha promedio esperada del parto, las cabras fueron asignadas a 2 tratamientos experimentales considerando para ello, su peso corporal inicial (54.6 ± 1.0 kg) y su condición corporal (2.0 ± 0.1 puntos). Un grupo de cabras se mantuvo bajo fotoperiodo natural (DN; n = 20), mientras otro grupo fue expuesto a un fotoperiodo artificial de día largo (DL, n = 40; 16 luz: 8 h oscuridad).

Alimentación: Todas las cabras fueron alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo. Diariamente, las hembras salían a pastorear entre las 10.00 y las 18.00 horas. Por la noche, fueron alojados en corrales abiertos, donde tenían libre acceso a agua y sales minerales.

La flora disponible en las áreas de pastoreo consistió principalmente de arbustos (*Parthenium incanum*, *Agave lechuguilla*, *Buddleja scordioides* y *Atriplex canescens*), las cuales constituyeron un 80% de la dieta de las cabras a través del año; plantas herbáceas que constituyeron un 12% y pastos (*Bouteloua karwinskii*) que representaron un 10% de la dieta, excepto durante el periodo seco en octubre (Mellado *et al.*, 1991).

Tratamiento fotoperiódico: En el grupo de hembras tratadas con días largos artificiales, los corrales fueron equipados con lámparas de tipo luz diurna que emitían una intensidad mínima de 400 lx a nivel de los ojos de los animales. Las luces se encendieron de 06h00 a 09h00 y de 17h00 a 22h00 para alargar la duración del día natural y obtener un total de 16 h de luz / d. Para ello se utilizó un temporizador (TEMP-08E, Steren, Cd, de México, México). En el grupo de hembras mantenidas bajo fotoperiodo natural, el tiempo promedio para la salida del sol fue de 0738 h y el tiempo promedio para la puesta del sol fue de 1951 h, resultando en una duración promedio del día de 12 h, 13 min.

Mediciones: Peso al nacimiento, género y tipo de parto. El peso al nacimiento fue registrado antes del primer amamantamiento del cabrito. Para ello, se utilizó una báscula móvil con capacidad de 40 kg y una precisión de 50 g. Además, el género de la cría y el tipo de parto fue registrado.

Análisis estadístico: Los datos de peso al nacimiento fueron analizados usando el procedimiento de Modelos Mixtos ajustado por el método de estimación (RML) de SYSTAT 12, Chicago, IL. El modelo incluyó los efectos fijos de tratamiento fotoperiódico con dos niveles: días naturales o días artificiales, siendo el cabrito el término de error dentro del tratamiento. Género de la cría con dos niveles: macho o hembra y tipo de parto con dos niveles: sencillo o doble y sus interacciones. El cabrito fue considerado como efecto aleatorio. La comparación entre tratamientos fue realizada mediante la prueba de Tukey. Los datos son presentados en promedio (\pm EEM).

Resultados y discusión

Independientemente del género o tipo de parto, el peso promedio de los cabritos al nacimiento no difirió entre tratamientos ($P>0.05$; Figura 1). Sin embargo, hubo un efecto del género de las crías sobre el peso ($P>0.05$). Los machos mostraron mayor peso (3.6 ± 0.1 kg), que las hembras (3.3 ± 0.1 kg). Ninguna interacción fue encontrada entre el tratamiento fotoperiódico y el género sobre el peso al nacimiento ($P>0.05$). En los machos, el peso promedio (3.5 ± 0.1 kg) del grupo DN, fue similar al del grupo DL (3.7 ± 0.2 kg). Con respecto a las hembras, el peso promedio del grupo DN (3.4 ± 0.1 kg), fue similar al del grupo DL (3.2 ± 0.1 kg). Además, las crías de parto sencillo, tuvieron mayor peso (3.6 ± 0.1 kg), que las de parto doble (3.3 ± 0.1 kg; $P<0.05$). Ninguna interacción fue encontrada entre el tratamiento fotoperiódico y el tipo de parto ($P>0.05$). Así, en las crías de parto sencillo, el peso promedio (3.5 ± 0.2 kg) del grupo DN fue similar al del grupo DL (3.8 ± 0.1 kg). En las crías de parto doble, el peso promedio (3.4 ± 0.1 kg) del grupo DN no difirió del grupo DL (3.2 ± 0.1 kg).

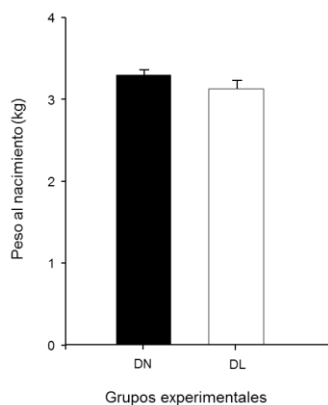


Figura 1. Peso corporal promedio (\pm EEM) de los cabritos mantenidos en un fotoperiodo prenatal de días naturales (DN; n=40) o días largos artificiales (DL, n=20; 16 h luz: 8 h oscuridad).

Los resultados del presente estudio demuestran que, el fotoperiodo prenatal de días largos artificiales no incrementó el peso al nacimiento de los cabritos nacidos en el otoño. En efecto, el peso al nacimiento de los cabritos provenientes de madres expuestas a días largos antes del parto fue similar al peso de los cabritos de madres mantenidas bajo un fotoperiodo natural. Aunque no hubo un efecto del fotoperiodo prenatal sobre el peso al nacimiento de los cabritos, estos resultados demuestran por primera vez la influencia del fotoperiodo de días largos artificiales en cabras gestantes con la finalidad de incrementar el peso al nacimiento de sus crías. Previamente, estos tratamientos de luz artificial habían sido utilizados en ovejas y cabras gestantes con la finalidad de adelantar el inicio de la pubertad de sus crías (Deveson *et al.*, 1992; Herbosa *et al.*, 1994). Sin embargo, al igual que en ovejas, en las cabras, es probable que la información fotoperiódica recibida por la madre durante la gestación es transmitida al feto vía transferencia placentar de la hormona melatonina (Yellon y Longo, 1987). De hecho, el cordero fetal, por ejemplo, recibe y responde a la información de la longitud del día en el útero y comienza a desarrollar una historia fotoperiódica antes del nacimiento (Ebling *et al.*, 1989). Las corderas por ejemplo que experimentan un incremento o constante días largos prenatales y después del nacimiento un decremento gradual de la longitud del día, estas alcanzan la pubertad más rápido que las expuestas al mismo tratamiento, pero iniciando después del nacimiento (Herbosa *et al.*, 1994). Sin embargo, al igual que en nuestro estudio, en este trabajo, los días largos artificiales prenatales no tuvieron un efecto el crecimiento de los corderos. Similares resultados han sido reportados en renos, en el cual el fotoperiodo prenatal no modificó el peso al nacimiento de las crías, cuyas madres fueron expuestas por las últimas 14 semanas de gestación a días largos o cortos (Adam *et al.*, 1994). Los resultados del presente estudio, sugieren, que otros factores pueden estar involucrados en el peso al nacimiento de los cabritos, tal como la estación de nacimiento (Reid *et al.*, 1988), nutrición maternal (Symonds *et al.*, 2007), tamaño de camada (Gardner *et al.*, 2007), desarrollo de la placenta (Jenkinson *et al.*, 1995) y raza (Mellado *et al.*, 2011). Los resultados del presente estudio indican que el fotoperiodo prenatal de días largos artificiales no incrementó el peso al nacimiento de los cabritos nacidos en el otoño.

Literatura Citada

- Adam, C.L., Kyle, C.E., Young, P. 1994. Influence of prenatal photoperiod on postnatal reproductive development in male red deer (*Cervus elaphus*). *Journal of Reproduction and Fertility*. 100: 607-611.
- Bajhu, H.S., Kennedy, J.P. 1990. Influence of pre- and postpartum nutrition on growth of goat kids. *Small Ruminant Research*. 3: 227-236.
- Bocquier, F. 1985. Influence de la photoperiode et de la temperature sur certains equilibres hormonaux et sur les performances zootechniques de la brebis en gestation et en lactation. PhD thesis, Institut National Agricole Paris-Grignon, France.
- Deveson, S., Forsyth, I.A., Arendt, J. 1992. Retardation of pubertal development by prenatal long days in goat kids born in autumn. *Journal of Reproduction and Fertility*. 95: 629-637.
- Ebling, F.J.P., Wood, R.I., Sutte, J.M., Adel, T.E., Foster, D.L. 1989. Prenatal photoperiod influences neonatal prolactin secretion in the sheep. *Endocrinology*. 125:384-391.
- Flores, M.J., Flores, J.A., Duarte, J.A., Vielma, J., Delgadillo, J.A., Hernández, H. 2018. Artificial long-day photoperiod in the subtropics increases body weight in goat kids born in the autumn. *Small Ruminant Research*. 169: 181-185.
- Gardner, D.S., Buttery, P.J., Daniel, Z., Symonds, M.E. 2007. Factors affecting birth weight in sheep: maternal environment. *Reproduction*. 133: 297-307.
- Herbosa, C.G., Wood, R.I., Helen Janson., Foster, D. 1994. Prenatal photoperiod and timing of puberty in the female lamb. *Biology of Reproduction*. 50:1367-1376.
- Jenkinson, C.M.C., Peterson, S.W., Mackenzie, D.D.S., McDonald M.F., McCutcheon, S.N. 1995. Seasonal effects on birth weight in sheep are associated with changes in placental development. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 38: 337-345.
- Mellado, M., Meza-Herrera, C.A., Arévalo, J.R., De Santiago-Miramontes, M.A., Rodríguez, A., Luna-Orozco, J.R., Veliz-Deras, F.G., 2011. Relationships between litter birthweight and litter size in five goat genotypes. *Animal Production Science*. 51: 144-149.
- Symonds, M.E., Seibert, S.P., Budge, H. 2010. Nutritional regulation of fetal growth and implications for productive life in ruminants. *Animal*. 4:7. 1075-1083.
- Reid, T. C., Sumner, R. M. W., Wilson, L. D. 1988. Performance parameters in an autumn-lambing ewe flock. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 48: 91-94.
- Yellon, S.M., Longo, L. 1987. Melatonin rhythms in fetal and maternal circulation during pregnancy in sheep. *American Physiological Society*. E799-E802.

EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LAS HEMBRAS CAPRINAS MODIFICA LA TASA DE CRECIMIENTO DE LOS CABRITOS

Manuel de Jesús Flores-Nájera^{1*}, Ricardo Avilés-Ruiz², Leonardo Iván Vélez-Monroy¹,
Cesar Augusto Rosales-Nieto³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez 1200 Pte. CP 27440. Matamoros, Coahuila, México. ²Campo Experimental Las Huastecas, CIRNE-INIFAP. Altamira, Tamaulipas, México. C.P. 89610. ³Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Autónoma de San Luis. Ejido Palma de la Cruz S/N, 78431 Soledad de Graciano Sánchez. 78321 San Luis Potosí, México. *Autor de correspondencia: mflores_najera@hotmail.com

Introducción

La tasa de crecimiento de cabritos está determinada por diferentes factores, entre los que se encuentran: la raza, estación de nacimiento, género, tamaño de camada, y producción de leche de la madre (Bharathidhasan *et al.*, 2009; Mellado *et al.*, 2011). No obstante, después del nacimiento, la tasa de crecimiento de los cabritos depende básicamente de la producción de leche de la madre, y la cantidad que esta produzca, depende del sistema de alimentación, ya sea bajo condiciones de pastoreo extensivo o bajo condiciones de estabulación (Norris *et al.*, 2011). En México, más del 90% de los rebaños caprinos son alimentados bajo condiciones de pastoreo extensivo (Arechiga *et al.*, 2008). La dieta de las cabras en estos sistemas de alimentación, se basa principalmente de la vegetación nativa del agostadero, y de los esquilmos de cultivos agrícolas. Sin embargo, la disponibilidad de los recursos alimenticios, suele ser estacional. En el agostadero, por ejemplo, la calidad de la dieta es alta durante la estación de primavera-verano y baja durante la estación de otoño-invierno (Echavarría *et al.*, 2006). Así, esta variación anual de la disponibilidad de forraje en el agostadero, puede afectar considerablemente la eficiencia productiva de los animales, particularmente la producción de leche de las hembras. En el altiplano Zacatecano el principal sistema productivo es la producción de macho cabrío joven destinado para la birria, los machos son castrados a los 30 días de edad y permanecen con sus madres hasta que son vendidos entre los 6 y 12 meses de edad (Flores *et al.*, 2005). En esta región, previamente se reportó que la producción de leche de las cabras es más alta en las hembras estabuladas, que en las alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (Flores *et al.*, 2015). No obstante, en ese estudio, no se determinó el impacto del sistema de alimentación sobre el crecimiento de las crías. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del sistema de alimentación de las hembras caprinas sobre la tasa de crecimiento de los cabritos.

Materiales y Métodos

Ubicación del área de estudio: El presente trabajo de investigación fue llevado a cabo en la comunidad Casa de Cerros, Pánuco, Zacatecas localizada a 22° 54' Latitud Norte y 102° 33' Longitud Oeste, y una altitud media de 2,285 msnm. La precipitación promedio anual en la región es de 400 mm. La vegetación dominante es un "pastizal nativo-matorral espinoso-nopalera" (Echavarría *et al.*, 2006).

Animales, manejo y tratamientos: Para este estudio se utilizaron 31 cabritos criollos distribuidos en dos grupos experimentales. El primer grupo de cabritos (Grupo Extensivo; n=17), provino de un grupo de hembras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo. En este grupo la fecha de nacimiento promedio fue el 24 de octubre y el peso al nacimiento fue 3.5 ± 0.1 kg. El segundo grupo de cabritos (Grupo Intensivo; n=14), se obtuvo de un grupo de cabras mantenidas en condiciones de estabulación. La fecha de nacimiento promedio fue el 24 de octubre y el peso al nacimiento fue 3.7 ± 0.1 kg.

Alimentación de las hembras: La alimentación de las hembras en el sistema extensivo consistió exclusivamente de la vegetación nativa del agostadero. Diariamente, las hembras salían al pastoreo de 9 de la mañana a las 6 de la tarde. Por la noche, las hembras eran encerradas en su respectivo corral, en donde se le suministraba agua y sales minerales a libre acceso.

La flora disponible en las áreas de pastoreo consistió principalmente de arbustos (*Parthenium incanum*, *Agave lechuguilla*, *Buddleja scordioides* y *Atriplex canescens*), las cuales constituyeron un 80% de la dieta de las cabras a través del año; plantas herbáceas que constituyeron un 12% y pastos (*Bouteloua karwinskii*) que representaron un 10% de la dieta, excepto durante el periodo seco en octubre (Mellado *et al.*, 1991). En el sistema de alimentación estabulado, las hembras fueron alimentadas a base de alfalfa (14% P.C y 2.3 Mcal de EM/kg de MS) y 400 g de concentrado comercial (8.7 % PC 3.0 Mcal de EM/kg de MS). El consumo de materia seca fue calculado cada semana tomando en cuenta los requerimientos nutricionales para hembras lactantes (NRC, 1984).

Alimentación de cabritos: El periodo de amamantamiento fue proporcionado de manera similar en ambos grupos de cabritos (Extensivo e Intensivo). En el grupo Extensivo, diariamente los cabritos permanecían con sus madres desde las 6 de la tarde del día anterior a las 9 de la mañana del día siguiente. Al salir las hembras al pastoreo, los cabritos eran separados en un corral a una distancia de 20 m. El mismo manejo fue proporcionado a los cabritos del grupo intensivo, a la misma hora los cabritos eran separados de sus madres y encerrados en un corral a una distancia de 20 m.

Mediciones

Tasa de crecimiento. En el presente estudio, la ganancia diaria promedio fue considerada como la tasa de crecimiento. Así, usando la ganancia diaria individual de los cabritos de cada grupo, la tasa de crecimiento fue calculada como sigue: $\text{Ganancia diaria} = (\text{Peso final} - \text{peso al nacimiento}) / \text{días de estudio (70 días)}$.

Peso Corporal: El peso corporal de los cabritos fue determinado cada 14 días desde el nacimiento hasta los 70 días de edad. Para ello, se utilizó una báscula móvil con capacidad de 100 kg y una precisión de 50 g.

Análisis estadístico: Para determinar el efecto del sistema de alimentación sobre la tasa de crecimiento, esta variable fue analizada mediante un análisis de varianza a una vía (ANOVA). Para probar los efectos del sistema de alimentación y el tiempo sobre el peso corporal, estas variables fueron analizadas mediante un ANOVA a dos vías con medidas repetidas. Los datos fueron presentados como promedio \pm EEM, y los resultados fueron considerados como significativos cuando la $P < 0.05$. Todos los análisis estadísticos fueron desarrollados usando el software SYSTAT 12 (Systat Software, San Jose, CA).

Resultados y Discusión

Tasa de crecimiento: La tasa de crecimiento promedio fue mayor en los cabritos provenientes de cabras alimentadas bajo sistema estabulado, que en los cabritos de hembras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (Figura 1; $P < 0.01$). Similarmente, el peso corporal promedio fue mayor en los cabritos provenientes de hembras caprinas alimentadas bajo sistema estabulado, que el peso de cabritos de hembras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (Figura 1; $P < 0.01$). En ambos grupos experimentales hubo un efecto del tiempo sobre el peso corporal ($P < 0.001$). Así, al final del estudio, el peso de los cabritos proveniente de las hembras estabuladas fue mayor (11.0 ± 0.4 kg), que el peso de los cabritos del sistema extensivo (7.4 ± 0.2 kg).

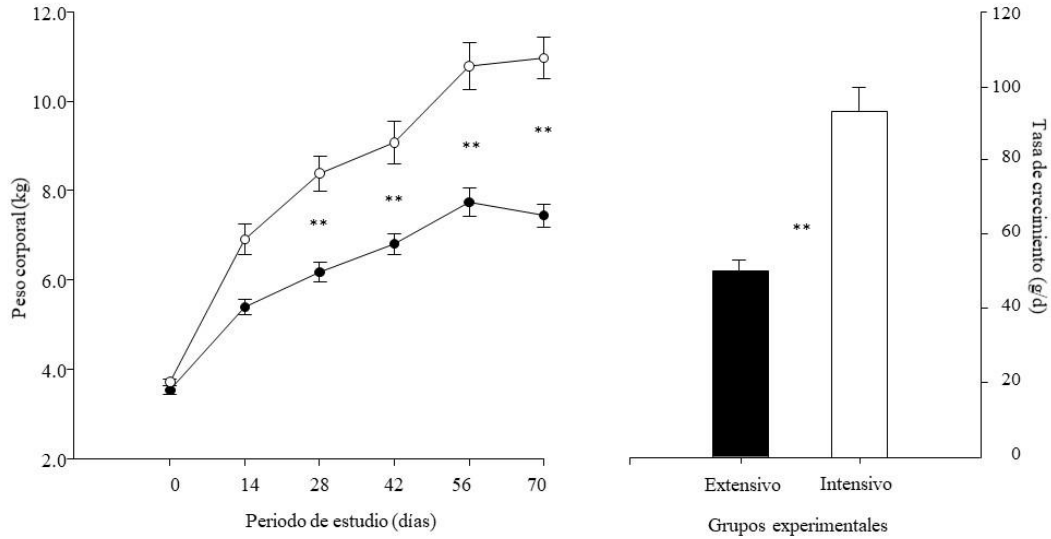


Figura 1. Panel izquierdo: peso corporal promedio (\pm EEM), de los cabritos provenientes de cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (●, extensivo) o de cabras alimentadas en condiciones de estabulación (○, Intensivo). Panel derecho: tasa de crecimiento promedio (\pm EEM). **= Diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.01$).

Los resultados del presente estudio demuestran que el sistema de alimentación de las cabras tiene un efecto positivo sobre la tasa de crecimiento de sus crías. Así, las crías provenientes de madres alimentadas bajo condiciones de estabulación tuvieron mayor tasa de crecimiento que las crías de madres alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo. En el presente estudio, ambos grupos de cabritos fueron alimentados exclusivamente de leche. Así, la tasa de crecimiento de los cabritos se debió probablemente entre otros factores a la producción de leche de la madre. En efecto, previo estudio desarrollado en estos mismos rebaños se reportó, que las hembras alimentadas bajo condiciones de estabulación produjeron más leche que las hembras mantenidas bajo condiciones de pastoreo extensivo (Flores *et al.*, 2015).

La baja tasa de crecimiento en los cabritos puede influir en diferentes procesos fisiológicos, entre los que destacan: calidad de la canal (Madruga *et al.*, 1999), retraso en la pubertad (Zarazaga *et al.*, 2009) y reducción en el crecimiento mamario (Forsyth *et al.*, 1989). En los cabritos provenientes de madres alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo, la baja tasa de crecimiento encontrada en ambos géneros puede en el futuro ocasionar un pobre desarrollo reproductivo, ocasionando un retraso el inicio de la pubertad (Bezerra *et al.*, 2009). En las hembras, por ejemplo, la baja tasa de crecimiento puede estar asociada a una reducción de la tasa ovulatoria. En la raza Payoya, la tasa ovulatoria fue mayor en aquellas cabras que alcanzaron mayor peso a la pubertad (>30 kg; 1.67 cuerpos lúteos), que las que tuvieron menor peso (>30 kg; 1.06 cuerpos lúteos; Zarazaga *et al.*, 2009). Similarmente, en los machos, el peso corporal está fuertemente correlacionado con la circunferencia escrotal y la concentración de testosterona (Bezerra *et al.*, 2009). Aunque en el presente estudio no se midió la actividad ovulatoria, es probable que, en las crías provenientes de madres alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo, la baja tasa de crecimiento podría ocasionar un retraso del inicio de la pubertad. Los resultados del presente estudio demuestran que el sistema de alimentación de las cabras tiene un efecto positivo sobre la tasa de crecimiento de sus crías.

Literatura Citada

- Arechiga, C.F., Aguilera, J.I., Rincon, R.M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V.R., Meza-Herrera, C.A. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9: 1-14.
- Bezerra, F.Q.G., Aguilar, C.R., Freitas, L.M., Santos Junior, E.R., Chaves, R.M., Azevedo, E.M.P., Santos, M.H.B., Lima, P.F., Oliveira, M.A.L. 2009. Body weight, scrotal circumference and testosterone concentration in Young Boer goat males born during the dry or rain season. *South African Journal of Animal Science*. 39: 301-306.
- Bharathidhasan, A., Narayanan, R., Gopu, P., Subramanian, A., Prabakaran, R., Rajendran, R. 2009. Effect of nongenetic factors on birth weight, weaning weight and preweaning gain of barbari goat. *Tamilnadu J, Veterinary and Animal Science*. 5 (3). 99-103.
- Echavarría, F.G., Gutiérrez, R., Ledesma, R.I., Bañuelos, R., Aguilera, J.I. y Serna, A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa. *Técnica Pecuaria de México*. 44: 203-217.
- Flores, M.J., Echavarría, F.G., Salinas, H. 2005. GAVATT “Caprinocultores de Pánuco” Integración y Diagnóstico Estático. Folleto para Productores 32. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas.
- Flores, M.J., Rosales, C.A., Vélez, L.I., Herrera, M. 2015. Potencial lechero de la cabra criolla del altiplano Zacatecano durante el periodo de estiaje. Memoria de la XXVII Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo. México. 493-497.
- Forsyth, I.A. 1989. Mammary development. *Proceeding of the Nutrition Society*. 48: 17-22.
- Madruga, M.S., Arruda, S.G.B., Nascimento, J.A. 1999. Castration and slaughter age effects on nutritive value of the mestizo goat meat. *Meat Science*. 52: 119-125.
- Mellado, M., Foote, R. H., Rodríguez, A., Zarate, P. 1991. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Ruminant Research* 6, 141–150.
- Mellado, M., Meza-Herrera, C.A., Arévalo, J.R., De Santiago-Miramontes, M.A., Rodríguez, A., Luna-Orozco, J.R., Veliz-Deras, F.G., 2011. Relationships between litter birthweight and litter size in five goat genotypes. *Animal Productions Science*. 51: 144-149.
- National Research Council (NRC). (1984). Nutrient requirements of beef cattle. (6° ed). Washinton, D.C. National Academy Press.
- Norris, D., Ngambi, J.W., Benyi, K. and Mbajorgu, C.A. 2011. Milk production of three exotic dairy goat genotypes in limpopo province, South Africa. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 6, 274-281.
- Zarazaga, L.A., Guzmán, J.L., Domínguez, C., Pérez, M.C., Prieto, R., Sánchez, J. 2009. Nutritional level and season of birth do not modify puberty of Payoya goat kids. *Animal*. 3 (1): 79-86.

ESTUDIO EXPLORATORIO PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD Y EL RENDIMIENTO DE LA CANAL EN LA CEBA DE BECERROS PRE-ENGORDADOS

Omar I. Santana¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón. Km 32.5 Ctra. Aguascalientes – Zacatecas Pabellón de Arteaga, Ags. C.P. 20660. Autor de correspondencia: santana.omar@inifap.gob.mx

Introducción

En las unidades de producción familiar (UPF) del Norte-Centro de México, la ceba de becerros pre-engordados representa un desafío. En estas unidades, la máxima ganancia diaria de peso (GDP) ocurre al destete en agostaderos, en donde son escasa o inadecuadamente suplementados (Ramos et al., 2000). Durante la fase de engorda en confinamiento, los altos costos de los concentrados, la limitada disponibilidad y la calidad de forrajes restringen la GDP y el rendimiento en canal (Carrera, 2019). Una opción para reducir los costos de alimentación y para aumentar el rendimiento de la canal es optimizar la sincronía entre el nitrógeno (N) y la energía disponible en el rumen con fuentes de rápida degradación; por ejemplo, la melaza y urea, que por unidad de energía y N son más económicas que sus contrapartes el grano de maíz y la pasta de soya. En el presente estudio se planteó la hipótesis de que sincronizar el N y la energía a nivel rumen favorecería la síntesis de proteína microbiana e incrementaría el rendimiento de la canal; esto ocasionaría una disminución en el costo de alimentación. Por consiguiente, el objetivo de este estudio fue explorar el efecto de alimentar un concentrado que sincroniza el N y la energía a partir de fuentes de rápida degradación ruminal en la ceba de becerros pre-engordados en agostadero.

Materiales y Métodos

Área de estudio y diseño experimental. El presente estudio se realizó de Junio a Octubre de 2020 en una UPF ubicada en el municipio de Calvillo, Aguascalientes (coordenadas 21.8654 LN, -102.7061 LO; 1,642 msnm). Ocho becerros de raza continental arribaron al establo con un peso vivo (PV; media \pm DE) de 308 ± 14.2 kg y una edad de 10 ± 2.1 meses. En la primera semana, los becerros fueron desparasitados, vacunados y adaptados a una dieta de confinamiento compuesta por 70:30 de heno de alfalfa y concentrado de la dieta control (DCT), respectivamente. Gradualmente, la proporción disminuyó a 38:62 y, posteriormente, los becerros se asignaron al azar en una de dos corraletas con cuatro becerros cada una. En el estudio se consideró un diseño completo al azar, en el que cada becerro fue la unidad experimental.

Tratamientos. Los animales fueron alimentados para cumplir o exceder los requerimientos de un becerro de raza europea de 300 kg de PV con una GDP estimada de 1.5 kg/d (NRC, 2000). El consumo de MS inicial se estimó en 8 kg/cabeza/d y éste se ajustó diariamente para permitir un sobrante del 5%. El alimento se sirvió dos veces por día (08:00 y 18:00 h) y los animales tuvieron libre acceso a agua limpia y fresca. Las dietas evaluadas consistieron en 38% heno de alfalfa y 62% de uno de dos concentrados, ya sea el control (**DCT**) que consistió de una mezcla comercial o el experimental (**DEX**). El primero (DCT) estuvo compuesto (aproximadamente) por 40.5% de grano de maíz roado, 26.7% de salvado de maíz, 9.8% de pasta de soya, 21.3% de melaza y 1.7% de premezcla mineral [% de la base seca: 14.2% de proteína cruda (PC), 18.4% fibra detergente neutro (FDN), 54.6 de carbohidratos no fibrosos (CNF), 6.7% de cenizas y 6.1% de grasa]. El concentrado de la dieta experimental (DEX) contuvo 29.5% de grano de maíz molido, 36.4% de melaza, 29.5% de salvado de trigo, 2.3% de urea y 2.3% de premezcla mineral (% de la base seca: 16.5% de PC, 24.7% de FDN, 46.1% de CNF, 10.3% de cenizas y 2.4% de grasa). En el día 21 todos los animales fueron implantados vía subcutánea en el tercio medio posterior de la oreja izquierda con 140 mg de acetato de trenbolona y 20 mg de 17- β -estradiol (Revalor®, MSD-Merck, Kenilworth, NJ). En el día 69, los animales fueron transicionados a una dieta de finalización (**DFN**) y fueron, gradualmente, adaptados para recibir 22:78 de forraje y concentrado, respectivamente.

El concentrado en la finalización fue igual para DCT y DEX, y contuvo 41.8% de grano de maíz molido, 25.1% de melaza, 17.3% de salvado de trigo, 7.5% de semilla de algodón, 2.3% de grasa de sobrepaso (Palmalife®, Pharma, Zapopan, Jal), 1.7% de urea y 0.9% de mineral finalizador (% de la base seca: 17.4% de PC, 15.7% de FDN, 54.5% de CNF, 2.6% de cenizas, 9.8% de grasas y una concentración de 1.43 Mcal/kg de ENg); además de 125 g de clorhidrato de zilpaterol (Zipamix®, PISA, Guadalajara, Jal) por tonelada de mezcla. Entre los 58 y 60 días de finalización, los animales fueron sacrificados en el rastro municipal (El Cuervero, Calvillo, Ags); con excepción de un animal del grupo DCT que se envió a sacrificio a los 17 días, ya que se le diagnosticó retículo-peritonitis traumática; por lo tanto, esta unidad experimental se removió del análisis de todos los datos colectados después de iniciar la fase de finalización.

Toma de datos. El consumo de MS (CMS) se estimó a nivel de la corraleta como la diferencia entre el peso del alimento servido y el rechazado en 24 h y dividido entre el número de animales para expresarse en kg/cabeza/d. La GDP global fue calculada como la diferencia entre el PV final al sacrificio (PV_F) y el PV inicial (PV_I) con el que arribaron al corral y se dividió entre el número de días del estudio. En contraste, las GDP durante la fase de la engorda y la finalización se estimaron al medir la circunferencia torácica utilizando una cinta para ganado de carne (eNasco, Fort Atkinson, WI). El peso de la canal caliente (PCC) se obtuvo directamente después del sacrificio y el rendimiento en canal caliente se calculó como: $RCC = 100 \times (PCC / PV_F)$. La proporción de conversión de alimento (ECA) se calculó a partir de la relación neta entre la ganancia de peso global y el total de alimento consumido, mientras que la relación de kg de alimento por cada kg de PV ganado fue el inverso al valor de la ECA.

Análisis económico. El costo de alimentación se obtuvo al calcular los costos del forraje y los concentrados en cada una de las fases. El valor de la canal caliente se estableció en \$70.00 según precios de mercado local-regional (Aguascalientes – Guadalajara). La utilidad bruta se calculó después de restar al valor de la canal caliente los costos de producción que incluyeron los gastos de operación (\$1,200 por cabeza), el costo de alimentación y el valor inicial del becerro en pie (\$44.00 /kg). La relación beneficio-costos (B/C) se calculó al dividir el valor de canal caliente entre el costo total de producción.

Análisis estadístico. Todas las variables fueron analizadas en el programa R (R Studio Inc., Boston, MA) utilizando la función *aov* con el mismo modelo estadístico:

$$Y = \mu + R_i + D_j + \varepsilon_{ij}$$

En donde Y es la variable respuesta, μ es la media general, R es el efecto aleatorio de la i -ésima repetición ($i = 1$ a 8), D es el efecto fijo de la j -ésima dieta ($j = 1$ a 2), y ε es el error experimental. Las GDP estimadas fueron analizadas como medidas repetidas en el tiempo utilizando la estructura de covarianza auto-regresiva AR1 con el siguiente modelo:

$$Y = \mu + R_i + D_j + T\rho^{|\times j|} + T \times D + \varepsilon_{ij}$$

Los efectos fueron los mismos que los anteriores, pero se agrega el efecto T a través del tiempo en el que $\rho^{|\times j|}$ es la correlación entre dos medidas de GDP consecutivas, y $T \times D$ que es la interacción entre el tiempo T y la dieta D . Las medias que se reportan son de cuadrados mínimos obtenidas utilizando la función *emmeans* y la significancia estadística se declaró a $P < 0.05$.

Resultados y Discusión

Dietas. Las dietas ofrecidas en la fase de engorda se pueden considerar que fueron iso-energéticas e iso-proteicas (Cuadro 1). Sin embargo, a juzgar por la diferente composición de los concentrados, es de esperarse diferente cinética de degradación ruminal de las fuentes de N y energía utilizadas. En el presente estudio, el contenido de CNF no se incrementó de la fase de engorda a la de finalización, pues la variación promedio fue de solo 0.6 unidades porcentuales.

En contraste, el contenido promedio de FDN declinó 6.9 unidades de la fase de engorda a la finalización, pero este declive es menor que los reportados en otros trabajos (Cox et al., 2017; Chibisa y Beauchemin, 2018). El contenido promedio de PC se incrementó en 3.9 unidades porcentuales de la fase de engorda a la de finalización, lo cual difiere de otros trabajos en los que la PC se mantiene (Cox et al., 2017) e incluso se reduce (Chibisa y Beauchemin, 2018).

Cuadro 1. Dietas y composición química.

Variable	DCT	Dieta ¹	
		DEX	DFN
Ingrediente, % de la MS			
Heno de alfalfa	38	38	22
Concentrado	62	62	78
Composición química, % de la MS			
Proteína cruda	13.5	14.2	17.7
Fibra detergente neutro	30.0	32.6	24.4
Fibra detergente ácido	22.5	23.6	20.8
Carbohidratos no fibrosos	44.3	40.9	42.0
Grasas	5.6	5.9	8.0
Cenizas	6.6	6.4	7.9
ENg ² , Mcal/kg de MS	1.16	1.12	1.26

¹ Dieta: DCT = dieta control en la fase de engorda, DEX = dieta experimental en la fase de engorda y DFN = dieta en la fase de finalización.

² ENg = energía neta de ganancia de peso calculada conforme al NRC (2000).

Desempeño productivo. No hubo diferencias en el CMS global que incluyó la fase de engorda y de finalización (Cuadro 2). Lo anterior podría estar asociado a que el nivel y fuente de forraje no difirió entre tratamientos durante la fase de engorda, e igual después de transicionar a la fase finalización. Chibisa y Beauchemin (2018) reportaron que, al mismo nivel, pero diferente fuente forrajera, el CMS se alteró debido a la cinética de degradación de la FDN en el rumen. El PV_I promedio fue de 17 kg más para los animales alimentados con DCT que DEX (315 vs. 298 kg, respectivamente); mientras que el PV_F promedio fue de 13 kg más para los animales engordados con DEX comparado a DCT (481 vs. 468 kg, respectivamente). El peso ganado difirió entre tratamientos ($P < 0.05$) y fue 30 kg mayor para los animales engordados con DEX comparado a DCT. Aunque el PV_I de los becerros fue similar, el PV_F y el peso ganado fueron menores a los reportados en otros trabajos (Cox et al., 2017; Chibisa y Beauchemin, 2018; Vyas et al., 2018). Lo anterior se debe a las preferencias de mercado al cual se destina el producto, y además a las características técnicas y socioeconómicas de las UPF de carne de bovino (Carrera, 2019).

No hubo efecto de la dieta en la GDP global y ésta promedio en 1,266 g/d y fue menor a la GDP predicha (NRC, 2000). Sin embargo, el análisis de medidas repetidas indicó que en el día 68 del estudio hubo una interacción ($P < 0.05$) para la GDP entre la dieta y el tiempo (Figura 1). En ese lapso, los animales alimentados con DCT tuvieron una pérdida en GDP, mientras que los animales alimentados con DEX incluso incrementaron su GDP. Es posible que lo anterior se deba a que esa medición coincidió con los días de mayor temperatura, lo cual pudo haber mermado la GDP en animales alimentados con DCT. Al respecto, en la región se ha reportado que el ganado lechero puede disminuir su producción hasta 1.1 kg/d de leche debido a un ligero estrés calórico (Santana et al., 2019). Lo anterior, en ganado de carne sería equivalente a desviar 0.79 Mcal/d de ENg a expensas de la GDP para sobrellevar el estrés calórico. Una posible explicación es que las diferentes tasas de degradación ruminal entre los concentrados podrían haber interactuado con el suministro de energía en el rumen para sobrellevar el estrés calórico.

Cuadro 2. Desempeño productivo de becerros a media ceba engordados con dos dietas y posteriormente finalizados con una sola dieta.

Variable	Dieta ¹		EEM	Valor <i>P</i>
	DCT	DEX		
CMS ² global, kg/d	10.1	9.7	0.16	0.18
Peso vivo final, kg	468	481	9.4	0.11
Peso ganado, kg/cabeza	153	183	13.1	0.04
GDP ³ global, g/d	1,192	1,341	85.3	0.26
Peso de la canal caliente, kg	275	302	7.75	0.03
Rendimiento en canal caliente, kg	58.6	62.9	0.71	< 0.01
ECA ⁴	0.138	0.155	0.07	0.15
G:C ⁵ , kg/kg	7.3	6.5	0.33	0.16

¹ Dietas: tratamientos evaluados en el período de engorda (DCT = dieta control; DEX = dieta experimental) y de finalización utilizando una misma dieta para ambos tratamientos.

² CMS = consumo de materia seca global en la fase de engorda y de finalización.

³ GDP = ganancia diaria de peso global (PV_F - PV_I) / número de días.

⁴ ECA = proporción neta de la conversión de alimento = [(PV_F, kg - PV_I, kg) / consumo global de alimento, kg].

⁵ G:C = conversión alimenticia = 1/ECA.

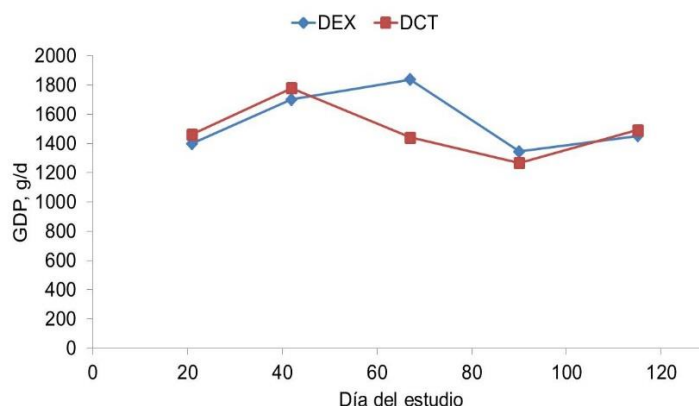


Figura 1. Ganancia diaria de peso (GDP; g/d) en becerros durante la fase de engorda (d 21, d 42 y d 67) y de finalización (d 90 y d 115); DCT = dieta control y DEX = dieta experimental.

El PCC y RCC difirió entre tratamientos (ambos $P < 0.05$) al ser mayores para los animales alimentados con DEX que DCT (302 vs. 275 kg y 62.8 vs. 58.6%, respectivamente). En el presente estudio, el RCC en los animales alimentados con DCT fue similar, pero el de los animales alimentados con DEX fue superior a los RCC reportados en diversos trabajos (Cox et al., 2017; Chibisa y Beauchemin, 2018; Vyas et al., 2018). Una posible explicación es la sincronía de energía y N degradable en rumen, la cual podría haber optimizado la síntesis de proteína microbiana en los animales alimentados con DEX al favorecer el desarrollo de músculo magro de mayor peso específico. Lo anterior es posible porque el perfil de AA en el músculo (y leche) es similar al perfil de AA en la proteína microbiana (NRC, 2000); en consecuencia, si hay más síntesis de proteína microbiana habrá más GDP a nivel muscular, así como mayor PCC y RCC. Por otra parte, la ECA y la relación entre la conversión de kg de alimento por cada kg de PV (G:C) no difirió entre tratamientos; pero G:C fue numéricamente 0.8 unidades menor para los animales engordados con DCT que DEX. Sin embargo, ambos valores están dentro del rango esperado para bovinos de carne de raza europea de una edad de 12 meses (NRC, 2000).

Rentabilidad. El costo promedio de alimentación fue \$521.54 más caro para becerros engordados con DCT comparado a DEX (Cuadro 3). Esa diferencia se debió exclusivamente al costo del concentrado durante la engorda que fue de \$6.00 y \$5.10 /kg para DCT y DEX, respectivamente, ya que en la finalización se ofreció el mismo a ambos grupos y fue de \$5.62 /kg. Los costos de operación se estimaron en \$1,200.00 /cabeza y fueron

igual para ambos tratamientos. El valor de la canal fue en promedio \$1,890.00 superior para DEX que DCT; por lo que la utilidad fue marginal para los becerros engordados con DCT y rentable para los DEX. Por lo tanto, la relación B/C fue de 1.01 y 1.19 para los becerros engordados con DCT y DEX, respectivamente. El costo de producción en pie fue de \$3.74 /kg y en canal de \$10.41 /kg más barato para animales alimentados con DEX comparado a DCT. En general, el margen de ganancia es mayor mientras que el riesgo de mercado es menor para los becerros engordados con DEX que con DCT, ya que los costos de éstos últimos están en el umbral del punto de equilibrio ya sea a la venta en pie o en canal.

Cuadro 3. Análisis de rentabilidad financiera de becerros a media ceba engordados con dos dietas y posteriormente finalizados con una sola dieta.

Concepto	Dieta ¹	
	DCT	DEX
Costo de alimentación ² , \$ /cabeza	\$4,060.72	\$3,539.18
Costo de operación ³ , \$ /cabeza		\$1,200.00
Valor de la canal caliente ⁴ , \$	\$19,250.00	\$21,140.00
Utilidad bruta ⁵ , \$ /cabeza	\$129.28	\$3,288.82
Relación B/C	1.01	1.19
Costo de producción en pie, \$ /kg	\$40.85	\$37.11
Costo de producción en canal, \$ /kg	\$69.52	\$59.11

¹ Dieta en la engorda: DCT = dieta control, DEX = dieta experimental.

² Costo de alimentación total durante 69 días de engorda y 50 días de finalización.

³ Costos de operación que incluye manejo, expedición de guía, vacunación, implante, matanza, entre otros.

⁴ Valor de la canal caliente a \$70.00 /kg según precio del mercado regional (Área Aguascalientes - Guadalajara).

⁵ Utilidad bruta después de restar los costos y el precio inicial del becerro (\$44.00 /kg en pie) al valor de la canal caliente.

Conclusiones

El favorecer la sincronía entre el N y la energía disponible en el rumen con fuentes de rápida degradación ruminal en la ceba de becerros pre-engordados permite reducir los costos de alimentación, incrementar la rentabilidad y mejorar el rendimiento de la canal caliente.

Agradecimientos

El autor agradece a la Secretaría de Agricultura por los fondos autorizados al INIFAP, lo que hizo posible realizar este estudio. Un reconocimiento para el productor cooperante por facilitar los animales e instalaciones. Se agradece a la Asociación Ganadera Local de Calvillo, al personal del rastro municipal y de la oficina de Desarrollo Rural del H. Ayuntamiento de Calvillo por su colaboración.

Literatura Citada

- Carrera (2019). Cadena de valor de bovino de carne en México. Intagri. Monterrey, NL.
- Chibisa, G. E., & Beauchemin, K. A. (2018). Effects of feeding corn silage from short-season hybrids and extending the backgrounding period on production performance and carcass traits of beef cattle. *Journal of animal science*, 96(6), 2490-2503. <https://doi.org/10.1093/jas/sky099>
- Cox-O'Neill, J. L., Hales, K. E., Ulmer, K. M., Rasby, R. J., Parsons, J., Shackelford, S. D., ... & Drenowski, M. E. (2017). The effects of backgrounding system on growing and finishing performance and carcass characteristics of beef steers. *Journal of animal science*, 95(12), 5309-5319. <https://doi.org/10.2527/jas2017.1934>
- NRC (National Research Council). 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 7th Rev. Ed. Washington, DC:
- Ramos et al. (2000). Caracterización técnica de productores de bovino carne. FT-9 Serie INIFAP.
- Santana, O. I., Olmos-Colmenero, J. J., & Wattiaux, M. A. (2019). Replacing alfalfa hay with triticale hay has minimal effects on lactation performance and nitrogen utilization of dairy cows in a semi-arid region of Mexico. *Journal of dairy science*, 102(9), 8546-8558. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16223>
- Vyas, D., Alemu, A. W., McGinn, S. M., Duval, S. M., Kindermann, M., & Beauchemin, K. A. (2018). The combined effects of supplementing monensin and 3-nitrooxypropanol on methane emissions, growth rate, and feed conversion efficiency in beef cattle fed high-forage and high-grain diets. *Journal of animal science*, 96(7), 2923-2938. <https://doi.org/10.1093/jas/sky174>

MEDICIÓN DEL ÍNDICE SPAD EN PLANTAS DE CHILE POBLANO TRATADAS CON MICROORGANISMOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO BAJO INVERNADERO

Jose Armando Hernandez Jimenez², Francisco Castillo¹, David Sánchez¹ y Diana Uresti¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Saltillo. ²Departamento Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. *Autor de correspondencia: reyes.francisco@inifap.gob.mx

Introducción

La clorofila es un pigmento verde de las plantas que absorbe la energía lumínica y la transforma en energía química a través de la fotosíntesis; esto es necesario para la síntesis de compuestos orgánicos que necesita la planta (Mathews *et al.*, 2013). Para su extracción y cuantificación existen tres métodos: el espectrofotométrico, el fluorométrico y por cromatografía líquida. Las determinaciones espectrofotométricas se realizan con un espectrofotómetro de haz simple de 300 a 900 nm de longitud de onda, conocido como medidor portátil de clorofila Minolta® SPAD 502 (Soil Plant Analysis Development). Este es un método rápido y no destructivo por medio de la luz transmitida a través de la hoja en 650 y 940 nm (Rincón y Ligarreto, 2010). Los análisis de la intensidad del verdor en las hojas es una técnica utilizada en la evaluación del contenido del nitrógeno, debido a que está relacionado directamente entre la intensidad del verde y el contenido de clorofila, y por ende, con el contenido de nitrógeno, que es un componente de la molécula de clorofila (Taiz y Zeiger, 2004). Esta correlación generalmente se determina como el índice de verdor (valores SPAD), el cual refleja el estado nutricional respecto a este importante nutriente. El contenido de clorofila se incrementa proporcionalmente con la cantidad de nitrógeno presente en la hoja. En algunas especies, un valor SPAD alto indica una planta sana; contrariamente, un decremento en el valor SPAD indica un decremento en el contenido de clorofila y la concentración de nitrógeno. Por lo tanto, estimar la capacidad fotosintética de las plantas ayuda a entender las relaciones entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales imperantes de una región determinada (Intagri, 2017).

Los microorganismos guardan una estrecha relación con los ecosistemas; contribuyen en la fijación de nitrógeno, de solubilizadores y de fosfato; además, son promotores del crecimiento vegetal y actúan como biocontroladores. Estas interrelaciones inciden en la relación suelo-planta-microorganismos-ambiente; asimismo, repercuten de forma directa en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Cano, 2011). Dicho de otra manera, los microorganismos de la rizósfera contribuyen al crecimiento vegetal aumentando la disponibilidad de nutrientes limitantes como el fósforo y el nitrógeno (Thomson *et al.*, 2010; Semmartin *et al.*, 2010). Un análisis de sustentabilidad requiere de un conocimiento detallado de las interrelaciones que se presentan entre los microorganismos seleccionados incorporados (inoculantes) frente a la compleja comunidad microbiana natural que habita ese microambiente (Naiman *et al.*, 2009). El objetivo de este trabajo fue determinar la asociación de unidades SPAD en plantas tratadas con microorganismos promotores del crecimiento vegetal.

Materiales y Métodos

Se estableció el cultivo de chile ancho bajo condiciones de invernadero, ubicado en el campo Experimental Saltillo en Saltillo Coahuila Latitud: 25.4333, Longitud: -101 25° 25' 60" Norte, 101° 0' 0" Oeste. Las plántulas se establecieron en bolsas negras con capacidad de 10 kg, rellenas con 2 kg de grava y con 6 kg de tierra agrícola. Los tratamientos fueron realizados bajo el diseño completamente al azar y constó de seis unidades experimentales (maceta) y tres repeticiones cada uno. Los tratamientos fueron cuatro; micorriza INIFAP^{MR} *Rhizophagus irregularis* (una espora por mL), *Trichoderma sp.* (1x10⁶ ufc por mL), *Bacillus subtilis* (1x10⁶ ufc por mL) y un testigo absoluto.

Se realizaron riegos con solución nutritiva dos veces por día (10:00 y 14:00 horas) entre 5 y 10 min c/u. El control de plagas y enfermedades se realizó de acuerdo con las necesidades del cultivo, presentándose principalmente, cenicilla (*Leveillula taurica*) y minador de hoja (*Liriomyza sp.*). No obstante, estos fueron controlados en su totalidad, sin presentar pérdida de individuos.

Los datos fueron tomados con medidor SPAD Konica Minolta; se tomaron mediciones los días 23 (14:00 h y con 29°C) y 24 (10:00 h y 25°C). Las lecturas se realizaron en la parte media de la planta, tomándose el promedio de tres lecturas. De cada repetición se tomaron dos plantas. Los datos se analizaron en SAS para Windows versión 9.3.

Resultados y Discusión

Los valores SPAD o índice de verdor no presentaron diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de las dos fechas (Figura 1). No obstante, los valores SPAD para cada evento presentaron comportamientos diferentes; es decir, los valores medios fueron mayores en plantas tratadas con microorganismos. Se encontró que existe una correlación entre los microorganismos y las plantas; esto repercute en el desarrollo vegetal, por lo que se podría asumir que la nutrición de la planta debe ser, principalmente, con base en nitrógeno. Este elemento está relacionado directamente con la intensidad del color verde en las hojas y con el contenido de clorofila; por ende, el contenido de nitrógeno es un componente de la molécula de clorofila.

En la figura 1ª se muestra que las plantas tratadas con *Bacillus* y *Trichoderma* son las que presentan los mayores valores SPAD, en contraste con el testigo. Cabe mencionar que estos datos fueron tomados a las 14:00 h, pero cuando los datos fueron tomados a las 10:00 horas las plantas con mayores valores SPAD fueron las inoculadas con micorriza (figura 1b). Algunos estudios indican que la precisión del diagnóstico de las lecturas puede ser influenciada por la hora de lectura, la posición y la porción del foliolo donde se realiza la lectura. Las lecturas por la mañana se presentan estables, mientras que se encuentra una mayor variación en lecturas tomadas por la tarde; esto ocurre debido, quizás, a la mayor incidencia de los rayos solares en la superficie de la hoja (Lima *et al.*, 2014).

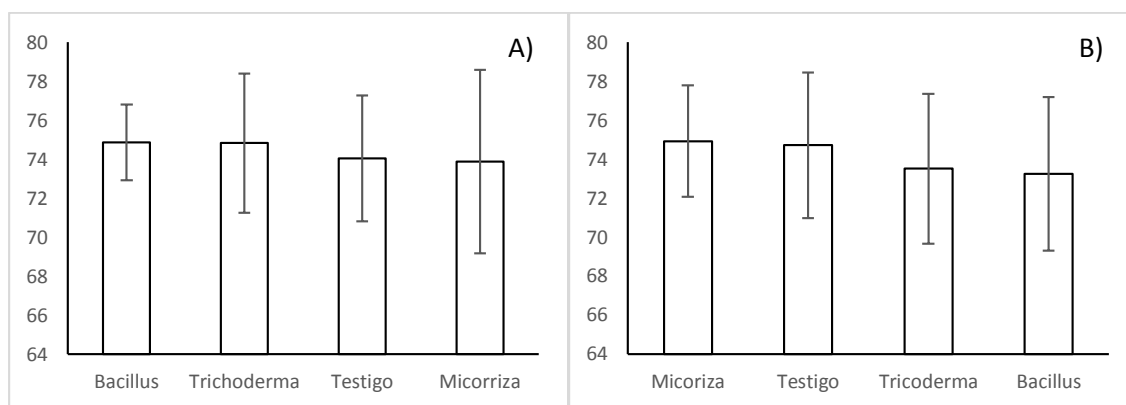


Figura 1. Comportamiento de clorofila en respuesta al tratamiento con promotores del crecimiento vegetal. A) Valores SPAD tomados a las 14:00 h a 29°C, B) Valores SPAD tomados a las 10:00 h a 25°C.

Otros autores indican que las variaciones en las mediciones no deben atribuirse únicamente al horario de lectura, sino que otros factores están involucrados; por ejemplo, el contenido de agua en la hoja y la temperatura (Martínez y Guiamet, 2004). Según Breeuwer *et al.*, (2008), durante el día a medida, la temperatura incrementa, con ello, también la concentración de N foliar, debido a que estimula la mineralización del N en el suelo. Otros estudios indican que en un rango de temperaturas moderadas e intensidades de luz de bajas a medias (espectro de luz visible), la tasa fotosintética aumenta a medida que aumenta la intensidad de luz y es independiente de la temperatura (Enciso y Gómez, 2004). Pero, a medida que la intensidad de la luz aumenta de niveles medios a más altos, la tasa fotosintética se vuelve cada vez más dependiente de la temperatura y menos dependiente de la luz. Cuando el punto de intensidad en que la luz alcanza la saturación, el aumento de la tasa ya sólo depende de la temperatura, siempre que los demás factores CO₂, agua, disponibilidad de minerales se mantengan constantes.

Conclusiones

Los tratamientos con microorganismos utilizados en el cultivo mostraron tener un mayor índice SPAD, lo cual podría indicar que inciden en un estímulo positivo para el desarrollo vegetativo del cultivo. Esto influye directamente en la disponibilidad de nutrientes; por ejemplo, en el nitrógeno, en el cual se observaron valores mucho más elevados con el uso de microorganismos frente al testigo. Con este resultado queda evidencia sobre los efectos benéficos que causan en las plantas, específicamente en la estimulación del crecimiento vegetal. El conocimiento del índice SPAD en el cultivo representa una herramienta fácil, de bajo costo y confiable para llevar a cabo el manejo adecuado del principal nutriente que influye en el desarrollo vegetativo de los cultivos. Asimismo, la utilización de microorganismos contribuye a realizar una producción sustentable de cultivos agrícolas.

Literatura Citada

- Breeuwer, A.; Heijmans, M.M.P.D.; Robroek B.J.M.; Berendse, F. 2008. The effect of temperature on growth and competition between *Sphagnum* species. *Oecologia*, 156: 155-167.
- Díaz VS, García F, Caviglia O. 2014. Maíz tardío en Entre Ríos, Argentina: Calibración de umbrales críticos en nitrógeno. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 13:18–20.
- Enciso, B.E. y Gómez, C. 2004. Comparación de las respuestas de cuatro cultivares de mora (*Rubus* sp.) a las variaciones del factor luz *Agronomía Colombiana*, 22(1): 46-52.
- Intagri. 2017. El Índice de Área Foliar (IAF) y su Relación con el Rendimiento del Cultivo de Maíz [Internet]. Intagri S.C. Available from: <https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf>
- Lima, V. R., Mello P. R., Reyes H. A., Caione, G. 2014. Efecto del horario de medición, posición y porción de la hoja en los índices de clorofila en la papa. *Idesia* vol.32 no.4 Arica nov. 2014
- Martínez, D.E.; Guiamet, J.J. 2004. Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf water status. *Agronomie*, 24: 41-46.
- Naiman AD, Latronico AE, García de Salamone IE. 2009. Inoculation of wheat with *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens*: impact on the production and rhizospheric microflora. *European Journal of Soil Biology* 45:44-51.
- Rincón CÁ, Ligarreto GA. Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 2010;11(2):122–8.
- Semmartín M, Di Bella C, García de Salamone IE. 2010. Grazing-induced changes in plant species composition affect plant and soil properties of grassland mesocosms. *Plant and Soil* 328:471-481.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2004. *Fisiología vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 719 p.
- Thomson B, Ostle N, McNmara N, Bailey M, Whiteley A, Griffiths R. 2010. Vegetation affects the relative abundances of dominant soil bacterial taxa and soil respiration rates in an upland grassland soil. *Microbial Ecology* 59:335-343.

EFFECTO DE LA SALINIDAD DEL SUELO EN LA CONCENTRACIÓN IÓNICA DEL GEL DE SÁBILA ([*Aloe vera* (L.) Burm. f.]

Aurelio Pedroza-Sandoval^{1*}, Nidia S. Sifuentes Rodríguez¹, Ricardo Trejo Calzada¹,
Jorge A. Zegbe Domínguez²

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Km. 40 Ctra. Gómez Palacio - Chihuahua, Bermejillo, Durango, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Calera Zacatecas, México.

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

Introducción

La hoja de sábila, contiene más de 100 componentes bioactivos que, a través de una compleja interacción sinérgica entre ellos, confieren múltiples beneficios a la salud (Sánchez *et al.*, 2017), por lo que ha sido una de las plantas más utilizadas en la historia de la humanidad (Park y Lee, 2006). El tejido del mesófilo de las hojas suculentas de la sábila y su ruta fotosintética de metabolismo ácido crasuláceo (CAM, por sus siglas en inglés) (Borland *et al.*, 2009), son las características anatómico-fisiológicas que le permiten a la planta una gran capacidad de adaptación a las condiciones de estrés por sequía, al mantener potenciales hídricos altos en sus tejidos ante elevadas concentraciones de sales, altas temperaturas o déficit de humedad en el suelo (Pedroza y Gómez, 2006; Grace *et al.*, 2015). En las zonas áridas y semiáridas con áreas de riego, el agua es salina y ante condiciones de alta evapotranspiración, se provoca la salinización de los suelos con un efecto colateral en la producción agrícola (Ritzema, 2016). La salinidad de los suelos en la Comarca Lagunera de los Estados de Coahuila y Durango, México, que corresponde a la región de este estudio, es una condición abiótica generalizada, por la deficiente calidad química del agua que se extrae de pozos profundos (Azpilcueta *et al.*, 2017). El uso de cultivos alternativos tolerantes al estrés como el originado por la salinidad de los suelos, es una de las opciones a esta condición de estrés. La sábila es un cultivo alternativo de alto potencial en regiones agrícolas donde los cultivos tradicionales limitan su producción ante condiciones ambientales adversas, debido a que la planta posee una alta capacidad de adaptación a diferentes ambientes y tolerancia a diversos tipos de estrés, tanto de origen biótico, como abiótico (Pedroza y Gómez, 2006). Actualmente, se continúa explorando el conocimiento y tecnología en diferentes cultivos en relación a la tolerancia al estrés ambiental y el comportamiento de la bioproductividad y la calidad de ésta. El objetivo de este estudio fue determinar el comportamiento del contenido iónico y la bioproductividad del gel de sábila ante diferentes condiciones de salinidad en el suelo.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Matamoros, Coahuila México, ubicado a 25°31'58" N y 103°14'32" O, con un promedio de precipitación anual de 240 mm y una temperatura que oscila entre 9 a 41° C y una media de 18° C (Normales climatológicas, 1951-2010). El experimento se realizó en condiciones de malla-sombra en estructura abierta en los costados de 25 x 40 m. La malla fue de color negro, con 90% de sombreado y 10% de transmisión de luz. Se condujo en un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones donde se probaron seis tratamientos salinos: 0 (testigo) 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 mg L⁻¹ de NaCl, lo cual correspondió a una conductividad eléctrica (CE) de 0.36 (contenido natural de NaCl en el agua de riego), 1.39, 2.0, 3.6, 5.6 y 7.6 dS m⁻¹, respectivamente. Estos tratamientos fueron aplicados al agua de riego, al inicio del experimento. Las 24 unidades experimentales se colocaron en macetas individuales con 30 L de capacidad, con suelo de textura franco arenoso a un pH de 8.47. Se usaron plantas de un promedio de 30 cm de altura para el trasplante, con un periodo de aclimatación de dos meses (agosto y septiembre) y un mes de riego en los diferentes tratamientos (octubre) y posteriormente se procedió a la medición de variables (noviembre y diciembre). El riego fue de 2 L por semana por cada unidad experimental.

Resultados y Discusión

Se ha reportado que, por efecto de la salinidad, el crecimiento de las plantas se ha reducido por efecto dependiente o independiente de la acumulación de iones en la planta (Roy *et al.*, 2013). Es probable que el principal efecto de la salinidad en el crecimiento de la sábila en este estudio, se haya debido a los efectos independientes por la acumulación de iones en los tejidos, ya que, aunque con cierto grado de tolerancia, el K se incrementó significativamente ($P \leq 0.05$) partir de una CE de 5.6 dS m⁻¹ y el Na y el Mg fueron significativamente superiores en la CE más alta (7.6 dS m⁻¹); en tanto que el Ca tuvo valores similares entre tratamientos (Cuadro 1). Estos resultados difirieron parcialmente de aquellos encontrados por García *et al.* (2014) quienes reportaron que la salinidad incrementó el contenido iónico de todos los elementos antes citados, excepto el K, el cual disminuyó significativamente. En este estudio el K, junto con el Na y el Mg, se incrementaron en niveles moderadamente altos de salinidad, posiblemente por mecanismos pasivos como el proceso de ajuste osmótico dentro de la planta.

Cuadro 1. Efecto de la salinidad en la concentración de magnesio (Mg), sodio (Na), potasio (K) y calcio (Ca) en el gel de sábila [*Aloe vera* (L.) Burm.f.]

CE* (dS·m ⁻¹)	Concentración de cationes (mg L ⁻¹)			
	Mg	Na	K	Ca
0.36**	0.9 ± 0.1 b	11.8 ± 0.9 b	3.0 ± 0.3b	1.3 ± 0.2 a
1.39	1.1 ± 0.15 ab	11.48 ± 1.92 b	2.28 ± 0.27 b	1.37 ± 0.22 a
2	1.3 ± 0.05 ab	11.93 ± 2.42 b	2.65 ± 0.09 b	1.39 ± 0.07 a
3.6	1.2 ± 0.09 ab	9.63 ± 2.13 b	2.90 ± 0.19 b	1.60 ± 0.25 a
5.6	1.2 ± 0.14 ab	17.64 ± 3.98 b	6.12 ± 0.98 a	1.17 ± 0.15 a
7.6	1.6 ± 0.22 a	33.06 ± 1.65 a	6.59 ± 1.02 a	2.14 ± 0.43 a

Conclusiones

Se promovió una mayor concentración iónica de los elementos K, Na y Mg en función directa de la salinidad, dentro de ciertos límites. Lo anterior es de grandes perspectivas de la sábila como cultivo alternativo en áreas agrícolas marginales por efecto de la salinidad y otros factores limitantes, puesto que, producto de un moderado estrés por salinidad, se puede promover una mayor calidad de gel al favorecer la concentración de sólidos totales.

Literatura Citada

- Borland A. M., H. Griffiths, J. Hartwell and C. J. A. Smith (2009). Exploiting the potential of plants with crassulacean acid metabolism for bioenergy production on marginal lands. *Journal of Experimental Botany* 60(10):2879–2896.
- Grace, O. M., S. Buerki, M. Symonds, F. Forest, A. E. Wyk, G.F. Smith and N. Ronsted (2015). Evolutionary history and leaf succulence as explanations for medicinal use in aloes and the global popularity of *Aloe vera*. *BMC Evolutionary Biology* 15:2-12.
- Normales climatológicas (1951-2010). Normales Climatológicas por Estado. Recuperado de: <http://www.smn.conagua.gob.mx/normales-climatologicas-por-estado>.
- Park Y. I. and S. K. Lee (2006). New perspectives on *Aloe*. Springer, New York, USA. 205 p.
- Pedroza S. A. y L. F. Gómez (2006). La sábila (*Aloe* sp.) Propiedades, manejo agronómico, proceso agroindustrial y de mercado. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 209 p.
- Roy S. J., S., S. Negrao and M. Tester (2013). Salt resistant crop plants. *Current Opinion in Biotechnology* 26:115-124.
- Sánchez D. I., J. López, R. Sendón and A. Sánchez (2017). *Aloe vera*: Ancient knowledge with new frontiers. *Trends in Food Science y Technology* 61:94-102.

***Buddleja scordioides* HBK (SALVILLA) UNA PLANTA MEDICINAL DEL BOLSÓN DE MAPIMÍ, DURANGO**

José L. Ortega-Sánchez¹, Aurora Martínez-Romero^{2*}

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. ²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango. *Autor de correspondencia: auroramtr@gmail.com

Introducción

La familia Loganiaceae, previamente clasificada en la familia Buddlejaceae; actualmente, se clasifica en la familia Scrophulariaceae (Cortes *et al.* 2006). El género *Buddleja* (también *Buddleia*) comprende alrededor de 100 especies de las cuales 50 son nativas del continente americano, Norte y Sudamérica, del Este y Sur de África y del Sur de Asia (Deneb-Camacho *et al.* 2009), de las cuales 16 especies crecen en México (Cortes *et al.* 2006). Según Rzedowsky y colaboradores (1985) en México hay alrededor de 20 especies de *Buddleja* *Buddleja scordioides* HBK (Buddlejaceae) en el desierto de Chihuahua, Estado de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Jalisco, México y Distrito Federal (Ávila-Acevedo *et al.* 2005). Se encuentra en los trópicos y subtropicos de Norteamérica y Sudamérica África y Asia. En México se utilizan por sus propiedades medicinales (Rzedowsky *et al.*, 1985) *Buddleja scordioides* HBK (KUNTH); tiene como sinónimos escobilla, arbusto de mariposa, mato, salvia real, salvilla (Ávila-Acevedo *et al.* 2005; Cortes *et al.* 2006) y escobillón (Salas- Luévano *et al.* 2009). Es un arbusto de hasta 1.5 m de altura, muy ramificado y aromático, de hojas alargadas, muy onduladas y ásperas. Las flores son de color verde amarillentas. Los frutos son globosos y tienen semillas amarillas; crece en las zonas áridas del norte de México; habita en Clima seco y semiseco y templado entre los 1800 y 2300 msnm. En el municipio de Mapimí, Durango su uso medicinal incluye el tratamiento de padecimientos digestivos, como dolor de estómago y diarrea además de usarse como eupéptico (Ortega y Martínez 2018). La medicina tradicional o medicina complementaria es reconocida hoy como un recurso fundamental para preservar la salud de millones de seres. El uso de recursos naturales como las plantas medicinales es un recurso empírico terapéutico con valiosos resultados en sus prácticas curativas, además que contribuye a resguardar y fortalecer la identidad cultural de una población, es un recurso curativo de amplio reconocimiento social. El objetivo de la presente revisión fue conocer los usos medicinales de la planta *Buddleja scordioides* HBK (Salvilla) del Bolsón de Mapimí, Durango.

Materiales y Métodos

La presente revisión sistemática de literatura se realizó en el periodo de enero a julio del 2018. Se utilizaron las bases de datos del administrador de información EndNote y la base de datos EBSCO host, empleando los siguientes términos de búsqueda: *Buddleja scordioides* HBK, *Buddleja scordioides* y salvilla; para ello se recuperaron artículos solo cuando se tenía acceso gratuito. La búsqueda se complementó mediante búsqueda específica de Journals y revistas científicas como: Journal of Herbal Medicina, Herbal medicine NCBI-NIH, Fitoterapia, Journal of Natural Medicine, Pharmacognosy Research, Pharmacognosy Journal, etc.

Resultados y Discusión

Constituyentes fitoquímicos: Se han detectado diversos compuestos flavonoides como rutina, quercetina y quercitrina, ácido gálico, ácido tánico, además glucósidos como linarina y verbascósido (Ávila-Acevedo *et al.* 2005). De la especie *scordioides* se ha extraído el verbascósido con actividad antibacteriana, saponinas triterpenoides y otros glucósidos. La presencia de algunos flavonoides tales como rutina, quercetina y quercitrina. Los glucósidos flavonoides e iridoides son los principales metabolitos secundarios/de las especies del género *Buddleja* (Cortes *et al.* 2006).

Usos Potenciales: Debido a las interesantes observaciones fitoquímicas y etnofarmacológicas, el género *Buddleja* se ha investigado extensamente. Sus especies están muy extendidas y comparten algunas similitudes notables en sus usos medicinales. Esto bien puede indicar la presencia de compuestos iguales o similares con una acción farmacológica particular (Cortes *et al.* 2006).

Problemas Gastrointestinales: En México, el uso principal es como antiespasmódico, también se usa para aliviar la diarrea, dolores de estómago (cólicos) y trastornos gastrointestinales (Cortes *et al.* 2006), así como para el dolor de cabeza, catarro y ptialismo. Los resultados de este estudio experimental demuestran que el extracto clorofórmico de *Buddleja scordioides* tiene un efecto relajante sobre el yeyuno del conejo y el íleon de cobayo, y que esta actividad puede ser la base de algunos de sus usos en la medicina tradicional. Por tanto, la actividad antiespasmódica encontrada sustenta su uso racional.

En la medicina tradicional *Buddleja scordioides* se utiliza para el tratamiento de calambres, espasmos y cólicos gastrointestinales.

Biorremediación: *Buddleja scordioides* es una planta clasificada como tolerante al plomo, con gran potencial para ser usada en programas de fitorremediación de suelos contaminados por plomo (Salas- Luévano *et al.* 2009). La actividad minera del Estado de Zacatecas ha generado enormes áreas contaminadas por metales pesados, especialmente con plomo. En dicha investigación se concluyó que *Buddleja scordioides* puede clasificarse como una planta tolerante al plomo y es una buena candidata para ser utilizada en fitorremediación de suelos contaminados con plomo.

Protector solar: En la última década, los rayos ultravioletas han llegado con mayor intensidad, como consecuencia de un agotamiento de la capa de ozono de la atmosfera (Brash *et al.* 1991); lo anterior ha traído como consecuencia efectos adversos en la piel de personas que van desde eritema hasta cáncer (Taylor y Sober 1996). Ávila-Acevedo y colaboradores (2005) probaron el efecto protector contra la muerte celular inducida por radiación ultravioleta (UV). A 290-320 nm se evaluó, utilizando *Escherichia coli* (*E. coli*) ATCC 25922, como modelo celular. Los resultados mostraron que el extracto metanólico de *B. scordioides* posee una actividad fotoprotectora pronunciada en comparación con el negativo control. La población bacteriana (10^8 células/ml), protegida con extracto metanólico de *B. scordioides*, alcanzó muerte celular a un intervalo de 37 a 65 min. Ese estudio relaciona claramente el uso popular de *B. scordioides* con su efecto fotoprotector. El extracto metanólico de *B. scordioides* tiene propiedades de actividad fotoprotectora; esto puede explicarse por la presencia de compuestos absorbentes de UV en el extracto como verbascósido y linarina. Los resultados muestran que el verbascósido tiene una calidad de fotoprotección mejor que los otros compuestos probados.

Conclusión

Se conocieron los usos medicinales de la planta *Buddleja scordioides* HBK (Salvilla) del Bolsón de Mapimí, Durango, así como sus propiedades como protector solar y su aplicación en la biorremediación. La medicina alternativa es una buena opción segura y eficaz como tratamiento complementario a la medicina convencional o alópata, debido a que su combinación puede potencializar y favorecer el resultado de una terapia; asimismo, puede ayudar a mitigar los efectos adversos como náusea, vómito, fatiga y depresión, posteriores a una quimioterapia.

Literatura Citada

- Ávila-Acevedo JG, Castañeda CMC, Benites FJC, Duran DA, Barroso VR, Martínez CG, Muñoz LJJ, Martínez CA, Romo de Vivar A. (2005). Photoprotective activity of *Buddleja scordioides*. *Fitoterapia* 76:301-309.
- Brash DE, Rudolph JA, Simón JA, Ling A, McKenna GJ, Baden HP, Halperin AJ, Posten J. (1991). A role for sunlight in skin cancer: UV-induced p53 mutations in squamous cell carcinoma. *Proc Natl Acad Sci USA* 88:10124-10128.
- Cortés A.R., Delgadillo A.J., Hurtado M, Domínguez-Ramírez AM, Medina JR, Aoki K. (2006). The Antispasmodic Activity of *Buddleja scordioides* and *Buddleja perfoliata* on Isolated Intestinal Preparations. *Biol Pharm Bull* 29(6):1186-1190.
- Deneb-Camacho M., Hernández-Peruaquia S.I., Lilian-Morfin L. (2009). Tepozán (*Buddleia cordata*). FESC-UNAM. Proyecto PAPIME PE205907
- Ortega S.J.L., Martínez R.A. (2018). Las plantas medicinales del Bolsón de Mapimí. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. México. Encuesta.
- Rzedowsky (1985). La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Diversidad y Orígenes de la Flora Fanerogámica de México. *Ciencias*. 6:47-56.
- Salas-Luévano MA, Manzanares-Acuña E, Letechipía-de León C, Vega-Carrillo HR. (2009). Tolerant and Hyperaccumulators Autochthonous Plant Species from Mine Tailing Disposal Sites. *Asian J Exp Sci* 23(1):27-32.
- Taylor CR, Sober AJ. (1996). Sun exposure and skin disease. *Annual Review of Medicine* 47(1):181-191.

COMPORTAMIENTO FORRAJERO DE PASTO BUFFEL A DOS EDADES DE REBROTE EN CONDICIONES SEMIÁRIDAS

Santiago Joaquín-Cancino¹, Sandra P. Maciel-Torres^{2*}, Oscar G. Barrón-Bravo³, Juan E. Godina-Rodríguez¹; Fernando Lucio-Ruiz¹

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias. Centro Universitario Victoria, Centro de Gestión de Conocimiento. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Noreste, Campo Experimental General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Noreste, Campo Experimental Las Huastecas, Altamira, Tamaulipas, México. C.P. 89610. *Autor de correspondencia: maciel.sandra@inifap.gob.mx

Introducción

El estado de Tamaulipas se posicionó entre los 12 estados del país con mayor inventario de ganado bovino productor de carne con más de 1.3 millones de animales; además, se ubicó en el onceavo y doceavo lugar en inventario caprino y ovino con más de 274 y 253 mil cabezas, respectivamente (SIAP, 2015). La mayor parte de la actividad ganadera se desarrolla en agostaderos (pastizales), donde la mayoría de las plantas son de ciclo estival; es decir, que su mayor actividad biológica se presenta durante la época de lluvias y el resto del año no producen forraje (Hussain *et al.*, 2015); por tal razón se requieren extensiones de 2 a 30 ha para mantener una unidad animal (UA), con un ponderado de 11 ha UA⁻¹ (SAGARPA, 2009). Para incrementar la productividad en los sistemas de producción ganaderos del Estado de Tamaulipas, entre los años 1930 y 1940 se introdujo el pasto Buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) sin. *Cenchrus ciliaris* L.] (Cox *et al.*, 1988), y con ello, se logró disminuir el coeficiente de agostadero de 12 a 4 ha UA⁻¹ (Hanselka, 1985). El rendimiento de materia seca del pasto Buffel es influenciado por genotipo y las fluctuaciones de temperatura y precipitación durante el año (Martínez-López *et al.*, 2014). Estas variables climatológicas hacen que el pasto Buffel se encuentre en estado de latencia con la biomasa seca y al llegar la época lluvias inicie su actividad biológica (Hussain *et al.*, 2015). Asimismo, se debe considerar que la pradera es un ecosistema dinámico y como tal, necesita un manejo estratégico para mantener la producción de forraje y la persistencia de esta (Cruz *et al.*, 2011).

Dentro del manejo de las praderas destacan prácticas como la fertilización y la intensidad y edad de rebrote a la cual se pastorea o se cosecha el forraje (Cruz-Hernández *et al.*, 2017). La edad de rebrote tiene una correlación positiva con el rendimiento del forraje, pero una correlación negativa con la calidad de este; lo anterior como consecuencia de la madurez de la planta que ocasiona cambios en la relación a los componentes morfológicos; es decir, existe una reducción en la proporción de hojas y un incremento en los tallos y el material muerto (Garay *et al.*, 2017b).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la dinámica de rendimiento y acumulación de forraje y los cambios estructurales en función de la edad de rebrote en las épocas de mayor y menor precipitación, así como la altura de la pradera y su efecto en la estructura morfológica en praderas de *Pennisetum ciliare* cv. H-17.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en condiciones de temporal, en la Posta Zootécnica “Ingeniero Herminio García González” de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Las coordenadas geográficas son 23° 56' 26.5" N y 99° 05' 59.9" O, a 193 msnm (INEGI, 2015). El clima del lugar se clasifica como BS1 (h) hw (Vargas *et al.*, 2007); tiene una temperatura media anual de 24 °C y una precipitación media anual de 940 mm, donde la mayor precipitación suele presentarse de mayo a octubre (CONAGUA, 2010). Se utilizó una pradera de pasto Buffel (*Pennisetum ciliare* cv. H-17) de cuatro años. Los tratamientos fueron dos edades de rebrote (4 y 8 semanas). Se utilizaron 8 parcelas experimentales de 5×5 m (25 m²) cada una, donde se colocó aleatoriamente un cuadro fijo de 1 m². Cada parcela experimental se fertilizó con 300, 150, 175 y 125 g de N, P, K y S, respectivamente. Al inicio de experimento se aplicó al voleo todo el fertilizante, a excepción del nitrógeno, que se fraccionó en dos aplicaciones, al inicio de la evaluación de las épocas de máxima y mínima precipitación.

En el mes de mayo se realizó un corte de uniformidad y posteriormente se cosechó el forraje cada 4 y 8 semanas. El forraje cosechado se pesó inmediatamente para determinar el rendimiento de forraje verde (MV) y después se tomó una muestra de 200 g y se separó en los componentes morfológicos: hoja (lámina foliar + vaina), tallo y material muerto (láminas foliares con más del 50% del tejido clorótico). Se estimó el rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de materia seca total (MST^T) y de los componentes morfológicos: hoja (MSh), tallo (MSt) y material muerto (MSmm). Asimismo, se sumaron los rendimientos para obtener la producción durante la época de lluvias (mayo-octubre) y seca (noviembre-abril). Las variables se analizaron con el procedimiento GLM (SAS, 2003) dentro de cada época en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones; cuando se encontró diferencia estadística se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey ($p=0.05$).

Resultados y Discusión

Durante la época de mayor precipitación (mayo-octubre) se presentaron los mayores rendimientos, los cuales disminuyeron hacia el final de esta época; además se presentó una disminución considerable durante el mes de agosto debido al fenómeno conocido como “canícula”. El rendimiento promedio durante la época de mayor precipitación fue de 1.37 y 3.13 $t\ ha^{-1}$, para las 4 y 8 semanas de rebrote, respectivamente (Figura 1). Durante la época de menor precipitación (noviembre-abril), los mayores rendimientos se presentaron al final de esta época. Los rendimientos promedio durante esta época fueron de 0.10 y 0.36 $t\ ha^{-1}$, para las semanas 4 y 8, respectivamente (Figura 1).

Cabe mencionar que durante la época de menor precipitación se presentó una amplitud térmica extremosa, que fue más notable en el mes de febrero, donde la temperatura osciló entre 6 y 36 °C (Figura 1). Los rendimientos observados en el pasto Buffel durante la época de máxima precipitación fueron influenciadas principalmente por la disponibilidad de humedad (620 mm de precipitación) y las temperaturas relativamente altas, que fueron de 21 y 36 °C, temperatura mínima y máxima promedio, respectivamente; condiciones que favorecieron el crecimiento activo del forraje (Martínez-López *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2014). Por otro lado, lo observado durante la época de menor precipitación fue resultado de la poca disponibilidad de humedad (148 mm) y el marcado descenso en la temperatura (14 y 31 °C, mínima y máxima promedio, respectivamente), que, en el mes de enero, la temperatura mínima osciló entre 6 y 14 °C. Se ha documentado que, en las gramíneas tropicales, como es el caso de el pasto Buffel, cuando la temperatura desciende por debajo de los 15 °C, se interrumpe la respiración y la fotosíntesis, por lo cual, inevitablemente se detiene el crecimiento de la planta (Durán *et al.*, 2011).

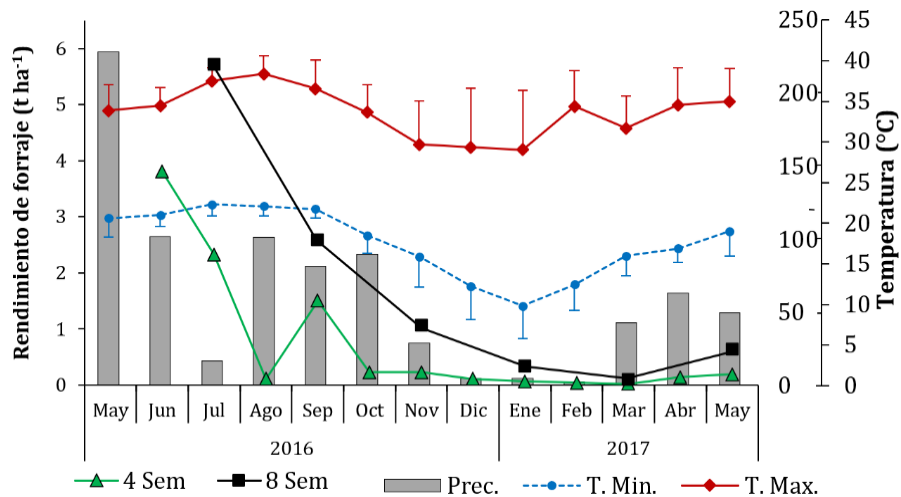


Figura 1. Rendimiento de forraje en *Pennisetum ciliare* cv. H-17, cosechado a dos edades de rebrote (Sem: semanas) y distribución de la precipitación mensual acumulada (Prec.) y temperatura máxima (T. Max.) y mínima (T. Min.) mensual promedio registradas durante la evaluación.

El rendimiento de MSTT durante la época de máxima precipitación fue similar ($p>0.05$) entre las edades de rebrote, con un promedio de 8.37 t ha^{-1} . Sin embargo, durante la época de mínima precipitación se observaron diferencias en el rendimiento de MSTT entre las edades de rebrote ($p\leq 0.05$), donde el mayor rendimiento mayor se presentó a las 8 (0.91 t ha^{-1}). La época afectó el rendimiento, ya que este disminuyó 90 % en la época de mínima precipitación. Por otra parte, el rendimiento anual de MSTT no se modificó por la edad de rebrote ($p>0.05$), con promedio de 9.13 t ha^{-1} (Cuadro 1). Durante la época de mayor precipitación, cuando se cosechó el forraje a las 4 semanas se presentó el mayor rendimiento ($p\leq 0.05$) de MSh, con un valor promedio de 6.65 t ha^{-1} . A las 8 semanas, se observó que el rendimiento de MSh disminuyó 21 %, con respecto a la cuarta semana de rebrote (Cuadro 1). La edad de rebrote, durante la época de mayor precipitación, afectó significativamente ($p\leq 0.05$) el rendimiento de MSt; en este sentido, a la octava semana se registró el valor mayor ($2.27 \text{ vs. } 1.12 \text{ t ha}^{-1}$). La MSmm presentó una tendencia similar a la MSt, donde la cuarta semana de rebrote se presentó el menor rendimiento ($p\leq 0.05$), con un valor promedio de 0.29 t ha^{-1} ; mientras que a las 8 semanas el rendimiento de MSmm fue mayor (0.94 t ha^{-1}). Durante la época de menor precipitación no hubo presencia de tallos y material muerto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento (MS; t ha^{-1}) de forraje y componentes morfológicos de *Pennisetum ciliare* cv. H-17, a dos edades de rebrote en las épocas de máxima (mayo-octubre 2016) y mínima (noviembre 2016-abril 2017) precipitación.

Variable	Edad de rebrote (semanas)	Máxima precipitación	Mínima precipitación	Rendimiento anual
Total	4	8.21 a	0.57 b	8.76 a
	8	8.55 a	0.92 a	9.47 a
Hoja	4	6.80 a	0.57 b	7.37 a
	8	5.33 b	0.92 a	6.25 b
Tallo	4	1.12 b	--	1.12 b
	8	2.27 a	--	2.27 a
Material muerto	4	0.29 b	--	0.29 b
	8	0.94 a	--	0.94 a

Literales diferentes entre las filas (a, b), indican diferencia estadística significativa (Tukey; $p=0.05$).

En el presente estudio se obtuvieron rendimientos de MSTT entre 8.76 y 9.47 t ha^{-1} , mientras que Saini *et al.* (2007), al evaluar diferentes cultivares de *Pennisetum ciliare*, reportaron rendimientos que oscilaron entre 8.00 y 12.00 t ha^{-1} ; estas diferencias probablemente se deban a factores ambientales (precipitación y temperatura) y de manejo (cosecha a diferente edad de rebrote), determinaron la dinámica en el rendimiento de la materia seca y la proporción de los componentes morfológicos.

Los mayores cambios se presentaron durante la estación de mayor precipitación. Como resultado del crecimiento activo del pasto y como consecuencia, se dio mayor recambio de tejidos (Castro *et al.*, 2013). Asimismo, Santos *et al.* (2014), mencionaron que el incremento en la temperatura acelera el crecimiento de la planta y esto provoca que la senescencia del forraje sea más pronto. Por otra parte, durante la época de menor precipitación, se observó menor rendimiento de forraje; esto según Cruz *et al.* (2011), se debe a una menor tasa de crecimiento, lo cual se ve reflejada en menor acumulación de materia seca y que el componente que más aportan al rendimiento es la hoja.

Conclusiones

La producción forraje de pasto Buffel fue estacional, con mayor rendimiento durante la época de mayor precipitación (mayo-octubre), donde el 90 % de la producción anual de forraje se dio durante esta época. Asimismo, al incrementar la edad de rebrote de 4 a 8 semanas se reduce significativamente (21%) la proporción de hojas, lo que traería como consecuencia la disminución del valor nutritivo del forraje.

Literatura Citada

- Castro, R., A. Hernández, O. Ramírez, G. Aguilar, J. F. Enríquez y S. I. Mendoza. 2013. Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 4(2):201-215.
- Cox, J. R., M. H. Martin-R, F. A. Ibarra-F, J. H. Fourie, N. F. G. Rethman and D. G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African grasses. *Journal of Range Management* 41:127-139.
- Cruz, A., A. Hernández, J. Enríquez, A. Gómez, E. Ortega y N. Maldonado. 2011. Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 2:429-443.
- Cruz-Hernández, A., A. Hernández-Garay, E. Aranda-Ibañez, A. J. Chay-Canul, C. Márquez-Quiroz, A. R. Rojas-García, and A. Gómez-Vázquez. 2017. Nutritive value of Mulato Grass under different grazing strategies. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 4(10):65-72.
- Durán P., N., J. A. Ruiz C., D. R. González E., G. Núñez H., F. J. Padilla R., S. H. Contreras R. 2011. Temperaturas cardinales de desarrollo en la etapa siembra-emergencia de 11 pastos forrajeros. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 2(3):347-357.
- Garay, J. R., S. Joaquín, P. Zárate, M. A. Ibarra, J. C. Martínez, R. P. González, and E. G. Cienfuegos. 2017b. Dry matter accumulation and crude protein concentration in *Brachiaria* spp. cultivars in the humid tropics of Ecuador. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 5(2):66-76.
- Hanselka, C. W. 1985. Grazing management strategies for buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.). In: Runge, E. C. A. and J. L. Schuster (eds). *Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality* Proceedings of Texas A&M University Research Extension Center Symposium. Texas, USA. pp: 22.
- Hussain, M. Z., G. Saraswathi, C. Lalammawia, D. Otieno, K. Paliwal and J. Tenhunen. 2015. Leaf and ecosystem gas exchange responses of Buffel grass dominated grassland to summer precipitation. *Pedosphere* 25(1):112-123.
- INEGI. 2015. Anuario estadístico y geográfico de Tamaulipas 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México. 521 p.
- Martínez-López, J. R., E. Gutiérrez-Ornelas, M. A. Barrera-Silva and R. Retes-López. 2014. Simulación estocástica para praderas de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en Marín, N. L., México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 17:87-104.
- SAGARPA. 2009. Coeficientes de agostadero por entidad (hectárea por unidad animal). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/02_agrican/d2_agrican04_06.pdf
- Saini, M. L., P. Jain and B. N. Joshi. 2007. Morphological characteristics and nutritive value of some grass species in an arid ecosystem. *Grass and Forage Science* 62(1):104-108.
- Santos, R. M., T. V. Voltolini, F. Angelotti, S. T. Aidar and A. R. M. Chaves. 2014. Productive and morphogenetic responses of buffel grass at different air temperatures and CO₂ concentrations. *Revista Brasileira de Zootecnia* 43(8):404-409.
- SAS. 2003. The SAS 9.1 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. USA.
- SIAP. 2015. Bovino carne y leche. Población ganadera 2006-2015. <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera>
- Vargas, T. V., R. M. E. Hernández, L. J. Gutiérrez, D. C. J. Plácido y C. A. Jiménez. 2007. Clasificación climática del Estado de Tamaulipas, México. *CienciaUAT* 2(2):15-19.

DIAGNÓSTICO EN LA ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN DE LAS CABRAS EN LOS MUNICIPIOS DE MATAMOROS Y VIESCA COAHUILA

Leonardo Iván Vélez Monroy^{1*}, Adán Ulises Chávez Solís², José Verastegui Chávez¹, Manuel de Jesús Flores Nájera¹, Gerardo García Espino¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna, José Santos Valdez # 1200 Col. Centro, Matamoros, Coahuila, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Ctra. Celaya - San Miguel de Allende, Km 6.5 Celaya, Guanajuato, México.

*Autor de correspondencia: velez.leonardo@inifap.gob.mx

Introducción

En el ganado caprino, la alimentación es de vital importancia para el desarrollo adecuado de los hatos caprinos. En México, existen alrededor de 8.7 millones de cabras (SIAP 2018), en su mayoría de mezcla de razas (Montaldo et al 2010). En las zonas áridas y semiáridas del norte de México, las cabras pastan de la vegetación nativa del propio ecosistema (Tovar-Luna 2009) Estas áreas de pastoreo se caracterizan por suelos pobres, de baja calidad y con escasas lluvias (Huenneke et al., 2002) la vegetación predominante de estas áreas es la ideal para este tipo de ganado, debido a sus características anatómicas propias de las cabras (Mellado 2016). La gran mayoría de los productores dependen de forrajes de agostadero y su disponibilidad de él a lo largo de todo el año. Por lo que, es necesario conocer cómo se comporta la alimentación del ganado caprino en los municipios de Matamoros y Viesca Coahuila (PRODETER MATAMOROS-VIESCA).

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en los municipios de Matamoros y Viesca del estado de Coahuila. El municipio de Matamoros se encuentra localizado entre los paralelos 25° 23' y 25° 48' de latitud norte; los meridianos 103° 23' y 103° 03' de longitud oeste; altitud entre 1 100 y 1 700 msnm. Colinda al norte con los municipios de Francisco I. Madero y San Pedro; al este con los municipios de San Pedro y Viesca; al sur con el municipio de Viesca; al oeste con el estado de Durango y el municipio de Torreón. Se localiza a una distancia aproximada de 248 kilómetros de la capital del estado. Cuenta con una superficie de 806.17 kilómetros cuadrados que representa el 0.5% de la superficie del estado. Cuenta con 295 localidades y una población total de 99 707 habitantes. El municipio de Viesca se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 102°48 '16" longitud oeste y 25°20 '28" latitud norte, a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Matamoros y San Pedro, Coahuila; al sur limita con el estado de Zacatecas, al este con el municipio de Parras y al oeste con el municipio de Torreón. Se localiza a una distancia aproximada de 238 kilómetros de Saltillo la capital del estado de Coahuila. Cuenta con una superficie de 4,409.96 kilómetros cuadrados, que representan el 2.90% del total de la superficie del estado (INEGI, 2015).

Se aplicó a 314 productores de ambos municipios que forman parte del PRODETER MATAMOROS-VIESCA una encuesta desarrollada por INIFAP. Del total de las encuestas, se tomaron 45 de ellas, las cuales son exclusivas de caprinocultores. Los datos analizados fueron organizados en una hoja de cálculo Excel, para caracterizar la alimentación de las cabras. Se calculó estadística descriptiva frecuencias, porcentajes y medidas de estadística descriptiva (media, moda, máximo y mínimo) en una hoja de cálculo del programa Excel del paquete Microsoft Office®.

Resultados y Discusión

En la figura 1 vemos la cantidad de productores que cuentan con forraje para proporcionarle al ganado de diversas formas como agostadero, praderas, rastrojos, forrajes de corte, ensilados y henos o pacas durante todo el año, en época de lluvias, y en época de secas. La cantidad de productores que cuentan con forraje de agostadero todo el año es de 33, quienes representan el 60% del total de los encuestados.

Una minoría de productores aportan forrajes al ganado en la época de lluvias, siendo solo un 9.1% de los productores que dan diferentes rastrojos durante parte de este tiempo y un 7.3% dan diferentes forrajes de corte. En la época de secas es cuando los productores aportan más forraje debido a la falta de forraje disponible, ya que el 22% de ellos dan rastrojos de diferentes tipos, el 16% de ellos dan diferentes forrajes de corte y el 24% de ellos dan forrajes secos en henos o pacas.

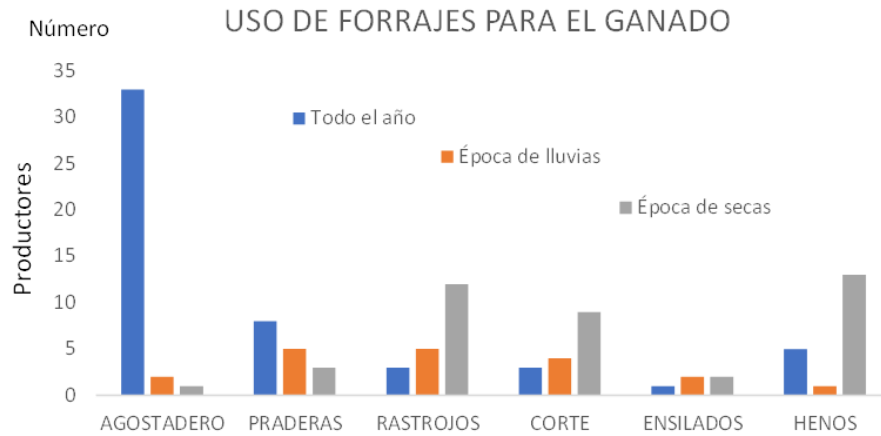


Figura 1. En esta gráfica podemos apreciar la manera que se comporta la alimentación de los caprinos en diferentes épocas del año. En barras de color azul se muestra el tipo de forraje en las diferentes formas que se tienen en todo el año. Las barras en color naranja muestran el forraje que se aporta en la época de lluvias y las barras en color gris muestran los forrajes disponibles en sus diferentes formas en la época seca.

Otra de las fuentes de alimentación de los caprinos son algunos alimentos que pueden dar en diferentes épocas del año como complementos. Dentro de estos alimentos podemos encontrar los concentrados comerciales, algún tipo de concentrados elaborados por los propios productores, complementos a base de granos, suplementos a base de minerales aplicados de forma parenteral como el selenio o en bloques nutricionales o en polvo como los minerales o la sal común, también suplementos a base de vitaminas como las vitaminas ADE o algunos otros como la melaza con urea u otros.

De la misma manera como se ha estado viendo en lo relacionado a la alimentación, la mayoría de los productores no proporcionan forrajes o alimentos que puedan ayudar como complementos en la alimentación del ganado caprino. Solo 13 productores de 55 proporcionan alimento concentrado comercial durante todo el año, esto representa solo el 23.6% de los productores. Otros suplementos que los productores ofrecen a su ganado durante todo el año es la sal común. El 20% de los productores (11) dijeron que la ofrecen durante todo el año. Otra parte de los productores ofrecen sales minerales en polvo 14 de 55 que equivalen al 25.4%. Diez productores (18.1%) mencionan que ofrecen a lo largo del año bloques minerales al ganado caprino. Otros 16 productores (29%) dicen que aplican vitaminas generalmente ADE a lo largo del año.

En las épocas específicas como lo son la época de lluvias o la época de secas, muy pocos productores proporcionan algún complemento alimenticio, solo algunos que proporcionan minerales o vitaminas. Esto se puede ver de manera más amplia en la figura 2.

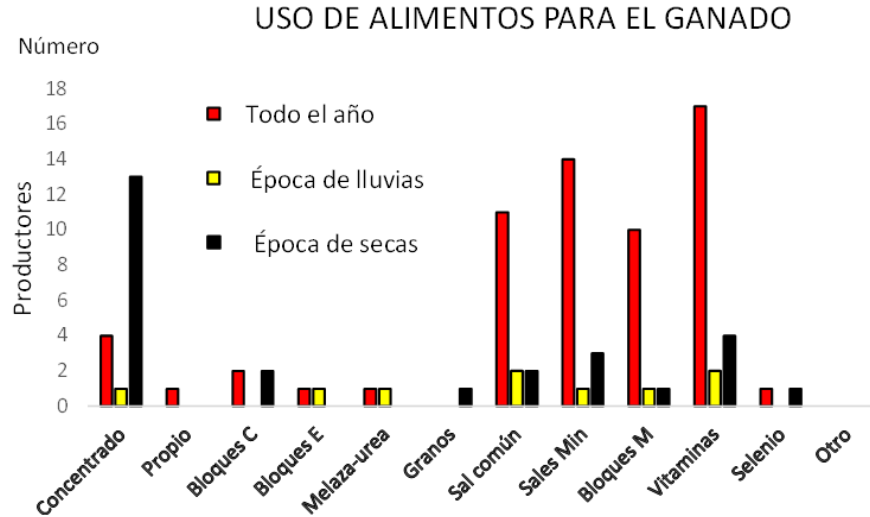


Figura 2. En esta gráfica podemos apreciar la manera que se comporta la alimentación a base de concentrados de los caprinos en diferentes épocas del año. En barras de color naranja se muestran los diferentes concentrados que se proporcionan durante todo el año. Las barras en color amarillo muestran los diferentes concentrados que se aplican de forma exclusiva en la época de lluvias. Las barras en color negro muestran los concentrados que se proporcionan exclusivamente en la época de secas. Nota: las letras que se encuentran después de bloques significan C (comercial), E (elaborado) y M (minerales).

Conclusión

Se concluye que la caprinocultura que está dentro del territorio Prodeter Matamoros-Viesca, en su mayoría depende de los forrajes que se encuentran disponible en los agostaderos y que los forrajes de corte, los forrajes henificados y los rastrojos los utilizan mayormente en la época de secas. Respecto a los alimentos que se utilizan como complementos para el ganado caprino, el concentrado es el que se utiliza principalmente en la época de secas. Los minerales como la sal común, sales minerales en polvo, sales minerales en bloque y las vitaminas se utilizan mayormente durante todo el año.

Literatura Citada

- Huenneke, L. F., Anderson, J. P., Remmenga, M., Schlesinger, W. H., 2002. Desertification alters patterns of aboveground net primary production in Chihuahuan ecosystem. *Global Change Biology*. 8, 247-264.
- Mellado M., 2016. Dietary selection by goats and the implications for range management in the Chihuahuan Desert: a review. *Rangeland journal*. 38, 331-341.
- SIAP 2018. <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762?idiom=es> Accessed date. 15/12/2020.
- Tovar-Luna, I., 2009. Goat production in Mexico- Overview of the industry and its production practices. *Proceeding of the 24th Annual Goat Field Day*, Langston University, April 25.
- INEGI. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades, Octubre 2015. <http://www.microregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=05&mun=033>
- INEGI. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades, Octubre 2015. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=05&mun=036>

TASA DE MINERALIZACIÓN DE SISTEMAS BAJO DIFERENTES LABRANZAS DEL ALTIPLANO POTOSINO

Kassandra Santellanez-Arreola^{1*}, Erika Nava-Reyna², Vicenta Constante-García², Miguel Ángel Martínez-Gamiño³, Jesús Arreola-Ávila¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional de Zonas Áridas, km 40 Ctra Gómez Palacio - Cd. Juárez, Chih., Bermejillo, Dgo. C. P. 35230. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. Canal del Sacramento km. 6.5, C.P. 35140, Gómez Palacio, Durango, México. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Región Noreste, Campo Experimental Rio Bravo Ctra. Matamoros - Reynosa Km. 61, C.P. 88900, Rio Bravo, Tamaulipas. *Autor de correspondencia: ksantellaneza@chapingo.urruza.edu.mx

Introducción.

El suelo contribuye en un extenso número de procesos biológicos en ecosistemas naturales y bajo manejo. Las medidas de manejo agrícola, particularmente las prácticas de labranza, afectan la biodiversidad del suelo, induciendo cambios biofísicos y bioquímicos (Morales-Betancourt, J. A. & Estevéz-Varón, 2006). El empleo de labranzas tiene como objetivo remover la superficie edáfica e incrementar la disponibilidad de la materia orgánica del suelo (MOS). Aunque cabe mencionar, que la remoción desmedida del suelo ha provocado consecuencias desfavorables sobre la estabilidad de dicho recurso. Es decir: conllevan a la compactación del suelo, la baja captación de nutrientes por parte de las raíces de la planta, e incluso la disminución de la infiltración (Somoza *et al.*, 2018; Valdivieso-pérez *et al.*, 2012).

La perturbación del suelo, además de modificar su estabilidad repercute en los microorganismos, los cuales tienen un rol indispensable en los ciclos biogeoquímicos como el del carbono (C) y nitrógeno (N). Provoca, la modificación de la biomasa microbiana en el suelo (BMS), que posee efectos sobre la disposición, descomposición de residuos vegetales, la tasa de mineralización de la MOS y procesos de humificación (Cheng *et al.*, 2017). La medición del impacto en la salud del suelo es factible a través de sus parámetros fisicoquímicos y biológicos, como una manifestación del manejo al que es sometido. (Yin *et al.*, 2018). Uno de los indicadores de la actividad biológica es la mineralización, causada por la respiración basal, la cual, representa la oxidación de la MOS hasta la formación de dióxido de carbono (CO₂) por organismos aeróbicos del suelo, mediante procesos metabólicos que descomponen moléculas orgánicas para liberar energía, agua y CO₂ en una célula (Guerrero *et al.*, 2012).

En los últimos años, se han desarrollado prácticas sustentables para los procesos de cultivo y de esta manera obtener una mejora en la calidad y estabilidad las propiedades del suelo. Con la promoción del uso de tecnologías de producción que garanticen la reducción de emisiones de C mediante su secuestro in situ como la labranza de conservación; aumenta la mejora a la estructura del suelo, incrementa su fertilidad y conservan su humedad (Cueto *et al.* 2005). En relación con lo anterior, se desarrolló la presente investigación para evaluar los procesos biológicos de mineralización implicados en la descomposición de la MOS y el secuestro de C, en diferentes métodos de labranza con un efecto acumulado de 25 años de manejo.

Materiales y métodos.

Área de estudio. El estudio se llevó a cabo en el lote experimental en el Campo Experimental INIFAP, ubicado en Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí. Se evaluaron siete tratamientos distribuidos en un diseño de bloques al azar y dos repeticiones. Cada tratamiento se estableció en parcelas de 10 surcos a 0.80 m entre sí o cinco camas de 1.60 m por 30.0 m de largo. (Cuadro 1), los cuales han estado bajo manejos por 25 años. Los tratamientos se realizaron antes de la siembra de maíz (Ceres XR-45, 69,000 plantas/ha), avena (Cauhtémoc, 60 kg/ha) y triticale forrajero (Arne, 60 kg/ha) asociado con chícharo (20 kg/ha). Para maíz, se fertilizó con la fórmula 200-100-00, mientras que para avena y triticale forrajero se empleó el tratamiento de fertilización 90-40-00. En todos los cultivos se aplicó el 50% del nitrógeno y 100% del fósforo en la siembra y el 50% restante de nitrógeno en la primera escarda.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos.

T1. Barbecho+ rastra.	Es el tratamiento tradicional de preparación del suelo (Se voltea el suelo de 25 a 30 cm de profundidad).
T2. Rastra.	Rastra (los discos de la rastra penetren como mínimo 12 cm de profundidad).
T3. Multiarado.	De 1995 a 2018 se trabajó con rastra y labranza vertical. Su manejo actual es de labranza cero.
T4. Labranza cero + 0% cobertura.	Labranza cero sin cobertura de rastrojo. Siembra directa.
T5. Labranza cero + 33% cobertura.	Labranza cero con 33% de cobertura (1.3 t/ha de rastrojo anual).
T6. Labranza cero + 66% cobertura.	Labranza cero con 66% de cobertura (2.6 t/ha de rastrojo anual).
T7. Labranza cero + 100% cobertura.	Labranza cero con 100% de cobertura (4 t/ha de rastrojo anual).

Muestreo y disposición de la muestra. Se tomaron 4 muestras de suelo al azar de 0-10 cm de cada tratamiento, y se formó una muestra compuesta del suelo. El suelo fue secado al aire, los residuos vegetales se descartaron, y finalmente se tamizó directamente a 2 mm de tamaño de partícula antes del análisis.

Mineralización del carbono. Estimada mediante la respiración basal fue medida como la emisión de CO₂ liberado durante la respiración aerobia y absorbido en una solución alcalina de NaOH, como índice de la tasa de respiración se obtiene Na₂CO₃ y agua, productos de la reacción química. El resultado se interpreta como mg de CO₂-C/gramos de suelo al día (Anderson, 1982).

Análisis estadístico. Se realizó prueba One-Way ANOVA para muestras independientes pruebas de Tukey al 95% de confianza en el programa IBM SPSS Statistics 25 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Resultados y Discusión.

Existe diferencia significativa entre tratamientos y el tiempo, pero no en la interacción de ambas variables. En la Figura 1 se puede observar que, al inicio del análisis, existió diferencia significativa y la mayor tasa de mineralización se obtuvo en el tratamiento 6 y 7 (F=7.210, P=0.001). Conforme pasaron los días de evaluación situando el día 21, también existieron diferencias significativas, los tratamientos 6 y 7 mantuvieron su prevalencia sobre los demás tratamientos, mientras que la tasa de mineralización más baja se presentó en T4 y T5 (F=9.578, P=0.000). Y finalmente en el día 56 (F=10.068, P=0.000), la mayor tasa de mineralización se obtuvo en el tratamiento 7, mientras que la menor tasa fue en T4, existiendo diferencia significativa a lo largo de todo el experimento.

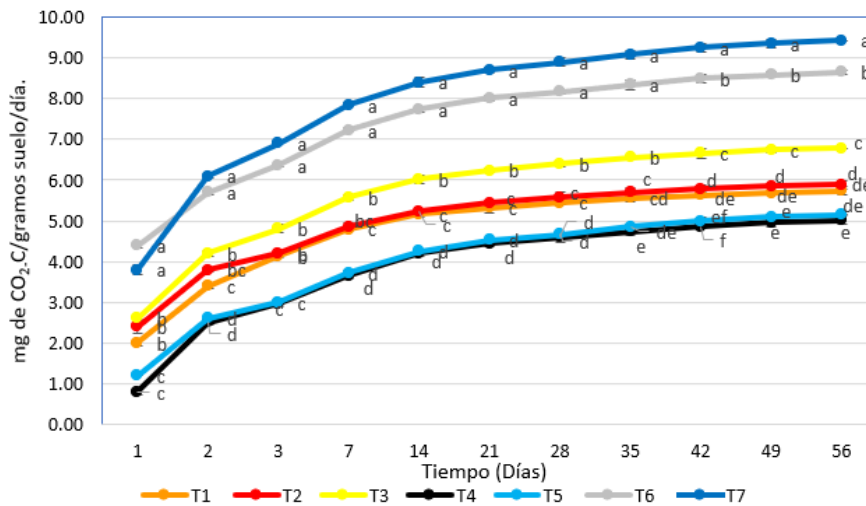


Figura 1. Tasa de mineralización en los diferentes tratamientos (mg CO₂.C/gramos suelo/día). Las letras indican diferencia significativa (P<0.05).

Las similitudes entre los valores de los tratamientos de labranza convencional podrían estar relacionados a la naturaleza de las actividades implicadas en la remoción del suelo, y debido a esto, la BMS responde de la misma manera ante tales perturbaciones, beneficiando su acceso a diferentes sustratos, entre ellos la MOS. Mientras que en los tratamientos de labranza de conservación los cuales tienen un porcentaje bajo de cobertura vegetal se presenta la tasa más baja de respiración en consideración todas las evaluaciones de tiempo, que podría ser resultado de una baja disponibilidad de MOS en los centímetros más profundos del suelo, a causa de la labranza cero. En contraste, los tratamientos con mayor porcentaje de cobertura vegetal, presentaron una tasa de respiración más alta a comparación de los otros tratamientos, se estima que una mayor cobertura vegetal propicia el porcentaje de humedad y retención de agua en las capas edáficas más superficiales, favoreciendo la proliferación de la BMS y sus procesos metabólicos liberando agua y CO₂ al medio.

En el estudio de Montenegro (2018), se obtuvo que en parcelas con manejos de cobertura vegetal la mayor tasa de respiración se dio en las áreas con mayor porcentaje de humedad y precipitación, por lo que se estima que estos parámetros son limitantes para el desarrollo metabólico de la BMS. Schmidt *et al.*, (2013) también encontraron mayor actividad microbiana en las áreas de producción orgánica que en las áreas de producción convencional al comparar dichos sistemas. Sampaio *et al.*, (2008), al estudiar el impacto de los sistemas agrícolas convencionales y fruta orgánica en indicadores biológicos de calidad del suelo, encontró que la adopción de sistema orgánico, aumentó la actividad microbiana y el contenido de carbono orgánico del suelo, mostrando beneficios para este sistema agrícola. Además, el establecimiento de una cubierta vegetal aumenta el porcentaje de MOS y permanentemente contribuye a mantener el carbono en el suelo (Lessard, *et al.*, 2010), lo que implicaría en una disminución del carbono liberado a la atmósfera. La respiración basal del suelo aumentó con la adopción de prácticas de manejo conservacionista, que muestra una mejora en la actividad microbiológica del suelo con los consiguientes beneficios para las características del suelo. El empleo de coberturas vegetales en sistemas agrícolas, puede permitir la disminución del agotamiento del sistema a largo plazo, en cuanto a la capacidad productiva de los suelos; con la expectativa de mejorar características del suelo, entre las que se puede evaluar la biomasa microbiana, que constituye una indicación de la respuesta a la gestión, el cambio ambiental, la perturbación del sitio, e incluso, la contaminación del suelo.

Literatura Citada

- Anderson, J. P. E. (1982). *Soil Respiration*. 9(9), 831–871. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c41>
- Cheng, Y., Wang, J., Wang, J., Chang, S. X., & Wang, S. (2017). The quality and quantity of exogenous organic carbon input control microbial NO₃- immobilization: A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 115, 357–363. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.09.006>
- Cueto W., J.A., Castellanos R., J.Z., Figueroa V., U., Cortés J., J.M., Reta S., D.G. y Valenzuela S., C. (2005). *Uso sustentable de desechos orgánicos en sistemas de producción agrícola*.
- Guerrero, P., Quintero, R., Espinoza, V., Benedicto, G., & Sanchez, M. (2012). Respiración de CO₂ como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de *Lupinus*. *Terra Latinoamericana*, 355–362.
- Morales-Betancourt, J. A., Estevéz-Varón, J. V. (2006). *El Páramo: ¿Ecosistema En Vía De Extinción?* 22, 39–51.
- Montenegro Benavidez, Z. E. (2019). Efecto de la cobertura vegetal sobre parámetros del suelo de parcelas de granos básicos, en tres comunidades de Estelí y Yalagüina. (Doctoral dissertation, Universidad Católica del Tópico Seco).
- Lessard L., R., Gignac, D., & Rochette, P. (2010). El ciclo del carbono: 1-3.
- Sampaio, D. B., Araújo, A. S. F. de, & Santos, V. B. dos. (2008). Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(2), 353–359. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542008000200001>
- Schmidt, R. O., Sana, R. S., Leal, F. K., Andrezza, R., Camargo, F. A. de O., & Meurer, E. J. (2013). Biomassa e atividade microbiana do solo em sistemas de produção olerícola orgânica e convencional. *Ciência Rural*, 43(2), 270–276. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000200013>
- Somoza, A., Vazquez, P., & Zulaica, L. (2018). Implementación de buenas prácticas agrícolas para la gestión ambiental rural. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 44(3), 398–423.
- Valdivieso-pérez, I. A., García-barrios, L. E., & Nahed-toral, D. Á. J. (2012). De Maizales a Potreros: Cambio En La Calidad Del Suelo. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 363–374.
- Yin, H., Pflugmacher, D., Li, A., Li, Z., & Hostert, P. (2018). Land use and land cover change in Inner Mongolia - understanding the effects of China's re-vegetation programs. *Remote Sensing of Environment*, 204(December 2016), 918–930. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.08.030>

CRECIMIENTO VEGETATIVO DE VID FLAME SEEDLESS EN CUATRO TIPOS DE INJERTOS

Manuel Antonio Galindo-Reyes¹, René Felix Domínguez López², Alejandro Esparza Esparza²,
Luis Martín Macías Valdez¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Pabellón. ²Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes. *Autor de correspondencia: galindo.manuel@inifap.gob.mx

Introducción

El uso de la injertación en el cultivo de la vid tuvo su origen en la lucha contra la filoxera. Sin embargo, actualmente la injertación se emplea para mejorar la adaptación de la vid al terreno, como por ejemplo en los suelos calizos, y para controlar ciertas plagas del suelo (May, 1994). También, se ha detectado que la injertación en vid incrementa la producción debido a mayor resistencia a diferentes plagas y enfermedades; además de la adaptabilidad a diferentes tipos de suelo (Cabezuelo, 1998). Sin duda, la injertación en vid mejora el crecimiento, rendimiento, calidad de fruto y la vida productiva de la parra.

En frutales, para lograr que el injerto sea exitoso se recurre al uso de diferentes técnicas de injertación; en el caso de la vid los injertos más empleados son: hendidura diametral, de yema en escudete y tipo omega (Hartmann *et al.*, 1997). No obstante, el método de injerto más usado, tanto en viveros como en los viñedos comerciales es el injerto en hendidura diametral; este método tiene como ventajas, facilidad de ejecución, alto prendimiento, entre otros (Cuya, 2013). En general, el mejor método de injertación en vid será aquel que sea fácil de realizar, promueva el mayor prendimiento y fácil manejo postinjerto.

Actualmente, en Aguascalientes y Zacatecas se utiliza el método de injertación de hendidura diametral o tipo madero; sin embargo, existen otros tipos de injertos que pueden tener otras ventajas. Por esta razón el objetivo de la presente investigación fue evaluar cuatro tipos de injerto sobre el crecimiento vegetativo de las plantas de vid de la variedad Flame Seedless.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló en el Campo Experimental Pabellón, perteneciente al Inifap. Dicho Campo Experimental se ubica en el estado de Aguascalientes; cuya localización es 22° 09' Latitud Norte y 102° 16' Longitud Oeste y 1,920 m de altitud. El suelo es de textura franca, materia orgánica entre 1.0 y 1.5%, profundidad entre 0.5 y 0.6 m, con pH entre 7.5 y 8.0.

La investigación se realizó en un viñedo en el Campo Experimental Pabellón, desde finales del mes de febrero hasta finales del mes de abril del año 2020. En este experimento se evaluaron cuatro tipos de injerto, injerto de astilla o yema, injerto de hendidura lateral, injerto inglés compuesto e injerto de hendidura diametral o tipo Madero. Se usó un diseño completamente al azar y cinco repeticiones. Para ello se consideraron cinco plantas por repetición y la injertación se hizo durante cinco días cuando la planta estaba por terminar el letargo; es decir, se realizó una repetición por día.

Como portainjerto se utilizaron plantas de 5BB de dos años y medio de edad ubicadas entre líneas de tres metros y entre plantas de dos metros. Además, como variedad se usó Flame Seedless y las yemas se obtuvieron de un viñedo comercial sano y productivo. Una vez las plantas injertadas se fertilizaron y se regaron de acuerdo con las recomendaciones de la región para viñedos jóvenes; no obstante, se evitó regar tres días antes y 10 después de realizar los injertos. También, después del proceso de injertación y cuando se inició la brotación de las yemas se eliminaron las feminelas que emergían para favorecer la brotación de la yema principal. Como variables de respuesta se estimó el porcentaje de prendimiento del injerto, mismo que se registró entre los 15 y 60 días después de la injertación. También, se evaluó la longitud o la altura del brote y número de hojas por planta. Con los datos originales se calcularon promedios y se elaboraron figuras mediante el software Microsoft Excel.

Resultados y Discusión

El crecimiento vegetativo de la vid depende de varios aspectos como entre ellos la variedad y la injertación (Piña y Bautista, 2004). En vid, el crecimiento se expresa en longitud, número de hojas, peso, área foliar, entre otros; generalmente se representa bajo la modalidad de una curva sigmoideal parecida a la observada en la mayoría de los vegetales (Harpe y Visser, 1985).

En esta investigación la brotación acumulada de yemas o prendimiento se inició antes de los 30 días después del injerto, excepto para el injerto en yema o astilla, donde la brotación se detectó después de los 33 días (Figura 1).

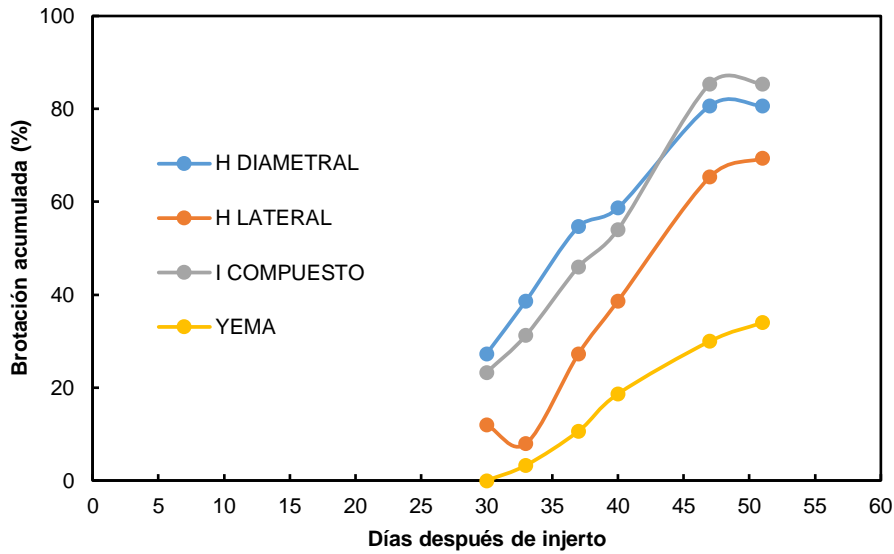


Figura 1. Brotación acumulada en planta de vid Flame Seedles en función de cuatro tipos de injerto.

Las plantas que recibieron el injerto diametral y el injerto ingles compuesto mostraron el más alto porcentaje y la mayor velocidad de prendimiento que el resto de los tipos de injerto (Figura 1). La altura de planta o longitud del injerto resultó superior (25 cm) para el injerto tipo diametral seguida por las plantas tratadas con el injerto ingles compuesto (Figura 2).

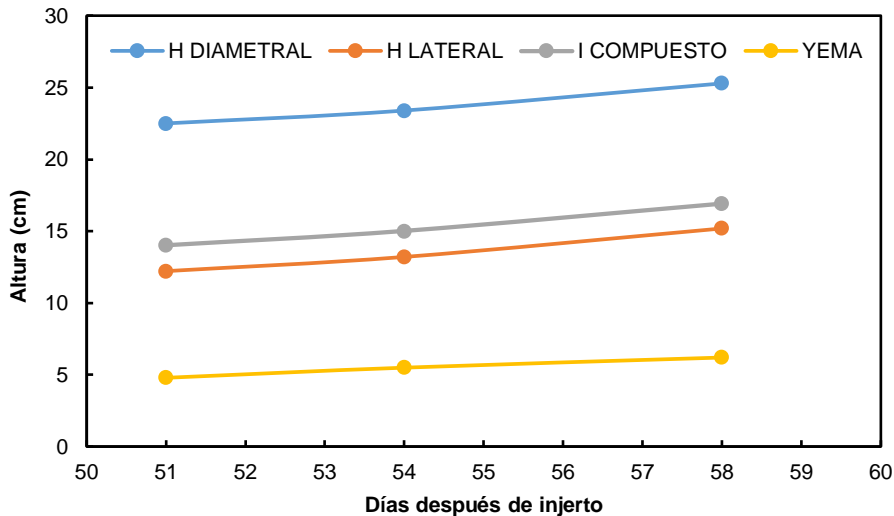


Figura 2. Altura o longitud de brote de la planta de vid Flame Seedles en función de cuatro tipos de injerto.

En el número de hojas por brote o por planta nuevamente las plantas injertadas mediante el injerto diametral presentaron una mayor expresión (Figura 3), lo que evidencia que este tipo de injerto genera un mayor vigor de planta respecto a las demás técnicas de injertación.

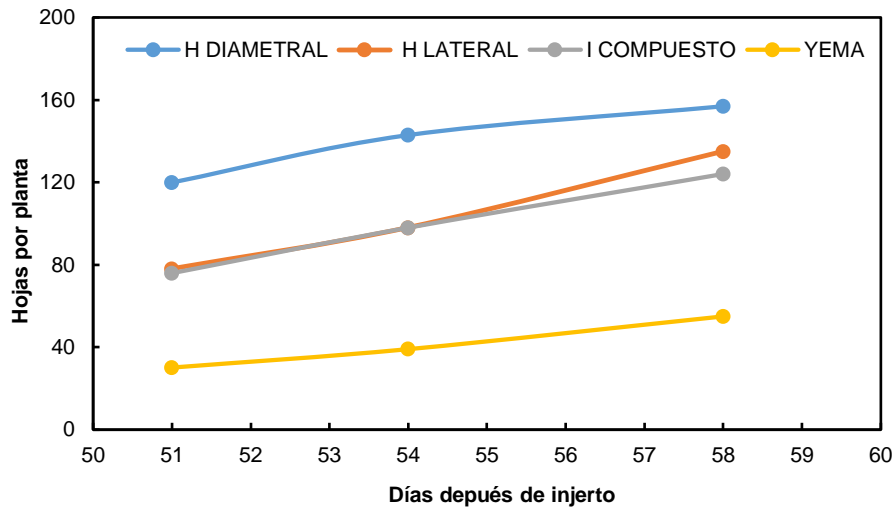


Figura 3. Número de hojas por planta de vid Flame Seedles en función de cuatro tipos de injerto.

Conclusiones

Los injertos de hendidura diametral e injerto inglés compuesto registraron porcentaje más alto de prendimiento y la mayor velocidad de prendimiento. El injerto de hendidura diametral generó mayor vigor, al presentar mayor longitud de injerto y más hojas por planta.

Literatura Citada

- Cabezuelo, P. 1998. Filoxera (*Vitens vitifolii* Fitch). In: Los parásitos de la vid. Estrategias de protección razonada. Coedición MAPA - Mundi-Prensa. Madrid. p. 66-67.
- Cuya, C. E. 2013. Propagación e instalación del cultivo de vid. Guía Técnica. Ica. Perú. 22 p.
- Harpe, A.C. y J.H. Visser. 1985. Growth characteristics of *Vitis vinifera* L. Cv Cape Riesling. S. Afr. J. Enol. Vitic. 6:1-6.
- Hartmann, H.; Kester, D.; Davies, F.; Geneve, R. 1997. Plant propagation: principles and practices. Sixth edition. New Jersey, USA. 768 p.
- May, P. 1994 "Using grapevine rootstocks. The Australian perspective". Winetitles, Cowandilla S A (Australia). 62 p.
- Piña, S. y D. Bautista. 2004. Ciclo fenológico de cultivares de vid para mesa en condiciones tropicales. Bioagro 16:915.

FRECUENCIA DE CAPTURA DE DIVERSAS PLAGAS CON TRAMPA ALIMENTICIA EN MAÍZ

Nadiezhdha Ramírez-Cabral*, Jaime Mena Covarrubias, Ricardo A. Sánchez Gutiérrez

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental, Campo Experimental Zacatecas.

*Autor de correspondencia: ramirez.nadiezhdha@inifap.gob.mx

Introducción

Desde el inicio de la agricultura el hombre se ha tenido que preocupar por los insectos que atacan a los cultivos, los cuales pueden llegar a terminar con las cosechas o disminuirlas en un gran porcentaje. La solución que hasta hace algunos años era la más práctica era la aplicación de químicos, sin embargo, esto ha tenido consecuencias graves como lo son: el envenenamiento de los mantos freáticos, la eliminación de insectos benéficos y la generación de resistencia a los químicos por los insectos dañinos, entre otras (Elzen y Hardee, 2003). Por lo anterior, en la actualidad existe una necesidad de reducir el uso de agroquímicos para controlar las diferentes plagas que se presentan en los cultivos.

Una alternativa, es el control etológico donde se utilizan métodos de represión basados en las reacciones de comportamiento de los insectos, se pueden mencionar ejemplos de este tipo como las trampas de luz, las trampas de color, el uso de feromonas (que se basa en olores) o alimentos que atraigan a los insectos. En este tipo de control, el comportamiento del insecto va a depender de la presencia u ocurrencia de estímulos químicos, físicos o mecánicos (Leana et al., 2016). Una de las trampas que ha dado buenos resultados es la alimenticia, entre las ventajas de éstas se tiene que no son sustancias tóxicas, atraen un número similar de machos como hembras, eliminan varias especies plagas al mismo tiempo, son amigables con el ambiente. Sin embargo, la principal desventaja es que también pueden atraer insectos benéficos como las abejas (Mena, 2019).

Por otro lado, el maíz es uno de los tres cereales más importantes, no sólo en México, sino a nivel mundial. En México es un grano básico aportando energía y proteínas principalmente en las áreas rurales, además tiene un significado en las tradiciones y costumbres locales. Este cultivo es atacado por varias plagas de importancia económica que llegan a reducir significativamente su producción, atentando contra la seguridad alimentaria (Leana et al., 2016; CESAPEG, SF). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue conocer qué especies de plagas podían ser atraídas con una trampa alimenticia en un cultivo de maíz.

Materiales y Métodos

Las trampas alimenticias fueron establecidas en Noria de Gringos, Morelos, Zacatecas, en una parcela de maíz de riego. Las trampas se establecieron el 18 de julio del 2019. Se colocaron seis trampas en la parcela, cuatro de ellas en las esquinas y dos en el centro. Las trampas fueron revisadas tres veces por semana durante los meses de julio a octubre. La recomendación es colocar cuatro trampas por hectárea y si el número de palomillas capturas es mayor a 50 incrementar el número de trampas. La formulación del atrayente alimenticio está compuesta por melaza, agua y piña madura. Para elaborarlo se mezclaron tres kilos de melaza, un litro de agua y media piña madura en pedazos pequeños. La mezcla se dejó fermentar de cuatro a siete días a temperatura ambiente. Lo que se obtuvo es un concentrado, el cual se diluyó en agua para poder ser utilizado en las trampas alimenticias; la proporción para diluir fue de nueve litros de agua por un litro de concentrado del atrayente alimenticio (Mena, 2019). Las trampas se construyeron con garrafones de plástico de 20 litros, a los que se les hicieron tres ventanas: dos en las paredes más anchas de 20x20 centímetros y en la pared más angosta una de 15x20 centímetros. Es importante hacer las ventas a una altura de 10 centímetros de la base, para que quede un contenedor donde se pondrá el atrayente alimenticio (Figura 1).



Figura 1. Garrafón con ventanas para trampas alimenticias

La atrayente diluido se colocó en cada trampa de garrafón hasta el borde, aproximadamente, cuatro litros por trampa. En cada visita de revisión se verificaba el atrayente alimenticio para saber si era necesario cambiarlo y se rellenaba según se requiriera. Los garrafones se colocaron al ras del suelo, sin embargo, se recomienda colocarlos a 50 centímetros del suelo.

En cada visita se recolectaban los insectos que habían caído en la trampa, con ayuda de una coladera metálica se sacaban los insectos y se colocaban en contenedores plásticos debidamente marcados con el número de trampa y la fecha de recolección. Posteriormente, se llevaban al laboratorio de Entomología del INIFAP-Campo Experimental Zacatecas donde eran lavadas con agua corriente, puestas a secar en toallas absorbente e identificadas.

Resultados

Se llevaron a cabo un total de 18 muestreos entre los meses de julio a octubre. Se lograron identificar siete especies de palomillas de la familia noctuidae. Las especies encontradas en las trampas fueron: gusano soldado (*Pseudaletia unipuncta*), trozador negro (*Agrotis ipsilon*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), trozador veteadado (*Peridroma saucia*), gusano elotero (*Heliothis zea*), gusano soldado del betabel (*Spodoptera exigua*) y gusano trozador occidental del frijol (*Striacosta albicosta*). Esporádicamente, se encontraron en las trampas chapulines, moscas y un número muy reducido de abejas, estos insectos no fueron identificados en laboratorio.

Se capturaron un total de 2831 palomillas, el total por especie se puede observar en el cuadro 1. El gusano soldado fue el que tuvo más capturas con más del 50%, seguido por el gusano trozador y el gusano soldado del betabel con aproximadamente 13%. El gusano trozador occidental del frijol fue el que menor capturas tuvo con sólo el 2% del total.

Cuadro 1. Total de capturas por especie.

Especie	Total capturas
<i>P. unipuncta</i>	1542
<i>A. ipsilon</i>	347
<i>S. frugiperda</i>	155
<i>P. saucia</i>	258
<i>H. zea</i>	113
<i>S. exigua</i>	360
<i>S. albicosta</i>	56

Tanto el trozador negro y el gusano soldado tuvieron un comportamiento muy similar, con ligeros incrementos al inicio, aumentando durante el mes de agosto y volviendo a bajar las capturas hasta el final de los muestreos. Los picos poblacionales para ambas palomillas fueron a mediados del mes de agosto.

Las cinco especies restantes también tuvieron un comportamiento similar entre sí, con un mayor número de capturas al inicio de los muestreos, que decayó abruptamente a inicios de agosto, y las capturas fueron bajas o nulas conforme se avanzó el ciclo del cultivo. En la figura 2 se puede observar el comportamiento de capturas de las diferentes especies, exceptuando al gusano trozador occidental.

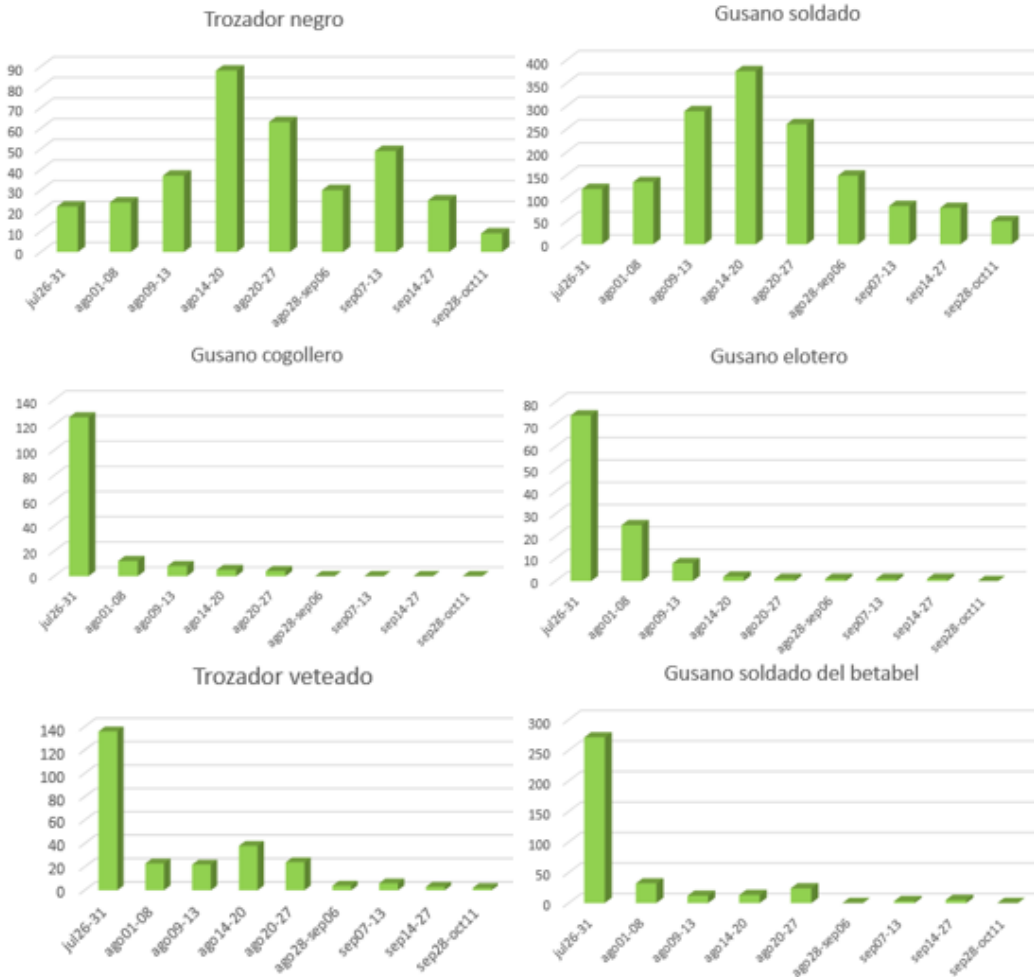


Figura 2. Comportamiento de las capturas de las diferentes especies durante la temporada de muestreos.

Discusión

La trampa alimenticia resultó eficiente para atrapar palomillas de varias especies plagas del maíz, tal como había sido reportado anteriormente por Mena (2019). El problema con las abejas puede ser controlado poniendo sacos durante el día en las trampas y quitándolos durante la tarde, esto porque las palomillas son de hábitos nocturnos, además de que esto también evita la evaporación (Mena, 2019).

Dentro de las principales plagas que atacan al maíz se encuentra cogollero (CESAVEG, SF), sin embargo, en las trampas alimenticias sólo se registró un número pequeño de esta plaga y sus capturas fueron a la baja después de inicios de agosto. Esto se puede deber a que el productor haya aplicado algún químico para controlar cogollero (lo cual no se nos fue notificado), o porque las trampas se colocaron al ras del suelo y no tuvieron un efecto más potente. Sin embargo, no se puede llegar a una conclusión pues no se realizaron muestreos en el lote de maíz donde se establecieron las trampas y no se registró si había daños por cogollero en las plantas de maíz.

El mayor número de capturas fue para el gusano soldado, éste llega a acabar con cultivos enteros y como su nombre lo indica llega como un batallón de soldados arrasando con los cultivos en unos cuantos días (Ramírez-Cabral *et al.*, 2019). No obstante, el cultivo donde se colocaron las trampas llegó a etapa de cosecha, una posible explicación es que las trampas alimenticias pudieron contener este ataque al atrapar las palomillas adultas y evitar la reproducción de éstas. Lo mismo pudo ocurrir con las palomillas de trozador negro.

Conclusión

El uso de trampas con atrayentes alimenticios es una buena alternativa para el control de plagas en el cultivo de maíz. Es necesario el muestreo en las parcelas donde se colocan las trampas alimenticias para tener un mejor panorama de la situación sanitaria.

Literatura Citada

- CESAVEG. Manual de plagas y enfermedades del maíz. Campaña del manejo fitosanitario de cultivos básicos. 20p
- Elzen, G. W. and Hardee, D. D. 2003. United States Department of Agriculture-agricultural research service research on managing insect resistance to insecticides. USA. Pest Management Science. 6-7(59):770-776.
- Leana A. J. L., Vidal M. A. E., Castro B. C. y Romero M. M. 2016. Evaluación etológica y biológica en el cultivo de maíz QPM. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. Vol. 3. No. 7. 40-49p
- Mena J. C. 2019. Trampa alimenticia a base de melaza y piña. Periódico: El despertar del Campo. eldespertardelcampo.com.mx/2018/06/23/trampa-alimenticia-a-base-de-melaza-y-pina/
- Ramírez-Cabral N. Y. Z., Sánchez G. R. A. y Mena C. J. 2019. Eficacia del cebo alimenticio para el control de gusano soldado en dos sistemas de siembra. Memorias del IX Congreso Internacional de Manejo de Pastizales.

ESTIMACIÓN DE LA FITOMASA AÉREA DE PASTIZALES DEL RANCHO LA CIENEGUILLA MEDIANTE SENSORIA REMOTA

Amaury Esquivel-Romo¹, Alejandro Moreno-Reséndez^{1*}, Ulises Noel Gutiérrez-Guzmán²

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonino Narro - Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, CP. 27054. ² Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Ctra. Gómez Palacio - Tlahualilo, km 32, Ejido Venecia, Durango, México. CP 35111. *Autor de correspondencia: alejamorsa@hotmail.com

Introducción

Los pastizales centrales de América del Norte representan uno de los mayores biomas del continente, (CCA, 2010), el estado de Durango presenta una alta diversidad ecosistémica, las áreas de pastizal son un ecosistema importante ya que éstas ocupan prácticamente la mitad de su territorio (Elizondo *et al.*, 2007). Serna (2009) destaca que el manejo inadecuado de estos ecosistemas es una de las causas fundamentales de la degradación de los pastos y el suelo, lo que conduce a una baja eficiencia en los sistemas de explotación de bovinos basados en pastoreo. Por su parte, Chediack (2009) menciona que, como principal problema de deterioro de estas áreas al sobre pastoreo; ocasionado a su vez por la falta de información sobre la producción forraje. El uso de las nuevas tecnologías como lo es la sensoria remota basada en drones (Herrera, 2014) y los satélites proveen imágenes multitemporales con rapidez y de buena calidad para llevar a cabo un monitoreo de la vegetación en los agostaderos y con menor esfuerzo que los métodos tradicionales de campo (Muñoz, 2013; Cabada *et al.*, 2019). En este trabajo se plantearon como objetivos, establecer un sistema de monitoreo permanente para determinar la productividad mensual de vegetación y determinar su relación a través de modelos de regresión con la cobertura vegetal, obtenida de fotografías digitales y con valores de NDVI de imágenes de satélite del sensor Sentinel.

Materiales y Métodos

Esta parte preliminar del estudio se desarrolló en el predio La Cieneguilla (figura 1) del Municipio de Hidalgo, ubicado en la parte Centro-Norte del Estado de Durango (25° 39' N, 104° 39' O). En este sitio el clima es estepario, semiárido templado (BS1 kw) y árido semi-cálido (BWhw), la temperatura promedio anual es de 20 °C (Espinoza *et al.*, 2000). El suelo es migajón arenoso y migajón arcilloso-arenoso, con pendientes del 1 al 8%. Hidrológicamente el sitio de estudio está englobado en la Región Hidrológica No. 35 Mapimí y la Región Hidrológica No. 36 Nazas-Aguanaval (Gutiérrez *et al.*, 2015).



Figura 1. Ubicación del Rancho la Cieneguilla, en el norte del estado de Durango.

Para este análisis, se establecieron 16 estaciones de muestreo dentro del rancho:

1.- En cada una de éstas se colocó un aro de poliducto, color naranja, completamente al azar, el dron sobrevoló sobre su posición para tomar una fotografía digital, posteriormente se cosechó la fitomasa localizada dentro del aro, el material cosechado se colocó en una bolsa de papel estraza, debidamente etiquetada, la cual se dejó secar en el laboratorio.

2.- La información del Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada (NDVI) se obtuvo de las imágenes de satélite Sentinel, éstas presentan una resolución de 10 m, una vez que se obtuvo esta información se trabajó en el programa ArcGis 10.2.1 en el cual se cargaron las bandas 4 y 8 correspondientes a los colores Rojo e Infra Rojo Cercano, posteriormente se sometieron a una operación algebraica realizada con la calculadora ráster, al resultado final se le agregaron las coordenadas de los puntos de fitomasa para obtener sus valores de NDVI correspondientes.

3.- Las imágenes digitales obtenidas con el dron, fueron resguardadas y renombradas en un ordenador, para tener bien identificado la estación y el número de muestra a la cual pertenece después de ello fueron clasificadas de acuerdo a sus atributos a partir del programa CobCal 2.1, el cual proporcionara, como datos de salida, el porcentaje de cobertura de la vegetación.

RESULTADOS

Los resultados que se presentan son preliminares, ya que este estudio está en curso.

Cuadro 1. Resultados preliminares de R^2 para los meses de muestreo.

	<i>Peso seco vs NDVI</i>	<i>Peso vs Cobertura vegetal</i>
	R2	R2
<i>Enero</i>	0.0137	0.0557
<i>Febrero</i>	0.0063	0.4192
<i>Mayo</i>	0.00006	0.0327
<i>Junio</i>	0.00002	0.0068
<i>Julio</i>	0.0667	0.0006
<i>Agosto</i>	0.0007	0.0347
<i>Septiembre</i>	0.1066	0.1318

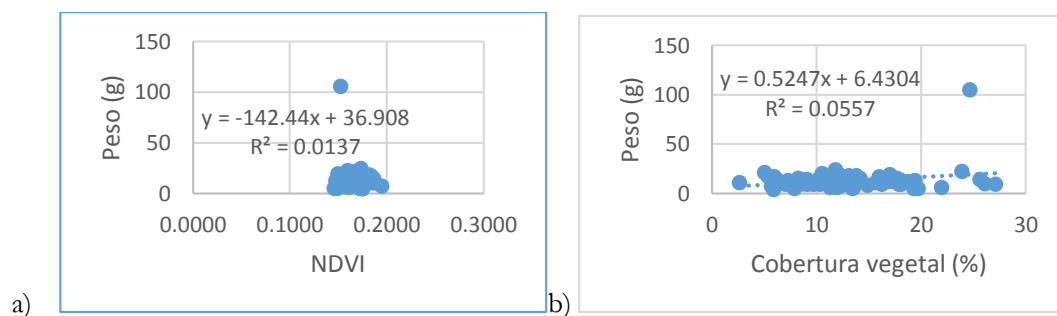


Figura 2. a) comportamiento del peso (g) contra el valor de NDVI, b) comportamiento del peso contra la cobertura vegetal para el mes de enero del 2020.

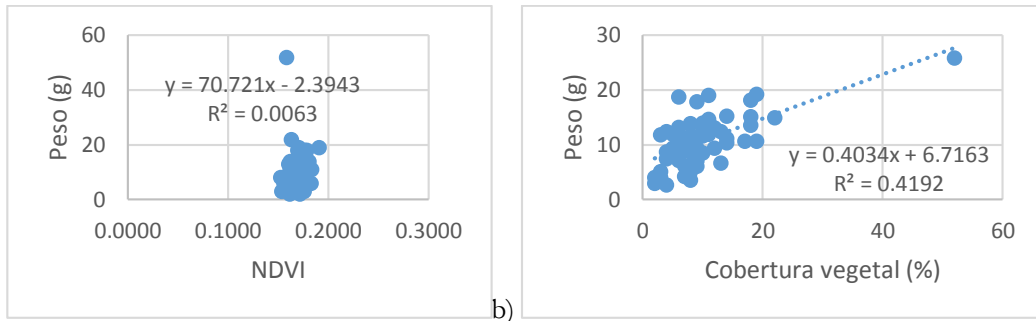


Figura 3. a) comportamiento del peso (g) contra el valor de NDVI, b) comportamiento del peso contra la cobertura vegetal para el mes de febrero del 2020.

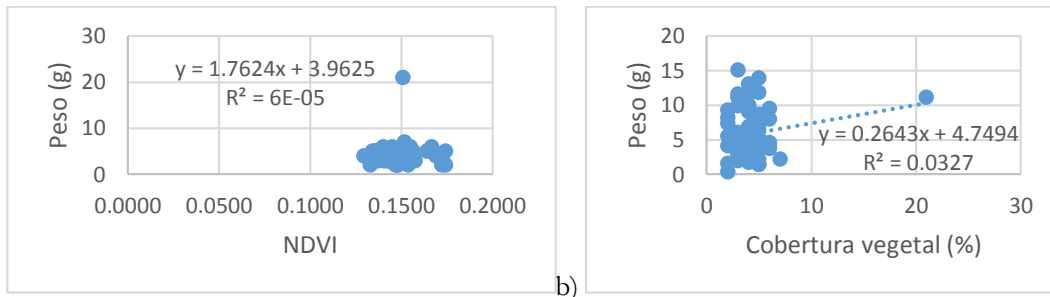


Figura 4. a) comportamiento del peso (g) contra el valor de NDVI, b) comportamiento del peso contra la cobertura vegetal para el mes de mayo del 2020.

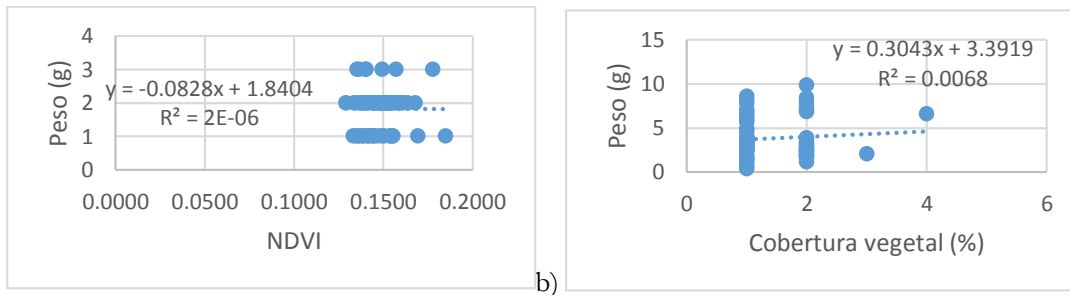


Figura 5. a) comportamiento del peso (g) contra el valor de NDVI, b) comportamiento del peso contra la cobertura vegetal para el mes de junio del 2020.

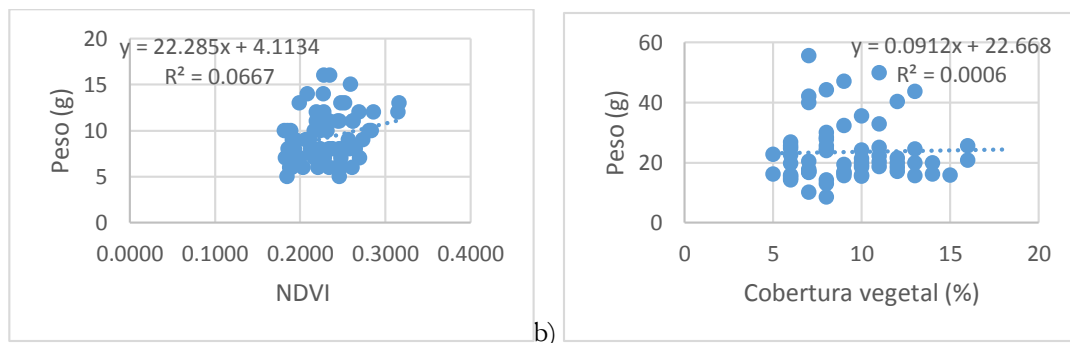


Figura 6. a) comportamiento del peso (g) contra el valor de NDVI, b) comportamiento del peso contra la cobertura vegetal para el mes de julio del 2020.

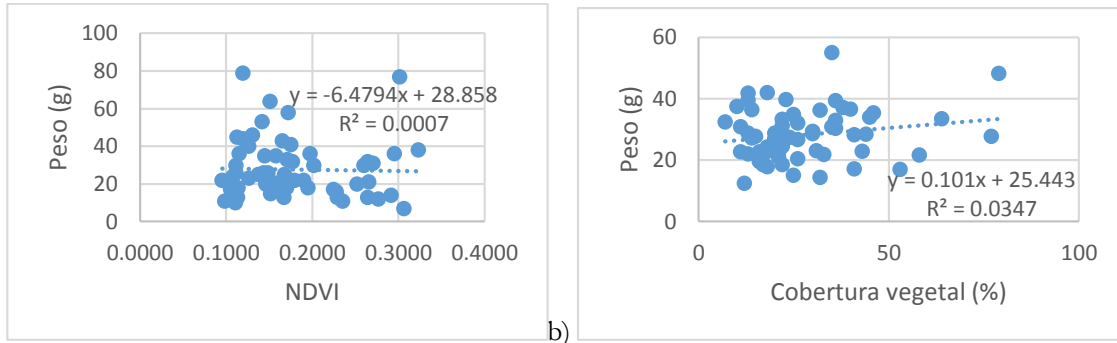


Figura 7. a) comportamiento del peso (g) contra el valor de NDVI, b) comportamiento del peso contra la cobertura vegetal para el mes de agosto del 2020.

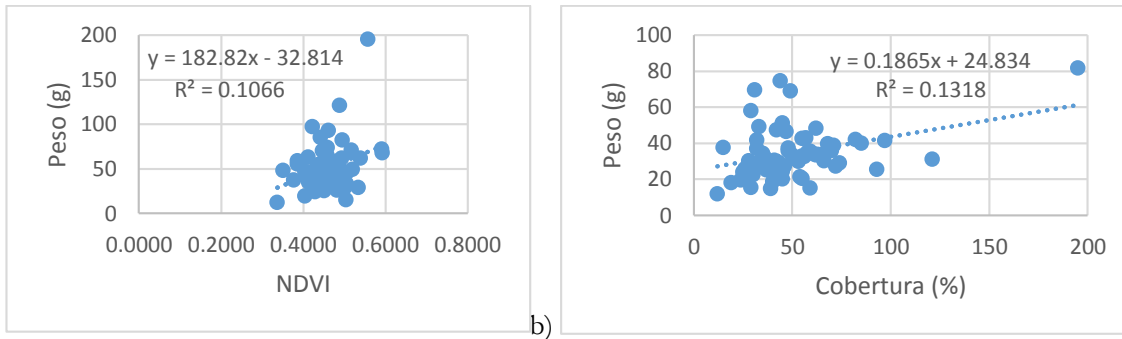


Figura 8. a) comportamiento del peso (g) contra el valor de NDVI, b) comportamiento del peso contra la cobertura vegetal para el mes de septiembre del 2020.

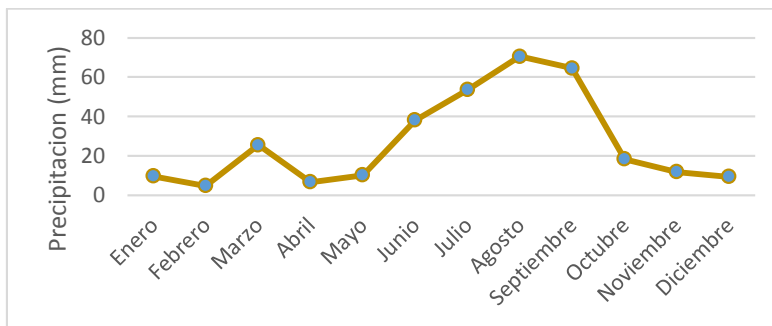


Figura 9. Comportamiento de la precipitación en milímetros del año 2019 para el rancho la Cieneguilla.

Discusión

Los resultados preliminares muestran como las características de las plantas herbáceas cambian de acuerdo a la presencia de precipitación del lugar (Gutiérrez *et al.*, 2015) por lo cual es razonable esperar cambios en el porcentaje de cobertura y altura de la planta, siendo estos muy notorios en este tipo de vegetación. En estudios realizados con el propósito de estimar la biomasa aérea herbácea han sido realizados con variables de fácil medición como la altura o el diámetro de la cobertura aérea, esto se efectuó con modelos de regresión lineal simple (Nafus *et al.*, 2009; MacDonald *et al.*, 2012).

Conclusiones

Con la información preliminar se puede observar como la tendencia de producción partiendo del ciclo de crecimiento de los pastos va en incremento, se espera que en los meses siguientes de medición los valores se ajusten de mejor manera.

Literatura Citada

- Cabada, T. C. A., Hernández, M. L. A. y Medina, C. N. J. (2019). Implementación de vehículos aéreos no tripulados y sensores remotos para el monitoreo de la biomasa forrajera en zonas áridas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. La Paz, B. C. Sur, México. pp 1-2.
- Comisión para la Cooperación Ambiental [CCA] (2010). Pastizales de América del Norte. Montreal, Quebec, Canadá. info@cec.org / www.cec.org Pág.1-4.
- Chediack, S. E. (2009). Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué? *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 87p.*
- Elizondo, M. S. G., Elizondo, M. G., y Linares, M. A. M. (2007). Vegetación y ecorregiones de Durango. Plaza y Valdés.
- Espinoza, C., L. Aguilar A., E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). México, DF.
- Gutiérrez G. U. N., Castellanos P. E., Quiñones V. J.J., Serrato C. J.S., Martínez R. J.J., Orona C. I., Chairez H. I. (2015). Cobertura vegetal estimada por fotografías digitales relacionada con la biomasa en un sitio de pastizal del norte de México. *Revista internacional de botánica Experimental FYTON ISSN 0031 9457* (2015) 84: 312-318
- Herrera, N. (2014). 'Drones' abren nuevas posibilidades para realizar estudios científicos. Centros de investigación Conacyt, Todo el conocimiento, todas las personas. pág. 1
- MacDonald, R.L., J.M. Burke, H.Y.H. Chen y E.E. Prepas (2012). Relationship between aboveground biomass and percent cover of ground vegetation in Canadian boreal plain riparian forests. *Forest Science* 58: 47-53.
- Muñoz A., P. (2013). Apuntes de teledetección: Índices de vegetación. Centro de Información de Recursos Naturales, Información para el Desarrollo y la Innovación. Pag. 1-15.
- Nafus, A.M., M.P. McClaran, S.R. Archer y H.L. Throop (2009). Multispecies allometric models to predict grass biomass in semidesert rangeland. *Rangeland Ecology & Management* 62: 68-72.
- Serna, A. (2009). Impacto del manejo del ecosistema del pastizal en la fertilidad natural y sostenibilidad de suelo ISSN 0188789-0 pág. 3-15.

DIVERSIDAD DE ACTINOBACTERIAS AISLADAS DE SUELO Y ANTAGONISMO CONTRA *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid

Luis Fernando Armijo-Martínez¹, Raúl Rodríguez-Guerra^{2*}, Raúl Asael Rodríguez-Villarreal¹,
Efrén Ricardo Robledo-Leal¹

¹Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. Av. Pedro de Alba y Manuel L. Barragán S/N, Ciudad Universitaria, C.P. 66450 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. ²Campo Experimental General Terán, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 31 Carr. Montemorelos-China, CP 67400, General Terán, Nuevo León, México.

*Autor de correspondencia: rodriguez.raul@inifap.gob.mx

Introducción

El hongo *Macrophomina phaseolina* es un fitopatógeno habitante del suelo que causa la enfermedad conocida como pudrición carbonosa. Ataca más de 500 especies de plantas y cerca de 100 familias (Mihail y Taylor, 1995), entre las que se encuentra sorgo, soya, chile, melón y frijol (de Sousa *et al.*, 2020; Reyes-Franco *et al.*, 2006). En las últimas décadas, los estudios dirigidos a la búsqueda de recursos bióticos microbianos contra este fitopatógeno han tomado gran importancia. Se han reportado actinobacterias (Shrivastava *et al.*, 2017), hongos (Cherkupally *et al.*, 2016; Ullah *et al.*, 2011) y otras bacterias (Gacitúa *et al.*, 2009) con actividad antagonica contra *M. phaseolina*. Los principales estudios en México se han dirigido a seleccionar cepas antagonicas del hongo *Trichoderma* spp. (Hernández *et al.*, 2015; Guigón-López *et al.*, 2010) y bacterias del género *Bacillus* (Reyes *et al.*, 2011). El objetivo de esta investigación es determinar la diversidad de actinobacterias cultivables presentes en suelos de cultivos susceptibles a *Macrophomina phaseolina* y en suelos cercanos no cultivados, e identificar cepas con actividad antagonica contra este fitopatógeno.

Materiales y Métodos

A partir de muestras de suelos cultivados con sorgo, soya, melón y chile, además de suelo vecino no cultivado (Cuadro1), se aislaron actinobacterias mediante la técnica de dilución en cajas Petri conteniendo agar nutritivo (AN). De las diluciones 10^{-3} y 10^{-4} se inoculó 50 μ L en 10 cajas Petri. Microcolonias individuales de actinobacterias fueron extraídas con ayuda de un microscopio compuesto y se transfirieron a nuevas cajas conteniendo el mismo medio de cultivo.

Las colonias de actinobacterias fueron caracterizadas con base al color, crecimiento, apariencia de la parte superior e inferior de la colonia y producción de color en el sustrato. Colonias con un conjunto único de estas características se consideraron morfotipos, y colonias que compartieron las mismas características se consideraron del mismo morfotipo. Los morfotipos de cada suelo cultivado fueron comparados con los morfotipos obtenidos de suelos vecinos nativos no cultivados. Considerando la cantidad de cepas de cada morfotipo obtenidas de cada suelo, se obtuvo el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Shannon, 1948) utilizando la fórmula:

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

En donde H representa el índice de diversidad de la muestra; " p_i " representa la proporción de la abundancia relativa de cada morfotipo " i " en relación con la abundancia de todos los morfotipos en una muestra de suelo, y " S " representa el número total de morfotipos.

Los morfotipos fueron sometidos a un escrutinio sin repeticiones. Cada uno se inoculó en el centro de cajas Petri conteniendo medio AN y a los siete días en los cuatro puntos cardinales de la caja se inoculó un fragmento de colonia de *M. phaseolina* aislada de frijol, melón, soya y chile. El testigo consistió en la inoculación de las cepas de *Macrophomina* sin la presencia de actinobacterias. Las confrontaciones se incubaron por 24 hr a 28 °C y posteriormente se midió el crecimiento radial (cm) de las cuatro cepas de *Macrophomina*, a partir del borde de los fragmentos depositados, en dirección al centro de la caja Petri.

Los morfotipos de actinobacterias se agruparon en tres rangos de porcentaje de inhibición: 1=70-100%; 2= 50-69%; 3= 0-49%. Los morfotipos que presentaron $\geq 70\%$ de inhibición del crecimiento se consideraron sobresalientes, y se seleccionaron para realizar confrontaciones duales con repeticiones.

Cuadro 1. Sitios de colecta de suelos cultivados y nativos cercanos no cultivados.

Estado	Cultivo	Suelo cultivado	Suelo nativos cercanos no cultivado
Tamaulipas	Sorgo	25°58'24" N; 98°00'58" O	25°58'24" N; 98°00'58" O
Tamaulipas	Soya	22°34'24.3804" N; 98°10'22.42668" O	22°34'8.1336" N; 98°10'23.83932" O
Coahuila	Melón	25° 39' 28.253" N; 101° 53' 51.745" O	25° 38' 22.614" N; 101° 54' 38.746" O
Tamaulipas	Chile	22°31'51.02" N; 98°9'19.91" O	22°31'49.26" N; 98°9'22.07" O

Los morfotipos sobresalientes se inocularon en un extremo de cajas Petri conteniendo medio AN y se incubaron a 28°C, a los 7 días posteriores y en el extremo opuesto se inoculó una nueva cepa de *Macrophomina* aislada de sorgo. El testigo consistió en la inoculación de un fragmento de colonia de *Macrophomina* en un extremo de la caja Petri libre de actinobacterias. Los tratamientos se establecieron con cinco repeticiones. Se midió el crecimiento radial (cm) del fitopatógeno en dirección a los morfotipos de actinobacterias y se determinó el porcentaje de inhibición respecto al crecimiento en el testigo. Los datos de crecimiento obtenidos a las 120 hr de iniciada la confrontación, se sometieron a un análisis de varianza completamente al azar y comparación de medias (Tukey; $p= 0.05$) con el Programa de Diseños Experimentales ver. 1.6, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2015).

Resultados y Discusión

Se aislaron 343 cepas de actinobacterias cultivables de los ocho suelos analizados, con 34 a 50 cepas aisladas en cada suelo individual. Es conocido que las actinobacterias se presentan en una gran densidad por gramo de suelo (Yadav *et al.*, 2018); sin embargo, la cantidad que aquí se aisló se basó en un pequeño volumen (50 μ L) de las diluciones utilizadas. Se ha reportado que el número de aislados de actinobacterias en suelos de chile varía de 54 a 72 (Ashokvardhan *et al.*, 2015, 2014), mientras que en soya se han aislado hasta 21 cepas (Sahur *et al.*, 2018). La cantidad de cepas que pueden obtenerse a partir de suelos cultivados esta influenciadas por diversos factores, como la fertilización de suelo (Putri, 2017). La caracterización morfológica de los aislamientos permitió identificar 228 morfotipos, los cuales variaron entre 46 a 68 por cada grupo de suelos relacionados por cultivo. Sin embargo, sólo un reducido número de morfotipos fueron comunes entre suelos cultivados con sorgo (10), soya (4), melón (4) y chile (4), y sus suelos cercanos no cultivados (Figura 1). Lo anterior demuestra una gran diversidad y cantidad de morfotipos únicos en los suelos analizados. Desconocemos de un trabajo similar realizado previamente que compare la variedad de morfotipos en suelos cultivados y no cultivados cercanos a éstos.

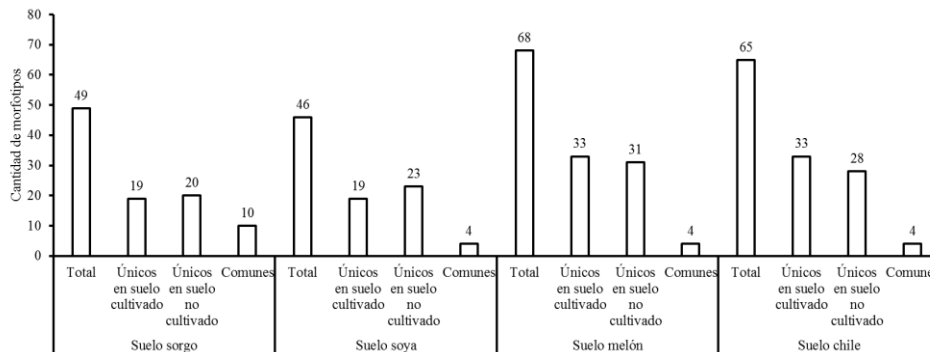


Figura 1. Cantidad de morfotipos totales, únicos y compartidos en cada grupo de suelos relacionados por cultivo.

Los índices de diversidad de morfotipos caracterizados fueron elevados (valores cercanos a cero indican escasa diversidad), indicando alta diversidad en todos los suelos (Cuadro 2). Los índices de diversidad de actinobacterias cultivables que se aislaron aquí, con seguridad serían mayores mediante el uso de nuevas herramientas de análisis genéticos al detectar cepas no cultivables y escasamente representadas (Mohammadipanah y Wink 2016; Zhao *et al.*, 2012; Kirk *et al.*, 2004).

Cuadro 2. Índices de diversidad según el método de Shannon-Wiener, los cuales indican una alta diversidad de microorganismos.

Tipo de suelo	Sorgo	Soya	Melón	Chile
Cultivado	3.29	3.35	3.76	3.58
No cultivado	3.22	3.18	2.46	3.41

De los 228 morfotipos de actinobacterias obtenidos, 18 fueron sobresalientes en el escrutinio con más del 70% de inhibición promedio de las cuatro cepas utilizadas de *M. phaseolina*. De estos, trece pasaron a un experimento de confrontación dual contra el fitopatógeno. El crecimiento radial de *M. phaseolina* mostró diferencias altamente significativas entre las actinobacterias y el testigo (Figura 2).

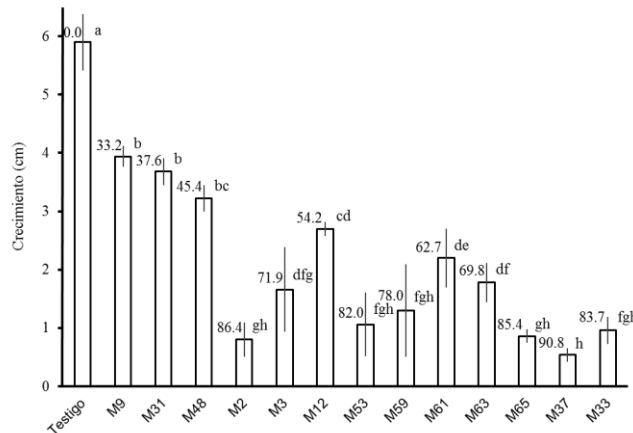


Figura 2. Promedio del crecimiento radial de *M. phaseolina* en la confrontación con morfotipos de actinobacterias y en el testigo. Letras iguales sobre las barras no difieren estadísticamente (Tukey; $p=0.05$). Valores sobre las barras representan el porcentaje de inhibición del crecimiento del fitopatógeno. Líneas en las barras representan la desviación estándar de las medias.

Los morfotipos destacados con más del 70% de inhibición fueron M-65, M37, M-33 del grupo de suelos de Chile; M2 y M-3 del grupo de suelos de soja; M53 y M59 del grupo de suelos de melón. Esto puede explicarse debido a que en este experimento se utilizó una cepa diferente de *M. phaseolina* aislada de sorgo. Lo anterior sugiere que la capacidad antagonista de las actinobacterias está influenciada por la cepa del fitopatógeno utilizada. Shrivastava *et al.* (2017) y Solans *et al.* (2016) identificaron cepas de actinobacterias del género *Streptomyces* con 65.4 al 72.2% de inhibición de *M. phaseolina*. Las cinco actinobacterias que aquí mostraron más del 80% de inhibición de *M. phaseolina*, son excelentes recursos bióticos para continuar estudios de sobre su potencial como agentes de biocontrol.

Conclusiones

Se demostró gran diversidad de morfotipos de actinobacterias en suelos cultivados de melón, sorgo, soja y Chile, y suelos cercanos a estos cultivos. El escrutinio permitió seleccionar pocos morfotipos sobresalientes por su antagonismo contra cepas de *M. phaseolina*. Cinco actinobacterias causaron más del 80% de inhibición del crecimiento del fitopatógeno, sobresaliendo el morfotipo M-37 con un 90.8% de inhibición. Esta investigación ha permitido incrementar el acervo de recursos bióticos de actinobacterias con potencial como agentes de biocontrol de *M. phaseolina*.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarias, bajo el proyecto 13403834745, para la realización de esta investigación, así como también a Yesenia Yazmín Salazar Mata por su apoyo técnico.

Literatura Citada

- Ashokvardhan, T., Rajithasri, A.B., Prathyusha, P. and Satyaprasad, K. 2014. Actinomycetes from *Capsicum annuum* L. rhizosphere soil have the biocontrol potential against pathogenic fungi. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 3: 894-903.
- Ashokvardhan, T., Rajithasri, A.B., Rao, M.P.C. and Prasad, K.S. 2015. Plant growth promoting (PGP) activity of actinomycetes isolated from the rhizosphere of *Capsicum annuum* L. *World Journal of Pharmaceutical Research* 4: 2508-2516.
- Cherkupally, R., Amballa, H. and Reddy, N. 2016. In vitro antagonistic activity of *Trichoderma* and *Penicillium* species against *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *Annals of Biological Research* 7:34-38.
- de Sousa Linhares, C.M., Ambrósio, M.M.Q., Castro, G., Torres, S.B., Esteras, C., de Sousa Nunes, G.H. and Pico, B. 2020. Effect of temperature on disease severity of charcoal rot of melons caused by *Macrophomina phaseolina*: implications for selection of resistance sources. *European Journal of Plant Pathology* 158: 431-441.
- Gacitúa, A.S., Valiente, F.C., Días, P.K., Hernández, C.J., Uribe, M.M. nad Sanfuentes, E.V. 2009. Identification and biological characterization of isolates with activity inhibitive against *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69: 526-533.
- Guigón-López, C., Guerrero-Prieto V., Vargas-Albores, F., Carvajal-Millan, E., Ávila-Quezada, G.D., Bravo-Luna, L., Ruocco, M., Lanzuise, S., Woo, S. y Lorito, M. 2010. Identificación molecular de cepas nativas de *Trichoderma* spp. su tasa de crecimiento *in vitro* y antagonismo contra hongos fitopatogenos. *Revista Mexicana de Fitopatología* 28:87-96.
- Hernández, M.J.L., Sánchez, P.M.I., González, P.J.M., Quiroz, V.J.D., García, O.J.G. and Gill, L.H.R. 2015. Antibiosis of *Trichoderma* spp strains native to northeastern Mexico against the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina*. *Brazilian Journal of Microbiology* 46: 1093-1101.
- Kirk, J. L., Beaudette, L. A., Hart, M., Moutoglis, P., Klironomos, J. N., Lee, H. and Trevors, J. T. 2004. Methods of studying soil microbial diversity. *Journal of Microbiological Methods* 58: 169-188.
- Mihail, J.D. and Taylor, S.J. 1995. Interpreting variability among isolates of *Macrophomina phaseolina* in pathogenicity, pycnidium production, and chlorate utilization. *Canadian Journal of Botany* 73: 1596-1603.
- Mohammadipanah, F. and Wink, J. 2016. Actinobacteria from arid and desert habitats: diversity and biological activity. *Frontiers in Microbiology* 6, 1541. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01541>.
- Olivares, S.E. 2015. Programa de diseños experimentales FAUANL, versión 1.6. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Versión transportable. emolivares@gmail.com.
- Putri, A.L. 2017. Effect of fertilization application on population and diversity of actinomycetes from rhizosphere soils of *Sorghum bicolor*. The 1st SATREPS Conference. November 14, 2016.
- Reyes, R.A., Ruiz, S.E., Yam, Ch.C. y Dzul, Ch. M. 2011. Selección de *Bacillus* spp. con actividad antagónica in vitro contra *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. en diferentes medios de cultivo. *Fitosanidad* 15: 117-121.
- Reyes-Franco, M.C., Hernández-Delgado, S., Beas-Fernández, R., Medina-Fernández M., Simpson, J. and Mayek-Pérez, N. 2006. Pathogenic and genetic variability within *Macrophomina phaseolina* from Mexico and other countries. *Journal of Phytopathology* 154: 447-453.
- Sahur, A., Ala, A., Patandjengi, B. and Syam'un, E. 2018. Effect of seed inoculation with Actinomycetes and *Rhizobium* isolated from indigenous soybean and rhizosphere on nitrogen fixation, growth, and yield of soybean. *International Journal of Agronomy*, 2018. Volume 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4371623>
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* 27: 379-423.
- Shrivastava, P., Kumar, R. and Yandigeri, M.S. 2017. In vitro biocontrol activity of halotolerant *Streptomyces aureofaciens* K20: A potent antagonist against *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *Saudi Journal of Biological Sciences* 24: 192-199.
- Solans, M., Scervino, J.M., Messuti, M.I., Vobis, G. and Wall, L.G. 2016. Potential biocontrol actinobacteria: Rhizospheric isolates from the argentine pampas lowlands legumes. *Journal of Basic Microbiology* 56:1-10.
- Ullah, M.H., Khan, M.A., Sahi, S.T. and Habib, A. 2011. Evaluation of antagonistic fungi against charcoal rot of sunflower caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 5: 616-621.
- Yadav, A.N., Verma, P., Kumar, S., Kumar, V., Kumar, M., Sugitha, T.C.K., Sing, B.P., Saxen A.K. and Dhaliwal, H.S. 2018. Actinobacteria from rhizosphere: molecular diversity, distributions, and potential biotechnological applications. In: Singh, B. P., Gupta, V. K., & Passari, A. K. (Eds.). *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering. Actinobacteria: Diversity and Biotechnological Applications*. (pp. 13-41). Elsevier. Cambridge, USA.
- Zhao, K., Penttinen, P., Chen, Q., Guan, T., Lindström, K., Ao, X., Zhang, L. and Zhang, X. 2012. The rhizospheres of traditional medicinal plants in Panxi, China, host a diverse selection of actinobacteria with antimicrobial properties. *Applied Microbiology and Biotechnology* 94: 1321-1335.

DIVERSIDAD DE PROTOZOOS CILIADOS EN EL RÍO SAN PEDRO, EN CORRALILLO, GENARO CODINA, ZACATECAS

Casandra Viridiana Vergara-Ruíz¹, Rogelio Rosas-Valdez¹, Elizabeth A. Martínez-Salazar^{1*}

¹Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular, Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas, México. *Autor de correspondencia: kasvmx@gmail.com

Introducción

Los protozoos ciliados se clasifican en el Filo Ciliophora conformado por más de 8,000 especies de vida libre, 200 especies fósiles y 3,000 simbióticas (Lynn, 2008). En México se han registrado cerca de 1,000 especies de ciliados (simbiontes y/o de vida libre) (Mayén-Estrada *et al.*, 2014). El estudio de ciliados de vida libre en México es reducido en contraste con su diversidad, y existen zonas en el país que carecen de listados bióticos o son escasamente estudiados, como es el estado de Zacatecas, que se ubica en el Altiplano mexicano. Como parte de un estudio de Biodiversidad de ambientes acuáticos que se conduce en el Laboratorio de Colecciones Biológicas y Sistemática Molecular, se deriva este trabajo, que tuvo como finalidad de documentar y estimar la diversidad taxonómica de ciliados de vida libre en el río San Pedro, en la localidad de Corralillo, Genaro Codina, Zacatecas.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el río San Pedro ubicado en el municipio de Genaro Codina en el estado de Zacatecas. La obtención del material biológico se realizó del 24 de marzo al 26 de septiembre de 2018, las muestras de agua se recuperaron con ayuda de un cucharón y se colocaron en botes de plástico, los cuales se trasladaron en hieleras al laboratorio para su procesamiento. Se realizaron cultivos infusorios poligénicos de paja, trigo y arroz. Se realizaron preparaciones semi-temporales provenientes de los cultivos infusorios con colorantes Yodo Lugol, verde de metilo y rojo Congo (Reyes-Santos, 2009) y una vez encontrados los ciliados en los campos de visión se tomaron microfotografías con una cámara Leica adaptada a un microscopio óptico de la misma marca. Se observó su morfología y se comparó con lo descrito en la literatura, lo que permitió su identificación taxonómica.

Se registro la frecuencia de acuerdo su forma de vida libre mediante un gráfico. Para estimar la riqueza biótica de protozoos ciliados de vida libre en el río San Pedro en la comunidad de Corralillo se utilizaron análisis estadísticos como las curvas de acumulación de especies en base a estimadores no paramétricos como *Chao 2*, *Bootstrap*, *Jackknife 1* y *Jackknife 2* (Escalante-Espinosa, 2003).

Resultados y Discusión

La diversidad total en el río San Pedro, Genaro Codina, Zacatecas asciende a 29 especies que pertenecen a 13 familias y 12 géneros, de ellos 7 taxones de ciliados se identificaron hasta el nivel de especie, 8 a nivel genérico, 1 taxón se identificó a nivel familia y 8 taxones no fueron determinados. El 14 % de la diversidad de la localidad corresponde a taxones de la familia Spirostomidae (*Spirostomum intermedium*, *Spirostomum teres*, *Spirostomum* sp. 1, *Spirostomum* sp. 2), mientras que el 10 % a Euplotidae (*Euplotes* sp. 1, *Euplotes* sp. 2, *Euplotes* sp. 3) y Parameciidae (*Paramecium aurelia*, *Paramecium bursaria*, *Paramecium caudatum*) (Figura 1). De acuerdo con su forma de vida libre, los ciliados corresponden a dos grupos: libres nadadores y sésiles. El 93 % de las especies pertenecen a los libres nadadores y el 7 % restante a los sésiles (Figura 2). Se realizaron curvas de acumulación de riqueza por medio de estimadores no paramétricos, *Chao 2* (63.90 %), *Bootstrap* (84.30 %), *Jackknife 1* (69.71 %) y *Jackknife 2* (58.02 %) (Figura 3). Los ríos son un ambiente heterogéneo y son susceptibles a cambios físicos, químicos y biológicos lo que puede alterar la presencia de protozoos ciliados de vida libre.

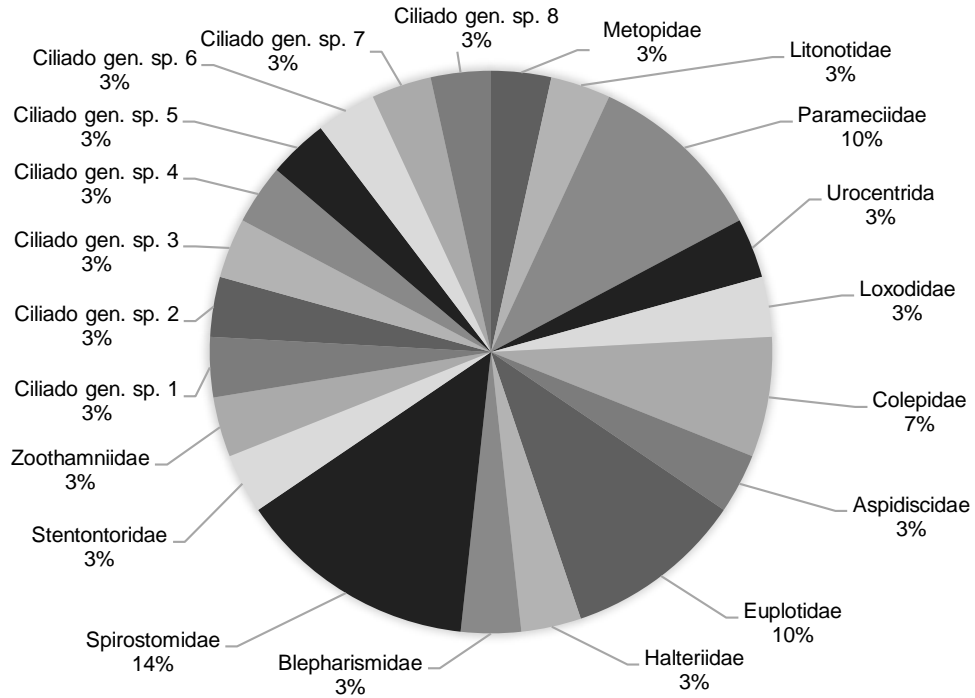


Figura 1. Representatividad taxonómica (en porcentaje) de protozoos ciliados en el río San Pedro, en Corralillo, Genaro Codina, Zacatecas (elaboración propia).

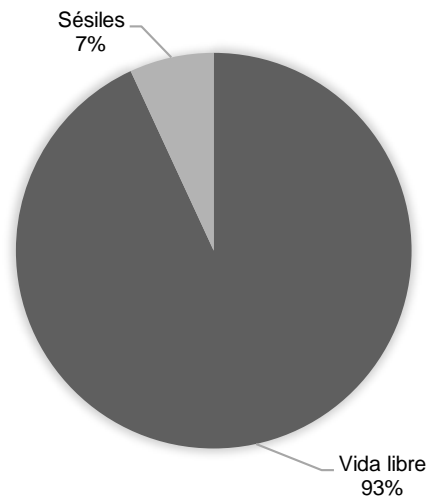


Figura 2. Representatividad (en porcentaje) de acuerdo a su forma de vida en el río San Pedro, en Corralillo, Genaro Codina, Zacatecas

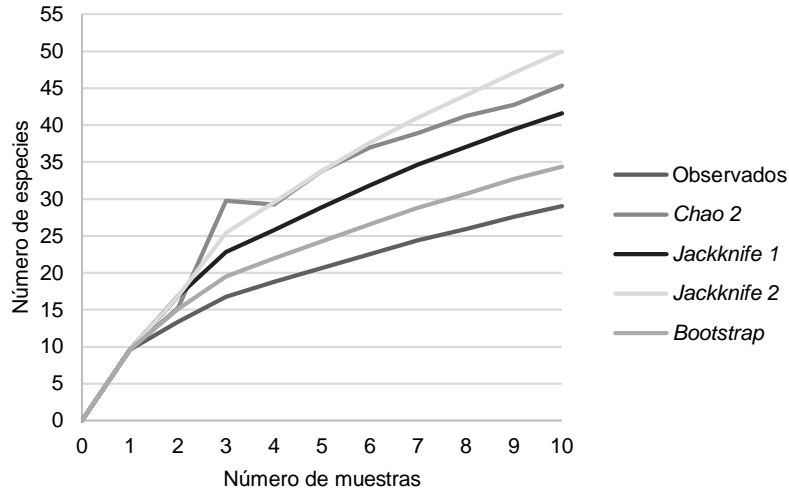


Figura 3. Curvas de rarefacción (observados) y de estimación de especies de protozoos ciliados en el río San Pedro, en Corralillo, Genaro Codina, Zacatecas.

Conclusiones

Los estudios sobre la diversidad de los organismos microscópicos en los ecosistemas acuáticos de agua dulce en el país son poco explorados; sin embargo, al carecer de información sobre ello en estos sistemas, impide que en un futuro se pueda promover un uso razonable y preventivo en ambientes acuáticos asociados a zonas urbanizadas en el semidesierto, de ahí es de suma importancia revalorar los estudios de biodiversidad.

La diversidad total de Ciliophora de vida libre en el río San Pedro, en Corralillo, Genaro Codina, Zacatecas asciende a 29 especies, la familia Spirostomidae es la más representativa (14 %) y el 93 % corresponde a los libres nadadores. Con base en el análisis de los estimadores se determinó que no se alcanzó a la asíntota, por lo que la diversidad encontrada es menor a aquella que se alberga en la localidad. Este es el primer listado biótico de Ciliophora de vida libre en el estado de Zacatecas. Por último, se requieren más estudios sobre la diversidad taxonómica de estos microorganismos tanto en ambientes acuáticos que permitieran incrementar el interés por los estudios de biodiversidad de grupos que no son considerados de valor económico, pero indudablemente tienen valor inegable evolutivo y en el ecosistema.

Literatura Citada

- Escalante-Espinosa, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: Ciencia y Cultura* 52: 53-56.
- Lynn, D. H. 2008. *The Ciliated Protozoa: Characterization, Classification, and Guide to the Literature*. Canada, Springer, 605 p.
- Mayén-Estrada, R., M. Reyes-Santos y R. Aguilar-Aguilar. 2014. Biodiversidad de Ciliophora en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 34-43.
- Reyes-Santos, M. 2009. Preparaciones temporales. En: *Manual de prácticas de laboratorio de protozoos*. Prensas de Ciencia. Universidad Nacional Autónoma de México, México, p. 36-39.

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA COLEOPTEROFAUNA DEL MATORRAL XERÓFILO CHIHUAHUENSE

Maria Fernanda Sanchez-Alfaro¹, Verónica Zamora-Gutierrez¹, Miguel Mauricio Correa-Ramírez¹,
Jesús Lumar Reyes-Muñoz^{2*}

¹ Instituto Politécnico Nacional. Centro de Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. C. Sigma 119 Fraccionamiento 20 de noviembre II. C. P. 34220., Durango, México. ² Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Universidad s/n Fracc. Filadelfia. C. P. 35010. Gómez Palacio, Durango, México.

* Autor de correspondencia: reyesjlr@gmail.com

Introducción

El orden Coleoptera es considerado uno de los órdenes más diversos de la clase Insecta, ya que cuenta con 211 familias y 392,415 especies descritas en el mundo. En México se reconocen 114 familias y 13,126 especies pertenecientes a este orden (Navarrete-Heredia y Fierros-López, 2001; Bouchard *et al.*, 2011; Zhang, 2013). Los coleópteros han sido sumamente exitosos al colonizar diferentes tipos de hábitat desde cuerpos de agua dulce hasta ecosistemas terrestres (Triplehorn y Johnson, 2005), lo que les confiere una gran importancia biológica y ecológica al ocupar una gran variedad de nichos y desarrollar variados roles ecológicos en los sistemas que habitan (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2013; Sánchez-Reyes *et al.*, 2015; Sánchez-Hernández *et al.*, 2018).

Uno de los ecosistemas más significativos en México son las zonas áridas y semiáridas ocupando el 40 % del territorio mexicano, cubiertos en su mayoría por matorral xerófilo, el cual se distribuye principalmente en los estados de Chihuahua, Coahuila, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo y el Estado de México (García-Hernández y Jurado, 2008; Granado-Sanchez, 2011). El 47% de la superficie del estado de Chihuahua está cubierta por matorral; sin embargo, el rápido crecimiento de los monocultivos está generando una gran transformación de los sistemas naturales a agroecosistemas. Tradicionalmente se ha asumido que el matorral tiene poco valor de conservación (Granados-Sanchez *et al.*, 2011), pero estudios recientes indican que una proporción considerable de la biodiversidad puede encontrarse dentro de dichos espacios si estos mantienen una cantidad suficiente de cobertura y un cierto grado de conectividad (Harvey *et al.*, 2004).

En Chihuahua, el conocimiento de la coleopterofauna es escaso, los primeros registros para el estado fueron realizados por Furth y Jolivet (2009), reportando 24 géneros y 68 especies (Coleoptera: Chrysomelidae). Dos años después, García *et al.* (2011) listaron diez géneros y 15 especies (Coleoptera: Melolonthidae, Scarabaeidae). El Instituto de Biología (IBUNAM) en su Portal de Datos Abiertos UNAM (2014) reportan diez géneros y 17 especies (Coleoptera: Cantharidae, Geotrupidae, Lampyridae, Lycidae, Meloidae, Telegeusidae). Finalmente, la CONABIO (2014) reporta cinco especies (Coleoptera: Tenebrionidae, Coccinellidae, Cleridae). Actualmente, la fauna de coleópteros reportada en el estado de Chihuahua está integrada por 15 familias, 58 géneros y 115 especies (Ochoa-García *et al.*, 2019). Este esfuerzo de muestreo es insuficiente para reflejar la posible diversidad de este orden de insectos que es extremadamente diversa. El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento de las familias de coleópteros presentes en el matorral xerófilo del desierto Chihuahuense.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el municipio de Jiménez, Chihuahua el cual se localiza al extremo sureste del estado, se ubica dentro del Desierto Chihuahuense, perteneciente al Bolsón de Mapimí. Limita con los municipios de Camargo, Allende, López y Coronado, así como con el municipio de Sierra Mojada en Coahuila, Mapimí y Tlahualilo en Durango. Se llevaron a cabo los muestreos en matorral xerófilo bien conservado de tres localidades dentro del municipio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características y coordenadas de los sitios de muestreo en Jiménez, Chihuahua.

Localidad	Hábitat	Altitud	Coordenadas
El Tordillo	Matorral xerófilo con mezquite	1357	104°55'12.61" 27°15'50.68"
Cerro Prieto	Matorral xerófilo con mezquite de uso ganadero	1420	104°59'55.06" 27°12'06.15"
Ojo de Dolores	Ojo de agua termal, rodeado de matorral xerófilo semi perturbado con abundante mezquite	1389	104°57'05.68" 27°01'41.23"

Se realizaron muestreos indirectos bimensuales a lo largo de un año, comenzando en mayo/2018 y terminando en abril/2019. En cada sitio se colocaron 20 trampas de caída (pit-fall) distribuidas en dos transectos lineales con 10 trampas cada uno, cada trampa tuvo una separación de 10 m. Las trampas se dejaron activas durante tres días con 125 ml de propilenglicol al 15% diluido con alcohol al 70% como preservador (Luna, 2005; Cheli y Corley, 2010); Así mismo, se realizaron colectas nocturnas colocando trampa de luz UV durante una noche en cada sitio. Las muestras colectadas en campo se separaron en frascos viales con alcohol al 70% para su análisis. Una vez separadas las muestras se procedió a su identificación taxonómica a nivel familia, utilizando claves especializadas (Arnett, 2002; Triplehorn y Johnson, 2005). Posteriormente se estimaron los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Margalef (Moreno, 2000) mediante el paquete estadístico PAST®.

Resultados y Discusión

Se registraron un total de 15,254 individuos pertenecientes a 37 familias, el sitio con mayor abundancia fue Cerro Prieto con el 56.48% del total de individuos, seguido de Ojo de Dolores con el 30%, por último, el Tordillo con el 13.47 %. El sitio con mayor riqueza de familias fue el Tordillo con 33, los sitios de Cerro prieto y Ojo de Dolores obtuvieron el mismo número de familias (31). Las familias más abundantes fueron Carabidae, Staphylinidae y Scarabaeidae, lo cual coincide con Bouchard *et al.* (2017) quienes las describen como algunas de las familias más diversas dentro del orden Coleoptera. El sitio Cerro Prieto contaba con manejo de ganado, presentando mayor abundancia de la familia Scarabaeidae, lo cual coincide con Escobar (2000) quien menciona que dicha familia se asocia en su mayoría a sitios en donde se encuentra ganado ya que su principal fuente de alimento es la boñiga (Grafica 1).

En los tres sitios, el mes de julio fue el que registró mayor abundancia, esto puede deberse a que son los meses en los que suelen presentarse mayores precipitaciones, favoreciendo la abundancia de estos organismos (Delgado *et al.*, 2012). Coincidiendo con lo encontrado por Medina-Reyes *et al.* (2019) quienes en un estudio realizado en la sierra de Guadalupe en una zona de matorral xerófilo obtuvieron las mayores abundancias de coleópteros en los meses de junio y julio.

Respecto a los índices el de Shannon-Wiener, los valores arrojado para los sitios: el Tordillo, Cerro Prieto y Ojo de Dolores fueron de 2.20, 1.77 y 1.78, respectivamente. De acuerdo con Moreno (2000) menciona que valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3, altos en diversidad de especies. En el presente trabajo, los valores arrojados oscilan entre 1.77 a 2.20, al ser un estudio realizado en ecosistemas de zonas áridas la diversidad suele ser más baja en comparación a ecosistemas tropicales que cuentan con mayor diversidad de vegetación (Enriquez-Enriquez, 2016). En cuanto al índice de Margalef, el Tordillo obtuvo un valor de 3.559, Cerro Prieto 3.11 y Ojo de Dolores 4.195, siendo este último el que obtuvo mayor riqueza específica, de acuerdo con Moreno (2000) éste índice se considera baja diversidad cuando los valores son >2 , y alta diversidad cuando los valores son <5 , sin embargo, aun cuando los valores son menores a cinco ningún sitio se puede considerar con baja diversidad. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores de índices de diversidad

	Rancho el Tordillo	Rancho Cerro prieto	Rancho Ojo de Dolores
Individuos	2055	8616	4583
Familias	33	31	31
Shannon	2.204	1.778	1.782
Margalef	3.559	3.11	4.195

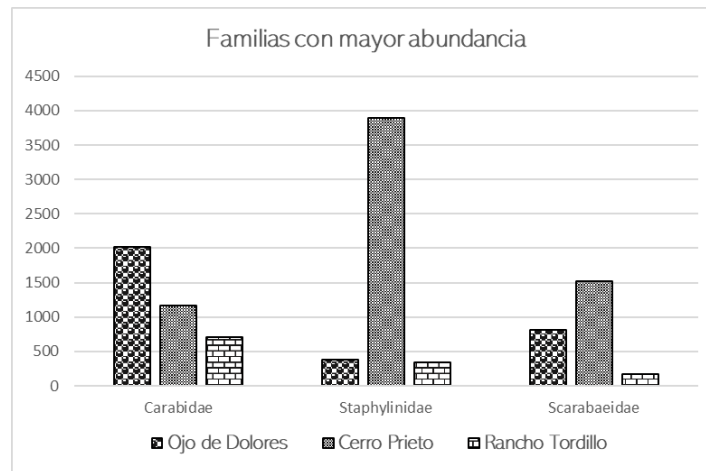


Figura1. Familias con mayor abundancia en los sitios de muestreo

Conclusiones

Se recolectaron un total de 15,254 individuos pertenecientes a 37 familias, las familias más representativas fueron Carabidae, Staphylinidae y Scarabaeidae. El mes de junio fue el que presentó mayor abundancia de individuos. Los sitios Ojo de Dolores y Cerro Prieto compartieron el mismo número de familias (31), este último presentó el mayor número de individuos, mientras que, el Tordillo presentó menor número de individuos, pero mayor diversidad de familias (33).

Para el estado de Chihuahua se habían reportado 15 familias, el presente trabajo aumentó el conocimiento a 21 familias, no es de extrañarse ni mucho menos se descartaría que algunas de ellas pudieran ser nuevos registros estatales. Por lo anterior, se sugiere la realización de más estudios de carácter taxonómico para determinar a nivel genérico y/o específico las especies de esta zona, de esta manera tener una aproximación más fina al conocimiento de este orden tan diverso.

Literatura Citada

- Arnett, R. H., M. C. Thomas, P.E. Skelley and J.H Frank (Eds.). 2002. American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea (Vol. 2). CRC press.
- Bouchard, P., A. B. T. Smith, H. Douglas, M.L. Gimmel, A.J. Brunke, and K. Kanda. 2017. Biodiversity of Coleoptera. In *Insect Biodiversity*: 337–417. <https://doi.org/10.1002/9781118945568.ch11>
- Bouchard, P., Y. Bousquet, A.E. Davies, M.A. Alonso-Zarazaga, J.F. Lawrence, C.H.C Lyal, M. Schmitt, SA Slipinski and ABT Smith. 2011. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys* 88: 1-972.
- Cabrera, L. B. A. 2009. Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*.
- Cheli, G. H., and J.C. Corley. 2010. Efficient sampling of ground-dwelling arthropods using pitfall traps in arid steppes. *Neotropical Entomology* 39: 912-917.
- CONABIO. 2014. La biodiversidad en Chihuahua: Estudio de Estado, Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. México. Disponible https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdfChihuahua_Final_Web.pdf. (última consulta 5 de noviembre de 2020).
- Delgado, J. M., A.E Castro-Ramírez, M.A. Morón and L. Ruiz-Montoya. 2012. Diversidad de Scarabaeoidea (Coleoptera) en las principales condiciones de hábitat de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 28: 185–205.
- Enríquez-Enríquez, D., M. Dame-González, M. Mercado-Reyes and M. Blancas-Mosqueda. 2016. Diversidad y valor de importancia como herramientas para fundamentar un cambio de uso del suelo en Zacatecas, México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales* 2:18-27.
- Escobar, S. 2000. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitats en la Reserva Natural Nukak. Guaviare. Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* 79: 103- 121.
- Furth, D. G. and P. Jolivet. 2009. Diversidad de escarabajos pulgas de la Sierra Tarahumara, Barrancas del Cobre. México (Chrysomelidae: Alticinae). *Investigación sobre Chrysomelidae* 2:131-151. <https://doi.org/10.1163/ej.9789004152045.1-299.46>.
- García, A. A., L.D.O Arenas, A.R. Olivas and J.V. Carrasco. 2011. Especies fotófilas de Coleoptera Lamellicornia en la región de los Tascates, Sinaloa y Chihuahua (México). *Boletín de la SEA* 49: 179-188.
- García-Hernández, J. and E. Jurado. 2008. Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N. L., México. *Ra Ximhai* 4:1-21.
- Granados-Sánchez, D., A. Sánchez-González, V. Granados, L. Ro and A. Borja de la Rosa. 2011. Ecología de la vegetación del desierto chihuahuense. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente* 17: 111-130. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.10.102>
- Harvey, C. A., N. Tucker and A. Estrada. 2004. Live fences, isolated trees, and windbreaks: tools for conserving biodiversity in fragmented tropical landscapes: 261-289.
- Instituto de Biología (IBUNAM) .2014. Colecciones Biológicas, Escarabajos. En Portal de Datos Abiertos UNAM Colecciones Universitarias (en línea), México, Universidad Nacional Autónoma de México. (última consulta 5 de noviembre 2020)
- Jiménez-Sánchez, E., R. Quezada García and J. Padilla-Ramírez. 2013. Diversidad de escarabajos necrófilos (Coleoptera: Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae y Trogidae) en una región semiárida del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Revista de Biología Tropical* 61: 1475-1491.
- Luna, J. M. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 37: 385-408.
- Medina-Reyes, G., E. Jiménez-Sánchez and S. Zaragoza-Caballero. 2019. Diversidad estacional y vertical de coleópteros (Insecta: Coleoptera) en la sierra de Guadalupe, estado de México, México. *Revista Entomología Mexicana* 6 :333-378.
- Moreno, C. E. 2000. Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1: 43-86 Manuales y tesis SEA.
- Navarrete-Heredia, J. L. and H.E. Fierros-López. 2001. Coleoptera de México: situación actual y perspectivas de estudio: 1-21.
- Ochoa García, D., J.A. Fernández Fernández, V.S Jiménez Hernández, A.A. Camargo Sanabria, J. Hernández Cumplido and J.R. Espinoza Prieto. 2019. Diversidad de Coleoptera (Insecta) en dos comunidades vegetales del rancho Teseachi, Chihuahua, México. *Acta zoológica mexicana* 35: 1-13. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3502213>
- Sánchez-Hernández, G., B. Gómez, L. Delgado, M.E. Rodríguez-López, E.R. Chamé-Vázquez. 2018. Diversidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas. México, *Caldasia*, 40:144-160. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v40n1.68602>
- Sánchez-Reyes, U.J., S. Niño-Maldonado, E. Meléndez-Jaramillo, V.C.D. Gómez-Moreno and J.E. Banda- Hernández. 2015. Riqueza de Chrysomelidae (Coleoptera) en el cerro el diente, San Carlos, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica mexicana* 31: 10-22. <https://doi.org/10.21829/azm.2015.311499>.
- Triplehorn, C. A., and N.F. Johnson. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects, 7th ed. Thomson Brooks/Cole, Belmont, CA
- Zhang, Z. Q. 2013. Phylum Arthropoda. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness* (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703(1):17-26.

RESPUESTA *in vitro* DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (VOC) PRODUCIDOS POR PGPR EN *Arabidopsis thaliana* BAJO CONDICIONES DE SALINIDAD

Ma. Teresa Salazar-Ramírez¹, Jorge Arnaldo Orozco-Vidal¹, Manuel Fortis-Hernández¹, Pablo Yescas Coronado¹, Diego Armando Gallegos-López¹

¹Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro, km 7.5. Ejido Anna, Torreón, Coahuila, México. C.P. 27190. *Autor para correspondencia: teresalazaramirez@gmail.com

Resumen

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto *in vitro* de los compuestos volátiles orgánicos (VOC) de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) en *Arabidopsis thaliana* bajo condiciones de salinidad. Las rizobacterias utilizadas en este proyecto fueron aisladas de la rizosfera de la candelilla (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc) LbEndo13, CASEndo10, NFbEndo12, CASEndo7, CASEcto4 y CASEcto12. Se determinó el efecto de promoción de crecimiento por medio de los VOC en cajas Petri con diferentes condiciones de salinidad (50 y 100 mM de NaCl), al finalizar el ensayo se midieron los parámetros de cantidad de raíces laterales y peso fresco de las plantas, donde las rizobacterias LbEndo13, NFbEndo12 y CASEndo7 mostraron un *efecto positivo y significativamente mayor que el control sin inocular*, demostrando así, que los VOC generados por las rizobacterias aumentaron significativamente la biomasa de las plántulas disminuyendo también el estrés causado por la salinidad.

Palabras clave: *Compuestos Orgánicos Volátiles, Rizobacterias, Salinidad.*

Introducción

Las bacterias de vida libre que favorecen el desarrollo de la planta e incluso que intervienen como control biológico de fitopatógenos, son usualmente conocidas como rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR de las siglas en inglés Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) (Palacio-Rodríguez *et al.* 2016). Algunas PGPR tiene la capacidad de activar algunos mecanismos relacionados con la defensa de la planta, este proceso es conocido como resistencia sistémica inducida (ISR) (Van Loon, 2004). La activación del ISR por medio de PGPR ha logrado suprimir enfermedades causadas por una amplia gama de fitopatógenos, en condiciones de invernadero y en campo (Kloepper *et al.* 2004; Van Loon, 2004). Sin embargo, existe un número menor de investigaciones en PGPR como inductores de la tolerancia a estrés abiótico, como la sequía, la salinidad y la deficiencia o exceso de nutrientes. El uso de PGPR se ha convertido en una alternativa prometedora para aliviar el estrés vegetal causado por la salinidad (Fu *et al.* 2010; Mayak *et al.* 2004), al aumentar el peso fresco de las plantas bajo condiciones de salinidad (Shilev *et al.* 2010) e incrementando tanto la germinación como el tamaño de las plantas (Yao *et al.* 2010). Los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) son compuestos que se han reconocido como moléculas volátiles de bajo peso molecular. Dentro de este grupo de moléculas se han encontrado aldehídos, alcoholes, cetonas, hidrocarburos, indoles, derivados de ácidos grasos, terpenos y jasmonatos. Aunque algunos VOC actúan de forma directa como fitohormonas, la mayoría estimula de forma indirecta el crecimiento vegetal. Los VOC producidos por las rizobacterias pueden actuar como moléculas que señalan la interacción microorganismo-planta (Molina-Romero *et al.* 2015). Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto *in vitro* de los compuestos volátiles orgánicos (VOC) de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) en *Arabidopsis thaliana* bajo condiciones de salinidad.

Materiales y Métodos

Para determinar el efecto de promoción de crecimiento vegetal y la respuesta a condiciones de salinidad por parte de los compuestos orgánicos volátiles emitidos por las rizobacterias sobre plántulas de *Arabidopsis thaliana*, se utilizó un sistema de cajas Petri con una división, se agregó medio MS en ambos lados de la caja; se realizaron dos experimentos con diferentes concentraciones de NaCl (50 y 100 mM).

En uno de los lados se colocaron 4 semillas de *Arabidopsis thaliana* que previamente fueron desinfectadas y puestas en vernalización a 4°C por 48 horas para sincronizar la germinación de las semillas; en el otro lado de la caja se inoculó con 10 µl de suspensión bacteriana a una concentración de 1×10^9 UFC ml⁻¹. Las placas se colocaron en una cámara de crecimiento a 22°C con un fotoperíodo de 16/8h (luz/oscuridad) después de doce días posterior a la germinación de *Arabidopsis thaliana* se determinó la cantidad de raíces laterales y el peso fresco de las plantas. Los distintos parámetros medidos de desarrollo de las plántulas fueron analizados en un diseño experimental al azar, se realizó un análisis estadístico de ANOVA seguido de una prueba de T de Tukey (HSD), con valor de $P= 0.05$. Los análisis y las gráficas fueron realizados utilizando el software estadístico GraphPad Prism 6.

Resultados y Discusión

Las plantas de *Arabidopsis thaliana* que se desarrollaron en medio MS enriquecido con la concentración de 50 mM de NaCl (Figura 1) y estuvieron en interacción con los compuestos volátiles orgánicos de las rizobacterias LbEndo13, NFbEndo12, CASEndo7 y CASEcto12 tuvieron un efecto positivo y significativamente mayor en el número de raíces laterales en comparación con el control sin inocular, del mismo modo, se obtuvo un incremento significativo en el peso total de las plantas, teniendo un efecto mayor los compuestos volátiles de las rizobacterias NFbEndo12, CASEndo7 y CASEcto12. En los ensayos con la concentración de 100 mM de NaCl (Figura 2) los resultados fueron favorables en producción de raíces secundarias y en el peso total de la planta para las rizobacterias LbEndo13, NFbEndo12 y CASEndo7, teniendo una diferencia significativa con respecto al control.

En un estudio realizado por Bhattacharyya *et al.* (2015) Muestran que se obtuvo una protección al estrés salino en *Arabidopsis thaliana* bajo condiciones de 100 mM de NaCl, gracias a los volátiles de *Alcaligenes faecalis* JBCS1294, incrementado el peso de las plantas, obteniendo también un aumento de las raíces secundarias y la longitud de la raíz primaria después de estar en 14 días de interacción con los compuestos volátiles orgánicos. Gutiérrez-Luna *et al.* (2010) reporta que se utilizaron aislados bacterianos de *Citrus aurantifolia*, estos fueron inoculados en *Arabidopsis thaliana* para evaluar los efectos de los compuestos volátiles orgánicos sobre la planta, demostrando que los compuestos cambian el desarrollo radicular y aumentan la producción de biomasa en la planta.

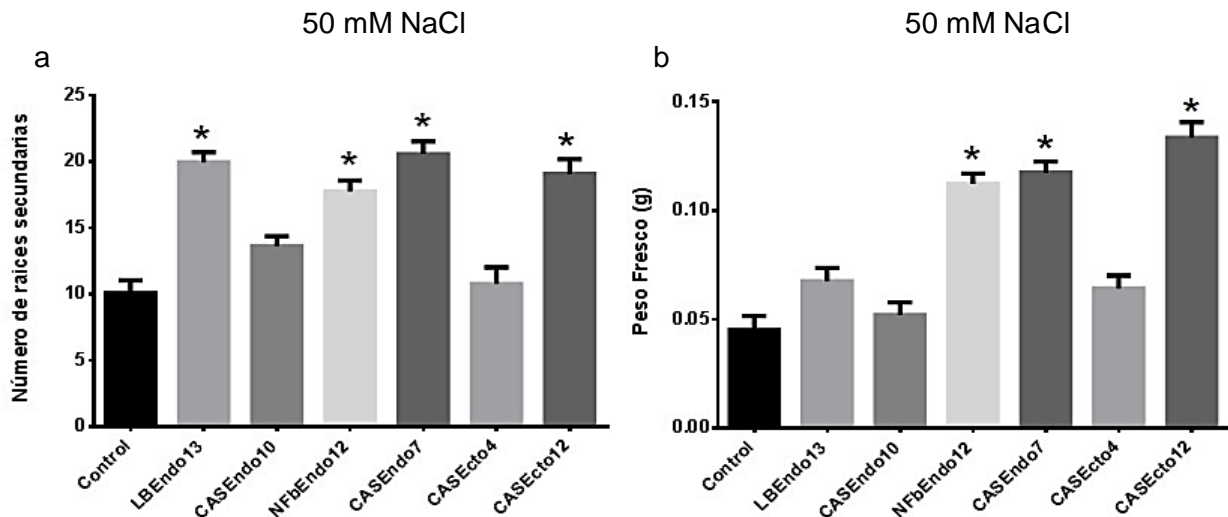


Figura 1. Efecto de los compuestos volátiles orgánicos de las rizobacterias sobre la planta *Arabidopsis thaliana* en condiciones de 50 mM de NaCl después de 12 días de la inoculación en caja Petri dividida. a: medias de la producción de raíces laterales, siendo los tratamientos inoculados con las rizobacterias superiores al control b: medias de los pesos totales de las plantas, se aprecia una clara promoción de crecimiento. Los asteriscos (*) indican diferencias significativas entre plántulas inoculadas y el control sin inocular.

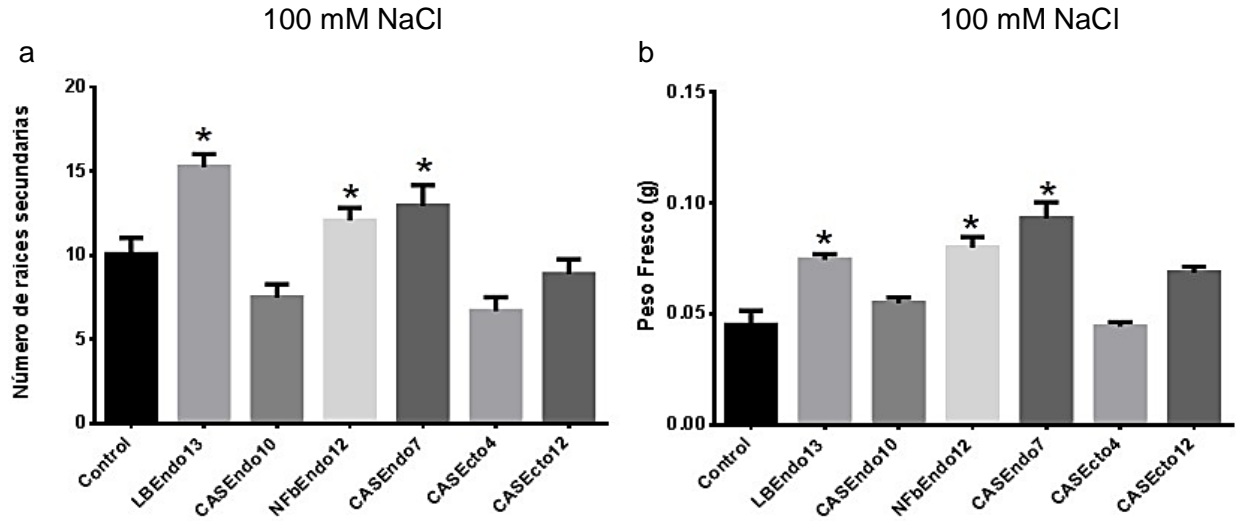


Figura 2. Efecto de los compuestos volátiles orgánicos de las rizobacterias sobre la planta *Arabidopsis thaliana* en condiciones de 100 mM de NaCl después de 12 días de la inoculación en caja Petri dividida a: medias de la producción de raíces laterales, siendo los tratamientos inoculados con las rizobacterias superiores al control b: medias de los pesos totales de las plantas, se aprecia una clara promoción de crecimiento. Los asteriscos (*) indican diferencias significativas entre plántulas inoculadas y el control sin inocular.

Conclusiones

Con este estudio se demostró el potencial de promoción del crecimiento en *Arabidopsis thaliana* por parte de los VOC de las rizobacterias aisladas de la rizósfera de la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc) en condiciones de salinidad, donde se observa que estos volátiles tienen la capacidad de modular la arquitectura radicular y promover el desarrollo vegetal. Los compuestos volátiles emitidos por las rizobacterias LBEndo13, NFbEndo12 y CASEndo7 estimulan tanto el crecimiento de la *Arabidopsis thaliana*, como su protección en condiciones de salinidad con concentraciones de 50 y 100 mM de NaCl, incrementando la producción de raíces laterales, promoviendo una mayor cantidad de biomasa y favoreciendo su desarrollo ante los entornos de salinidad.

Literatura Citada

- Bhattacharyya D, Yu SM, Lee YH. (2015). Volatile compounds from *Alcaligenes faecalis* JBCS1294 confer salt tolerance in *Arabidopsis thaliana* through the auxin and gibberellin pathways and differential modulation of gene expression in root and shoot tissues. *Plant Growth Regul* 75:297–306
- Fu Q, Liu C, Ding N, Lin Y, Guo B. (2010). Ameliorative effects of inoculation with the plant growth-promoting rhizobacterium *Pseudomonas* sp. DW1 on growth of eggplant (*Solanum melongena* L.) seedlings under salt stress. *Agric. Water Manage.* 97, 1994–2000.
- Gutiérrez-Luna F, López-Bucio J, Altamirano-Hernández J, Valencia-Cantero E, Reyes-de la Cruz H, Macías-Rodríguez L. (2010). Plant growth-promoting rhizobacteria modulate root-system architecture in *Arabidopsis thaliana* through volatile organic compound emission. *Symbiosis*.51: 75-83
- Kloepper JW, Ryu CM, Zhang S. (2004). Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* sp. *Phytopathology*. 94, 1259–1266.
- Mayak, S, Tirosh T, Glick BR. (2004). Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. *Plant Physiol. Biochem.* 42, 565-572.
- Molina-Romero D, Bustillos-Cristales MdR, Rodríguez-Andrade O, Morales García YE, Santiago-Sáenz Y, Castañeda-Lucio M, Muñoz-Rojas J. (2015). Mecanismos de fitoestimulación por rizobacterias, aislamientos en América y potencial biotecnológico. *Biológicas*. 17(2): 24-34.
- Palacio-Rodríguez, R., Ramos, B. P., Coria-Arellano, J. L., Reyes, B. N., & Sáenz-Mata, J. (2016). Mecanismos de las PGPR para mitigar el estrés abiótico de plantas. *Arido-Ciencia*. 1 (1):5 - 12
- Shilev S, Sancho ED, Benlloch-Gonzalez M. (2010). Rhizospheric bacteria alleviate salt-produced stress in sunflower. *J. Environ. Manage.* 95: S37-S41.
- Van Loon LC, Bakker PA, Pieterse CM. (2004). Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 36, 453–483.
- Yao L, Wu Z, Zheng Y, Kaleem I, Li C. (2010). Growth promotion and protection against salt stress by *Pseudomonas putida* Rs-198 on cotton. *Eur. J. Soil Biol.* 46:49-54.

TOMA DE MUESTRAS SANGUÍNEAS EN AVES DE PASTIZAL COMO TÉCNICA DIAGNÓSTICA PARA EVALUAR SU ESTADO DE SALUD

Amara Sahad Jiménez-Chávez^{1*}, Gonzalo Hernández-Ibarra¹, Martín Emilio Pereda-Solís²

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas; Km 40 Ctra. Gómez Palacio, Dgo. - Cd. Juárez, Chih.; C.P. 35230. Bermejillo, Mapimi, Durango, México. ² Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ctra. Durango - Mezquital, km 11.5. 34000. Durango, Durango, México.

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

Introducción

El realizar diagnósticos por medio de pruebas sanguíneas de aves ha tomado gran demanda debido la baja cantidad de muestra que se requiere (equivalente al 1% del peso corporal), siendo un método de diagnóstico simple pero preciso y rentable (Low, 2012); por medio de la toma de muestras sanguínea se puede emplear técnicas diagnósticas donde se valore el estado de salud de las aves, así como el uso de la sangre y sus componentes como biomarcador de algunos problemas como exposición a contaminantes, estrés, anemia, e incluso realizar algunas pruebas diagnósticas para valorar el estado inmunológico, realizar conteo de glóbulos y su relación (por ejemplo, recuento leucocitario, relación H/L, hematocrito, plasma, micronúcleos, hemoparásitos, etc.), realizar la diferenciación sexual, identificación de especie y sub especies entre otras pruebas (Kramer, 2015). El objetivo de la siguiente contribución es presentar la técnica de manejo de aves de pastizal para la toma y preparación de muestras sanguíneas.

Materiales y Métodos

Lugar de estudio: La técnica fue empleada en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria (FMVZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), Durango, México.

Muestreo de aves y colecta sanguínea: Las aves de pastizal fueron capturadas por medio redes ornitológicas (2.60 metros alto por 4 metros largo de polyester negro modelo de 36 mm luz de malla) siguiendo la metodología de arreo, dicha técnica consistió en direccionar con ayuda de 6 personas a las aves hacia las redes ornitológicas; posterior a la captura de las aves y su liberación de la red, se realizó la manipulación de cada ave para realizar una punción sobre la vena subclavia del ala derecha con ayuda de una aguja (para las aves con peso corporal igual o menor a 60 gramos se recomienda usar agujas hipodérmicas con calibre de 28 ± 1 G, siendo el tamaño de la jeringa de 0.4 ± 1 mL) y colectar la muestra en un capilar el cual puede contener heparina, EDTA o ser simple según los requerimientos del análisis, posteriormente se realizó el frotis, donde sobre un porta objetos se coloca a uno de los extremos de forma centrada una pequeña gota de la muestra de sangre y con apoyo de otro portaobjetos se hace el barrido en dirección contraria de la cabeza del frotis, de tal manera que la terminación del cuerpo presente cola de cometa y se visualizó la monocapa donde fue realizada la lectura celular.

Métodos de laboratorio: Para el fijado de los frotis se bañaron los porta objetos en etanol durante 10 minutos, posteriormente se enjuagaron con agua corriente y subsiguientemente se tiñeron en solución Wright-Giemsa (de igual forma se puede usar Wright, Wright-Leishman o May Grünwald-Giemsa) por 10 minutos y dejando secar al aire libre. Una vez teñidas las muestras se realizó el análisis bajo microscopio, donde se recomienda hacer el conteo diferencial leucocitario por cada 100 glóbulos blancos encontrados de forma consecutiva en el área de monocapa del frotis sanguíneo, las células se clasificaron en heterófilos eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos. Las muestras obtenidas durante la implementación de la metodología para la captura en aves pequeñas como los gorriones de pastizal deben manejarse con sumo cuidado dado que es poco el volumen sanguíneo que se extrae, así como hacer correctamente el frotis para disminuir el margen de error en la identificación y conteo celular, al igual que tener en cuenta la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Resultados y Discusión

Durante la aplicación de la metodología anteriormente descrita se obtuvo un aprovechamiento significativo en cuanto a los conocimientos necesarios para la correcta instalación de redes, así como la forma más eficiente de liberar a los organismos de las redes y la toma de muestra sanguínea sin causar efectos adversos o estrés en los ejemplares. Es importante destacar que para el uso de las redes de niebla se debe contar con su respectivo permiso de captura y colecta de aves por parte de las autoridades correspondientes, en el caso del territorio nacional en México se otorga por parte de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Si bien los resultados hasta la fecha son preliminares debido a la temporada de migración de las dos especies estudiadas, trasciende la relevancia en cuanto a continuidad de estudios para la zona de estudio, reforzando resultados obtenidos anteriormente por (Cabanillas *et al.*, 2016; Flores-Morales *et al.*, 2019).

Conclusiones

Se concluye que la metodología es apta para empleo en aves de pequeño tamaño y no solo de pastizal dado que un capilar de sangre extraída de la vena subclavia (0.05 mL de sangre aprox.) es suficiente para pruebas hematológicas como caracterización de las especies, diferenciación sexual, estado de salud e inmunología, así como pruebas más específicas como análisis estructurales de las células, hemoparasitología.

Literatura Citada

- Cabanillas, F. G., Martínez, J. H., Macías, A., Pereda, M. E., & Strasser, E. (2016). VII congreso internacional de manejo de pastizales. ¿La Densidad de Semillas En El Suelo Influye En La Selección de Hábitat Invernal de Gorriones del Género *Ammodramus*?, 12.
- Flores-Morales, F., Martínez-Guerrero, J. H., Pereda-Solís, M. E., & Sierra-Franco, D. (2019). Tecnologías para el manejo sostenible de los pastizales. In M. del I. C. I. de M. de Pastizales & M. “Tecnologías para el manejo sostenible de los pastizales”, Chihuahua (Eds.), Caracterización de hábitat reproductivo de gorrión chapulín (*Ammodramus savannarum*) en los pastizales del Norte de Durango. (p. 139).
- Low, A. (2012). Practical avian venipuncture: how to take blood from birds. *The Veterinary Nurse*, 3(7), 446-448.
- Kramer, M. (2015). Avian blood collection and hematology. In 40th World Small Animal Veterinary Association Congress, Bangkok, Thailand, 15-18 May, 2015. Proceedings book (pp. 627-629). World Small Animal Veterinary Association.

DIVERSIDAD DE EXTRACTOS VEGETALES PARA CONTROL DE ENFERMEDADES EN LA AGRICULTURA: UNA REVISIÓN Y ANÁLISIS PROSPECTIVO

Luis Ángel González-Espíndola^{1*}, Aurelio Pedroza-Sandoval¹, Fabián García- González^{1*},
José Alfredo Samaniego-Gaxiola²

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Km. 40 Ctra. Gómez Palacio - Chihuahua Bermejillo, Durango, México C.P. 35230. ² Investigador Centro de Investigación Regional Norte Centro, INIFAP. México.

*Autor de correspondencia: qfbgonzalez_espindola@hotmail.com

Introducción

La agricultura es importante para garantizar y satisfacer la demanda de alimentos en el mundo. Una de las más antiguas y permanentes limitantes de producción agroalimentaria, son las plagas y enfermedades en los cultivos. La seguridad alimentaria para una población con recursos naturales limitados y el control fitosanitario que la garantice, ha sido una de las principales metas a nivel global (Singh, Bhatnagar, & Tomar, 2019). La estrategia en el manejo de enfermedades en agricultura depende en gran medida en la aplicación de productos químicos para evitar pérdidas en calidad y rendimiento (Mekam et al., 2019). En los últimos años, se ha incrementado el uso de dichos productos para controlar o erradicar enfermedades (Hernández Juárez, 2015). En la actualidad, el uso de productos sintéticos representa riesgo para la salud e incrementa la contaminación del ambiente (Cuzco Bobadilla & Chico-Ruíz, 2015). El manejo de enfermedades bacterianas es un tema ampliamente discutido, pues el uso los productos químicos en la práctica agrícola ha generado resistencia microbiana (Hernández Juárez, 2015). La resistencia bacteriana causada por el uso indiscriminado de antibióticos se ha convertido en un problema de importancia global (Jiménez-Reyes, Carrasco, Olea, & Silva-Moreno, 2019; Suryawanshi & Vidyasagar, 2016).

En años recientes, la búsqueda de antimicrobianos de origen natural, se ha incrementado y más en el caso de aquellos que provienen de plantas (Blando, Russo, Negro, De Bellis, & Frassineti, 2019). Los extractos provenientes de plantas poseen compuestos activos potentes, pero menos tóxicos que los productos sintéticos (Jiménez-Reyes et al., 2019). Los productos de origen botánico ofrecen la ventaja de ser específicos para una especie particulares con nulos efectos de toxicidad contra mamíferos (Lira-Saldivar, Hernández-Suárez, & Hernández-Suárez, 2006). Los extractos vegetales son obtenidos por diferentes métodos de preparación con el uso de diferentes solventes de acuerdo al tipo de constituyente fitoquímico de interés. La preparación de extractos crudos, con base alcohólica o con otro disolvente orgánico para el control de fitopatógenos, es una de las tendencias modernas para disminuir el uso de productos químicos que pueden generar daños a la salud o inducir la resistencia de los microorganismos. Para ello, es necesario conocer los resultados más sobresalientes de los estudios realizados en los últimos años. El objetivo de esta contribución, es hacer una revisión exhaustiva acerca del estado actual en la investigación y los avances tecnológicos logrados hasta ahora, acerca del rol que actualmente juegan los extractos vegetales en el manejo y control fitosanitario, específicamente referido a las enfermedades causadas por fitopatógenos: hongos, bacterias, virus y nematodos.

Materiales y Métodos

Para el cumplimiento del objetivo antes citados, se procedió a consultar diferentes fuentes de información científica mediante uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC's) y mediante la integración de la información en ficheros electrónicos, proceder a hacer el análisis de reflexión y prospección respectivos.

Productos naturales u orgánicos: naturaleza química y modo de acción: Los productos naturales son compuestos de bajo peso molecular que desempeñan papeles importantes en la fisiología de la planta (Mekam et al., 2019). Los compuestos que son producidos en el metabolismo secundario de las plantas actúan como con factores de control bióticos (Andrade-Bustamante et al., 2017; Hernández Juárez, 2015; Lorenzo Justo & Sánchez Escalante, 2016). El mecanismo de acción de inhibición biológica que pueden tener esas sustancias naturales, son aún motivo de investigación (Hayam & Ferial, 2014; Jasso De Rodríguez et al., 2019).

Los efectos de la plantas están principalmente relacionadas con su composición química como: alcaloides, ácidos, aceites esenciales, esteroides, saponinas y taninos que se obtienen mediante disolventes y distintos métodos de extracción (Al-Daihan *et al.*, 2013; Dakole *et al.*, 2016). Todas las partes de la plantas (raíces, tallos, hojas, frutos, semillas, flores) pueden ser analizadas para conocer sus componentes fitoquímicos, el hallazgo de algún compuesto genera interés en su aislamiento, purificación y caracterización (Al-Rifai *et al.*, 2017). Los compuestos fenólicos han sido investigados por sus efectos contra un amplio rango de microorganismos (Blando *et al.*, 2019). El mecanismo por el cual tienen acción con los microorganismos los extractos vegetales no se encuentra claro aún, pero se teoriza que aquellos que llegan a contener compuesto fenólicos, pueden causar toxicidad en los microorganismo por inhibición enzimática a causa de la oxidación de compuestos; en el caso de los terpenos y aceites esenciales puede causar la destrucción de la membrana de los microorganismos a través de compuestos de composición lipofílica (Andrade-Bustamante *et al.*, 2017).

Las zonas áridas como alternativa de especies de plantas nativas con potencial fitosanitario: Las regiones semidesérticas tienen una alta importancia debido a que son áreas muy extensas en el mundo y en ellas se encuentra una diversidad botánica adaptada al estrés ambiental a base de mecanismos fisiológicos que redundan en altos contenidos de metabolitos secundarios útiles a la industria para diferentes usos, como el fitosanitario (Serrano-Gallardo *et al.*, 2017). Las plantas de zonas áridas pueden llegar a tener la capacidad o el potencial para ser útiles para controlar enfermedades fitopatógenas debido a su contenido de metabolitos secundarios como monoterpenos, sesquiterpenos y compuestos fenólicos, a los que se les atribuye el efecto repelente, antimicrobiano o antifúngico (Andrade-Bustamante *et al.*, 2017).

Diversas especies vegetales nativas de zonas áridas, como la gobernadora (*Larrea tridentata*) posee un atributo fitoquímico, la acumulación de una resina espesa en las hojas y ramas que es soluble en agua (Lira-Saldivar *et al.*, 2006). De igual forma, investigaciones realizadas sobre el árbol del mezquite (*Prosopis glandulosa*), no han sido concluyentes, pero se le atribuye un efecto considerable como antimicrobiano a la vaina (Lorenzo Justo & Sánchez Escalante, 2016). Actualmente se estudian diversos extractos vegetales para descifrar su potencial uso en el control de plagas y enfermedades.

Los aceites esenciales en la agricultura: Cuzco Bobadilla & Chico-Ruíz (2015) evaluó el aceite esencial de *Origanum vulgare* L. para inhibir el desarrollo de *Rhizoctonia solani* en hojas. La concentración con mayor efectividad se reportó en 400 ppm, mostrando un porcentaje de inhibición del 66.74%. Mientras que, Mohamed Ali *et al.*, (2017) desarrolló y estandarizó una mezcla de aceites esenciales de *Cymbopogon nardus* (L.) y *Azadiractha indica* A. Juss en una nano emulsión que demostró un potente efecto antifúngico contra *R. solani* y *Sclerotium rolfsii*. Un estudio similar desarrollado por Dakole *et al.*, (2016) realizó un análisis exploratorio de trece especies vegetales, siendo los aceites esenciales de *Callistemon citrinus*, *Cymbopogon citratus* y *Ocimum gratissimum* los que inhibieron totalmente el desarrollo micelial y la germinación de conidias de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary; mientras que el aceite esencial de *Ocimum gratissimum* y *Cymbopogon citratus* presentaron el mismo efecto inhibitor total frente a *Fusarium oxysporum* f. sp *Lycopersici*.

Los extractos vegetales para tratamiento de enfermedades fúngicas: Hernández Juárez (2015) utilizó *Carya illinoensis* (Wangenh) Koch, *A. indica* *Melia azedarach* L., *Citrus aurantium* L., *Citrus limon* L., *Ricinus communis* L., *Pithecellobium dulce* (Boxb) Benth, *Nicotina glauca* Graham, *Lippia graveolens* Kunth, *Datura stramonium* L., *Eucalyptus globulus* Labill, *Cucurbita foetidissima* Kunt, *Acacia farnesiana* L. Wild., *Turnera difusa* Wild., *L. tridentata*, *A. vera*, *Allium sativum* L., *Allium cepa* L., *Capsicum spp.* L. con diferentes solventes contra el hongo de *R. solani*, obteniendo resultados de inhibición del crecimiento de 60 y 58 % para el extracto hexánico de nogal y el extracto etanólico de guamúchil. Mysore Kalpashree & Anandarao Raveesha, (2016) realizaron una investigación utilizando hojas y tallos de 25 especies vegetales, para evaluar su efecto inhibitorio sobre *Alternaria solani*. Los extractos más promisorios resultaron los provenientes de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. que mostró cerca del 88.92% como máximo de inhibición en concentraciones de 50%; el extracto de hojas de *Carica papaya* L. presentó 72.68% de inhibición en la misma concentración y 72.68% en concentración de 40%; el extracto de *R. communis* presentó el 70.53, 61.31, 63.03 % de inhibición en concentraciones de 50, 40 y 30 % respectivamente.

En el extracto de *Polyalthia longifolia* Hook. f. & Thom el porcentaje de inhibición fue de 63.03% al 50% de concentración y 51.86% de inhibición al 40% de concentración. Ekefan, Nwankiti, & Gwa, (2018)) utilizaron extractos acuosos de hojas de *A. indica*, raíces de *Z. officinale*, semillas de *Piper guineense* Schumach., hojas de *Nicotiana tabacum* Linn. y hojas de *C. papaya* contra *Botryodiplodia theobromae*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Curvularia eragrostide* y *Colletotrichum* sp. Los extractos más efectivos para el control de patógenos en la germinación del ñame (*Dioscorea rotundata* Poir) fueron *P. guineense*, *Z. officinale*, *A. indica*, *C. papaya* y *N. tabacum*. Nugroho, Mirnia, & Cumagun, (2019) concluyeron que el extracto de *Ocimum bacilicum* L. resultó no ser tan efectivo para retrasar el crecimiento *in vitro* de *Slerotium rolfsii* en 24 horas de incubación en concentraciones 25-50% (w/v), mientras que, la mayor supresión del desarrollo micelial se expresó en concentraciones de 75% y 100%. La aplicación del extracto de *O. bacilicum* como preventivo mostró el potencial de reducir la incidencia en 30% de *damping-off* en plantas de tomate. Chen *et al.*, (2019) mostró resultados de dos metabolitos secundarios de *Magnolia officinalis*; el magnolol y honokiol, que mostraron inhibición de 77% y 91% en presencia de 0.1 mg mL⁻¹ respectivamente, contra el crecimiento micelial de *A. alternata*. Para confirmar el efecto inhibitorio, se probó el efecto del magnolol y honokiol utilizando seis diferentes cepas de hongos fitopatógenos, *Penicillium expansum* (Link) Thom, *Alternaria dauci* f. sp. *solani*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum* y *R. solani* la efectividad resultante fue 80, 70, 79, 76, 100 y 57 % en inhibición con el uso de magnolol. En el caso del honokiol los porcentajes de inhibición fueron de 81, 80, 82, 89, 100 y 68%, lo cual concluye la efectividad de ambos.

Conclusión

Con las evidencias mostradas en esta contribución, se identifica que los productos basados en extractos vegetales son de altas expectativas para un manejo fitosanitario de mayor sustentabilidad en la agricultura. Con base en lo anterior, deberá fortalecerse la investigación y el desarrollo tecnológico de este tipo de productos naturales.

Literatura Citada

- Al-Daihan, S., Al-Faham, M., Al-shawi, N., Almayman, R., Brnawi, A., zargar, S., & Bhat, R. shafi. (2013). Antibacterial activity and phytochemical screening of some medicinal plants commonly used in Saudi Arabia against selected pathogenic microorganisms. *Journal of King Saud University - Science*, 25(2), 115–120. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2012.11.003>
- Al-Rifai, A., Aqel, A., Al-Warhi, T., Wabaidur, S. M., Al-Othman, Z. A., & Badjah-Hadj-Ahmed, A. Y. (2017). Antibacterial, Antioxidant Activity of Ethanolic Plant Extracts of Some Convolvulus Species and Their DART-ToF-MS Profiling. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/5694305>
- Andrade-Bustamante, G., Manelik García-López, A., Cervantes-Díaz, L., Aíl-Catzim, C. E., Borboa-Flores, J., & Rueda-Puente, E. O. (2017). Estudio del potencial biocontrolador de las plantas autóctonas de la zona árida del noroeste de México: Control de fitopatógenos. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(1), 127–142.
- Blando, F., Russo, R., Negro, C., De Bellis, L., & Frassinetti, S. (2019). Antimicrobial and antibiofilm activity against *Staphylococcus aureus* of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. Cladode polyphenolic extracts. *Antioxidants*, 8. <https://doi.org/10.3390/antiox8050117>
- Chen, Y. H., Lu, M. H., Guo, D. S., Zhai, Y. Y., Miao, D., Yue, J. Y., ... An, D. R. (2019). Antifungal effect of magnolol and honokiol from *magnolia officinalis* on *alternaria alternata* causing tobacco brown spot. *Molecules*, 24(11), 6–11. <https://doi.org/10.3390/molecules24112140>
- Cuzco Bobadilla, C. C., & Chico-Ruíz, J. (2015). Efecto antifúngico del aceite esencial de *Origanum vulgare* sobre el crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani*. *SAGASTEQUINA*, 3(1), 79–86.
- Dakole, D., Nguefack, J., Dongmo, L. J. B., Galani, Y. J. H., Aza, U. R., & Amvam, Z. P. H. (2016). Antifungal potential of essential oils, aqueous and ethanol extracts of thirteen plants against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* and *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary as major tomato pathogens in Cameroon. *International Journal of Current Science*, 19(2), 128–145.
- Ekefan, E., Nwankiti, A., & Gwa, V. (2018). Comparative Assessment of Antimicrobial Potency of Some Selected Plant Extracts Against Seed Borne Pathogens of Germinating Yam Setts. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 09(07). <https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000444>
- Hayam M, I., & Ferial M, A.-S. (2014). Antibacterial activity of some medicinal plant extracts. *International Scholarly and Scientific Research and Innovation*, 8(2), 259–262. <https://doi.org/10.1007/s11418-007-0216-x>
- Hernandez Juarez, R. G. (2015). *Extracto vegetales para el control de hongo Rhizoctonia solani Kühn in vitro*. Universidad Autónoma

Agraria Antonio Narro.

- Jasso de Rodríguez, D., Gaytán-Sánchez, N. A., Rodríguez-García, R., Hernández-Castillo, F. D., Díaz-Jiménez, L., Villarreal-Quintanilla, J. A., ... Peña-Ramos, F. M. (2019). Antifungal activity of Juglans spp. and Carya sp. ethanol extracts against Fusarium oxysporum on tomato under greenhouse conditions. *Industrial Crops and Products*, 138(June), 111442. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.06.005>
- Jiménez-Reyes, M. F., Carrasco, H., Olea, A. F., & Silva-Moreno, E. (2019). Natural compounds: A sustainable alternative to the pytopathogens control. *J. Chil. Chem. Soc*, 64.
- Lira-Saldivar, R. H., Hernández-Suárez, M., & Hernández-Suárez, F. D. (2006). Activity of Larrea tridentata (D .C .) Coville L . extracts and chitosan against fungi that affect horticultural crops. *Chapingo Serie Horticultura*, 12(2), 211–216.
- Lorenzo Justo, M. Y., & Sánchez Escalante, A. (2016). Actividad antibacteriana de extractos etanólicos y acuosos de vaina de mezquite (prosopis velutina) con potencial de aditivo alimentario. *Revista Tlamati Sabiduria*, 7.
- Mekam, P. N., Martini, S., Nguefack, J., Tagliazucchi, D., Mangoumou, G. N., & Stefani, E. (2019). Activity of extracts from three tropical plants towards fungi pathogenic to tomato (Solanum lycopersicum). *Phytopathologia Mediterranea*, 2016(3), 573–586. <https://doi.org/10.14601/Phyto-10891>
- Mohamed Ali, E. O., Akhtar Shakil, N., Singh Rana, V., Jyoti Sarkar, D., Majumder, S., Kaushik, P., ... Kumar, J. (2017). Antifungal activity of nano emulsions of neem and citronella oils against phytopathogenic fungi, Rhizoctonia solani and Sclerotium rolfsii. *Industrial Crops and Products*, 108(June), 379–387. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.061>
- Mysore Kalpashree, M., & Anandarao Raveesha, K. (2016). *Efficacy of aqueous plant extracts against Alternaria solani , the causative agent of early blight of tomato*. 4(6), 184–188.
- Nugroho, C., Mirnia, E., & Cumagun, C. J. R. (2019). Antifungal Activities of Sweet Basil (Ocimum basilicum L .) Aqueous Extract Against. *Agrivita*, 41(1), 149–157.
- Serrano-Gallardo, L.-B., Castillo-Maldonado, I., Borjón-Ríos, C.-G., Rivera-Guillén, M.-A., Morán-Martínez, J., Téllez-López, M.-A., ... Vega-Menchaca, M. del C. (2017). Antimicrobial activity and toxicity of plants from northern Mexico. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 16(2), 203–207.
- Singh, J., Bhatnagar, S. K., & Tomar, A. (2019). Study on fungicidal effect of plant extracts on plant pathogenic fungi and the economy of extract preparation and efficacy in comparison to synthetic/chemical fungicides. *Journal of Applied and Natural Science*, 11(2), 333–337. <https://doi.org/10.31018/jans.v11i2.2053>
- Suryawanshi, P., & Vidyasagar, G. M. (2016). Antimicrobial Activity of *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill Fruit and Cladode Extracts. *International Journal of Pharmacology, Phytochemistry and Ethnomedicine*, 3, 84–89. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ijppe.3.84>

PRODUCCIÓN DE SEMILLA Y FITOMASA ÁEREA DE PASTO BANDERILLA *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN EN EL ALTIPLANO ZACATECANO

Francisco Antonio Rubio Aguirre^{1*}, Enrique Medina Martínez¹, Iván Olvera Leal²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas. ²PSP en CEZAC-INIFAP.

*Autor de correspondencia: fara_charro@yahoo.com

Introducción

El pasto Banderilla es una especie perenne de verano, que se desarrolla en suelos con buen drenaje, poco profundos y pendientes rocosas; se adapta mejor a suelos calcáreos y moderadamente alcalinos, más que a suelos neutros o ácidos. Sierra et al. (2014) amplían los sitios de adaptación a suelos someros pedregosos desde 15 hasta 50 cm de profundidad; áreas con pendientes del 1 al 60%; con textura franco arenosa, franco-arcillosa o areno arcillosa, principalmente; encontrándose su rango de adaptación a precipitaciones desde los 200 hasta más de 700 mm anuales. Existe poca información sobre la producción de semilla y forraje de pasto Banderilla en México en períodos sostenidos de evaluación a mediano y largo plazo. Para el estado de Zacatecas, Rubio et al., (2015) reportan dos estudios en parcelas semi-comerciales. Un estudio fue llevado a cabo durante los años 1989 a 1993, bajo siembra directa por semilla, riego y fertilización, en donde obtuvieron un promedio de 378.5 ± 264.2 kg ha⁻¹ con el ecotipo INIA-207. El otro estudio fue realizado de 1999 a 2003 mediante el método de plantación por trasplante de planta producida en invernadero, riego y fertilización inorgánica. Respecto a la densidad de siembra, los estudios son aún más escasos. González (1988), no encontró diferencias en la producción de semilla con relación a la densidad de siembra utilizada en el lote de establecimiento al utilizar un rango de 2.0 a 4.0 kg de semilla pura viable ha⁻¹. Sierra et al. (2014), infieren que, bajo condiciones de riego y fertilización, el zacate Banderilla tiende a auto regular su población. De acuerdo con lo anterior, el **objetivo** del presente estudio fue dar a conocer la producción de semilla y fitomasa aérea de un ecotipo de pasto Banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., bajo diferentes densidades de población, durante el año 2020 en el altiplano Zacatecano.

Materiales y Métodos

El trabajo fue llevado a cabo en el Campo Experimental Zacatecas (CEZAC), localizado en Calera de V.R., Zacatecas, Méx., ubicado en los 102° 39' 34" LN y 22° 54' 31.3" LW, a 2197 msnm. Temperatura promedio de 14.8 °C; precipitación media de 407.7 mm; evaporación de 2357.5 mm; evapotranspiración potencial de 1609.0 mm. El suelo es agrícola de textura franca y en el estrato de 0-10 cm de profundidad el pH es de 8.18 ± 0.1 ; es rico en materia orgánica ($3.83 \pm 0.8\%$); es pobre en nitrógeno nítrico (10.0 kg ha⁻¹) y nitrógeno amoniacal (20.0 kg ha⁻¹); tiene valores medio de fósforo (25.0 kg ha⁻¹); es rico en potasio (300.0 kg ha⁻¹); es extra rico en calcio (4000.0 kg ha⁻¹) y tiene valores medios de magnesio (25 kg ha⁻¹). El suelo es no salino y no sódico. El origen del pasto provino de una colecta de espiguillas realizada por el autor en octubre de 2012, a partir de una planta individual, a la altura del km. 2.5 en el tramo carretero de la comunidad de Talamantes, municipio de Allende, Chih., al entronque de la carretera Panamericana 45 Jiménez - Parral. El ecotipo corresponde a *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. var. *Caespitosa* Gould & Kapadia. La colecta fue hecha bajo tres criterios empíricos: a) era una planta de porte medio, que creció en un suelo de baja fertilidad a poca distancia de la carpeta asfáltica; b) presentaba abundantes espiguillas con grano de llenado uniforme y c) tenía varias plantas hijas en diferentes etapas de desarrollo que crecían a su alrededor (desde plántulas hasta plantas asemilladas). Dicho material fue trasladado a Zacatecas. Durante el año 2015, las semillas fueron puestas a germinar en charolas de poliuretano en un sustrato comercial mezcla de turba (85%) y vermiculita (15%) bajo condiciones de invernadero; allí permanecieron por un periodo de 70 días, hasta que desarrollaron raíces abundantes y tuvieron buen desarrollo foliar. El 25 de septiembre del 2015 estas fueron trasplantadas en campo en un terreno donde no se había hecho ningún movimiento de suelo (no till farming) desde el año 2012. Para poder hacer el trasplante del pasto, el suelo fue humedecido mediante riego con cintilla a saturación, depositando el “cepellón” en forma manual. La superficie total del lote fue de 180.0 m². La distancia entre surcos fue de 0.76 metros. Se colocaron plantas entre hileras, a distancias de: 20, 40, 60 y 80 cm entre cada planta, respectivamente. Esto condujo a los siguientes

tratamientos (densidades de población): T₁, 65,789; T₂, 32,895; T₃, 21,930 y T₄, 16,447 plantas ha⁻¹, respectivamente. El tamaño de la parcela útil fue de 1.824 m² por cuadruplicado. En 2015 las plantas fueron apoyadas con varios riegos dirigidos con cintilla plástica; en 2016 fueron aplicados riegos de auxilio a partir de marzo, por lo que se aplicó un riego cada mes hasta el establecimiento del temporal (fines de junio); el lote no recibió ningún riego durante los años 2017 y 2018; en el año 2019, se aplicó riego por goteo a partir del 5 de mayo y hasta el mes de junio. En 2020 se aplicaron riegos, a partir del mes de abril hasta a principios de junio; el agua se regó con cintilla plástica con emisores a 20 cm de distancia durante dos días a la semana, con un horario de 9:00 a 13:30 hrs. La precipitación de la fecha de establecimiento (25 de septiembre) al 31 de diciembre de 2015 fue de 163.9 mm y 590.6, 403.5, 572.4 y 474.3 mm, para los años 2016, 2017, 2018 y 2019, respectivamente. Del 1 de enero al 10 de septiembre del 2020 hubo un acumulado de 497.3 mm. Respecto a las labores de cultivo, solo el primer año se dio un paso de cultivadora con tractor para levantar el bordo de los surcos. En los años subsecuentes no se ha usado maquinaria en absoluto. En los tres primeros años se hicieron controles de arvenses en forma manual y con azadón, ya que fue muy abundante la presencia de herbáceas, tanto de hoja ancha como de hoja angosta; con esto se evitó el uso de herbicidas; tampoco se han usado abonos químicos u orgánicos; sin embargo, no se han detectado plagas ni enfermedades. La cosecha de semilla fue de forma manual. El residuo de fitomasa aérea fue cortado con una desbrozadora a gasolina de arnés y fue dejado sobre la superficie del suelo. La cinta de riego fue cambiada cada año, debido a que sufrió rupturas por roedores. En el presente documento, se dan a conocer los resultados obtenidos en el año 2020. Las variables estudiadas fueron: el peso de semilla (gramos por parcela útil) y el peso de la fitomasa aérea en verde y seca (gramos por parcela útil). La fecha de recolección de los datos fue el 10 de septiembre de 2020. Los datos fueron analizados mediante un Diseño de bloques al azar; a partir de ello, se hizo una comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.01. Dicha prueba se realizó con el comando Proc GLM en el software estadístico SAS (SAS, 2008).

Resultados y Discusión

Peso de semilla. En el año 2020, el peso de la semilla no presentó diferencias ($P \geq 0.01$) entre los tratamientos (Cuadro 1). En el T₂ se obtuvo el mayor rendimiento de semilla (260.4 kg ha⁻¹), mientras que en el tratamiento T₄ se tuvo el menor rendimiento (172.1 kg ha⁻¹). Con base en la información obtenida por Rubio y Olvera (2019), en este mismo lote de estudio, durante el año anterior, la producción de semilla fue 2.9 menor para el T₂ y 2.5 veces menor para el T₄ (menor densidad); todo esto, pese a que en el año 2020 se tuvo un récord en lluvias ocurridas durante el mes de julio (245.5 mm). Esto indica que el pasto Banderilla, independientemente del ecotipo o variedad, cantidad de lluvia recibida o agua aplicada, manifiesta periodos de “Alternancia productiva”. Lo anterior ya había sido reportado por Rubio et al., (2015) durante dos estudios realizados en cinco años sobre producción de semilla de pasto Banderilla; el primero fue llevado a cabo de 1989 a 1993. En dicho estudio se encontró que durante 1992 el ecotipo de Banderilla INIA-207 mostró el más bajo rendimiento productivo (223.3 kg ha⁻¹); en años anteriores (1990 y 1991) se tuvieron rendimientos de 595.6 y 451.4 kg ha⁻¹, respectivamente. El segundo estudio fue llevado a cabo de 1999 al 2003. En el año 2002 (el cual a pesar de ser un año lluvioso con 693.9 mm anuales) los rendimientos de producción de semilla de la variedad Premier fueron de solo 177.0 kg ha⁻¹, mientras que la variedad Chih-75 produjo 120.2 kg ha⁻¹. Dicha alternancia productiva es reportada para árboles frutales como Naranja (Ordúz y Garzón, 2012) y Olivo (Fichet, 2014).

Cuadro 1. Producción de semilla y fitomasa aérea, bajo diferentes densidades de plantación de pasto Banderilla en Calera de V.R., Zacatecas. Año 2020.

Tratamiento	Semilla		Fitomasa aérea verde		Fitomasa aérea seca	
No. Plantas ha ⁻¹	g parcela ⁻¹	Kg ha ⁻¹	g parcela ⁻¹	Kg ha ⁻¹	g parcela ⁻¹	Kg ha ⁻¹
T ₁ (65.7 mil)	36.7 a	201.2	125.5 c	688.0	79.0 b	433.1
T ₂ (32.8 mil)	47.5 a	260.4	289.2 ab	1585.8	172.5 a	945.7
T ₃ (21.9 mil)	41.2 a	225.8	360.0 a	1973.7	212.0 a	1162.3
T ₄ (16.4 mil)	31.4 a	172.1	279.7 b	1533.7	164.0 a	899.1
C.V. (%)	30.1		12.6		13.0	

Literales diferentes en la misma columna indican diferencias ($p < 0.01$) entre tratamientos. Parcela de 1.824 m²

Peso verde de fitomasa aérea. En cuanto al peso verde de fitomasa aérea, se encontraron diferencias ($P \leq 0.01$) entre tratamientos (Cuadro 1), siendo el T₃ el que mayor peso de fitomasa obtuvo con 360.0 g por parcela útil, lo cual arroja 1973.7 kg ha⁻¹, mientras que el T₁ con 125.5 g por parcela útil, obtuvo solamente 688.0 kg ha⁻¹.

Peso seco de fitomasa aérea. En cuanto al peso seco de fitomasa aérea, se encontraron diferencias ($P \leq 0.01$) entre tratamientos (Cuadro 1). El T₃ es el que mayor peso de fitomasa (obtuvo con 212.0 g por parcela útil); esto reflejó un rendimiento de 1162.3 kg ha⁻¹, mientras que con el T₁ con 79.0 g por parcela útil se obtuvo un bajo rendimiento (433.1 kg ha⁻¹). Dicha fitomasa puede ser usada para pastoreo de ganado; puede ser molida con un paso de desbrozadora y dejarla sobre la calle del surco. Esta práctica ayudaría de forma efectiva a mejorar el suelo con el aumento de materia orgánica, a evitar la erosión, a disminuir la evaporación y a almacenar carbono en el suelo.

Conclusiones

El ecotipo de pasto Banderilla originario del sur del estado de Chihuahua, en el quinto año de producción mostró un bajo rendimiento de semilla y fitomasa aérea. Este atributo fue encontrado en otras variedades y ecotipos de la misma especie, el cual puede denominarse como alternancia productiva. Se encontró que los mejores rendimientos de semilla y fitomasa aérea ocurren con densidades de entre 21.9 y 32.8 mil plantas por hectárea. Dicha información puede ser de utilidad para apoyar la producción de semilla de pastos nativos para las zonas secas de México.

Literatura Citada

- Fichet L.T. 2014. Efecto de la alternancia productiva en la fenología y algunas variables productivas en Olivo (*Olea europaea* L.) 'frantoio' en la región metropolitana. Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención: Producción Frutícola. Santiago de Chile. 65 p.
- González D.J.R. 1988. Producción de semilla de dos variedades de zacate banderilla con diferentes densidades de siembra. *Agraria*. 4(2):137-145.
- Orduz R.J.O., D. L. Garzón. 2012. Alternancia de la producción y comportamiento fenológico de la naranja 'Valencia' (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) en el trópico bajo húmedo de Colombia. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* (2012) 13(2), 136-144 p.
- Rubio-Aguirre, F. A., J. F. Villanueva-Avalos y C.R. Morales-Nieto. 2015. Comportamiento agronómico del pasto Banderilla [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en el altiplano de Zacatecas. Libro Técnico. Núm. 15. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 206 p.
- Rubio A.F.A., I. Olvera L. 2019. Producción de semilla de pasto Banderilla *Bouteloua curtipendula* (michx.) torr. bajo diferentes densidades de población en tres años de evaluación en el Altiplano zacatecano. Memorias del IV Congreso Internacional y XV Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas. Universidad Autónoma de Chapingo. Bermejillo, Durango, Mexico. 120-122 p.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS ver. 9.2. Statistical Analysis Software. Cary, North Carolina.
- Sierra, T. J. S., M. H. Royo M. y E. Gutiérrez R. 2014. El zacate Banderilla [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en Chihuahua. Folleto técnico No. 48. IINIFAP-CIRNOC-Sitio Experimental La Campana-Madera. Aldama, Chih. México. 51 p.

CAMBIO EN EL USO DEL SUELO MEDIANTE TELEDETECCIÓN EN UNA CUENCA PRODUCTORA EN EL NORTE DE MÉXICO

Aldo R. Martínez-Sifuentes^{1*}, José Villanueva-Díaz¹, Antonio Hernández-Herrera²,
Luis M. Valenzuela-Núñez³, Edwin A. Briceño-Contreras⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera. Km. 6.5 Canal de Sacramento, C.P. 35140, Gómez Palacio, Durango, México. ²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Unidad Saltillo. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, C.P. 25315 Saltillo, Coahuila, México.

³Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Universidad S/N, Fracc. Filadelfia C.P. 35020, Gómez Palacio, Durango, México. ⁴Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Programa de Posgrado en Producción Agropecuaria. Periférico Raúl López Sánchez s/n. *Autor de correspondencia: im_aldo09@hotmail.com

Introducción

A través de los años, el territorio mexicano ha experimentado un proceso de cambio en el uso de suelo, donde áreas forestales se han transformado en zonas agrícolas y aquellas de uso agrícola se han urbanizado. Dichos procesos de cambio han afectado el funcionamiento de los ecosistemas presentes en cuencas hidrológicas, generando un impacto negativo en los procesos hidrológicos, pues se incrementa la pérdida de suelo, así como el aumento en escurrimientos e inundaciones en zonas bajo riesgo (Miranda *et al.*, 2009). El suelo es un componente del ecosistema cuyas propiedades físicas y químicas intervienen en diversos procesos, como la infiltración, la distribución y evaporación del agua (De Roo, 2003). Por esto, su análisis coadyuva al entendimiento de tendencias espacio-temporales de los procesos de degradación y desertificación (Mas *et al.*, 2009).

La cuenca hidrológica del Río Conchos se localiza en el norte de México, en gran parte del estado de Chihuahua y en el estado de Durango. Actualmente, la actividad humana en esta cuenca causa problemas por cambios de uso de suelo, deforestación, sobreexplotación de material mineral y contaminación de los ríos, ocasionada por actividades humanas (Linares, 2004). Asimismo, esta zona se ve afectada por sequías frecuentes, que generan volúmenes de almacenamiento mínimos en presas, por lo que la superficie irrigada disminuye de manera significativa (Bates *et al.*, 2008). El objetivo del presente estudio fue determinar el cambio de uso de suelo a través de imágenes Landsat para los años de 1980, 2000 y 2018 en la cuenca del río Conchos.

Materiales y Métodos

La cuenca del río Conchos se localiza en las coordenadas 26°05' a 29°55' latitud norte, y 104°20' a 107°55' de longitud oeste, ubicada en la Región Hidrológica 24 río Bravo-Conchos, con una extensión superficial de 68,387 km² y un gradiente altitudinal de 772 a 3282 m. Dicha cuenca está conformada por cinco subcuencas: 1) Río Conchos-Ojinaga; 2) Río Conchos-Presa la Colina; 3) Río Conchos-Presa el Granero; 4) Río Florido; y 5) Río San Pedro (Viramontes *et al.*, 2008). Se generaron mapas de uso de suelo, empleando imágenes satelitales de Landsat TM de 1980, ETM+ de 2000 y Landsat OLI/TIRS de 2018 con una resolución espacial de 30 m por píxel. Estas se obtuvieron del U.S. Geological Survey (<http://glovis.usgs.gov/>). En virtud de que la cuenca de estudio presenta una amplia superficie, se trabajó con un mosaico conformado por nueve escenas para 1980 y 2018, y ocho escenas para el 2000.

El análisis se llevó a cabo utilizando una clasificación supervisada de la zona de estudio (Chuvieco, 2008). El análisis se generó con el software Erdas Imagine versión 2014, con el clasificador de Máxima Verisimilitud (Intergraph, 2013). Se generaron campos de muestreo para obtener las firmas espectrales para las siete clases identificadas (bosque de pino, bosque de encino, matorral, pastizal, agricultura, asentamientos humanos y cuerpos de agua). Estos campos fueron útiles para exploraciones directas en campo y para fotointerpretación del mosaico con el uso de Google Earth y su herramienta de acervo histórico de imágenes.

La validación de las clasificaciones se llevó a cabo con la herramienta de Precisión Erdas, evaluando el nivel de aceptación por píxel para cada año en 91 puntos conocidos, a través de 13 puntos por clase, obtenidos por georreferenciación previa en exploraciones a la región de la cuenca del río Conchos. Rwanga y Ndambuki, (2017) mencionan que entre 10 y 15 puntos por clase son suficientes para obtener el porcentaje de precisión de clasificación a través de puntos conocidos y predichos. Adicionalmente se obtuvo el estadístico Kappa de manera general y por clase, el cual ha sido tradicionalmente utilizado sobre otras alternativas porque se ajusta a la casualidad aleatoria (Hardin y Shumway, 1997).

Resultados y Discusión

Se muestran los mapas de distribución de las siete clases principales de uso y vegetación (área urbana, cuerpos de agua, pastizal, bosque de pino, bosque de encino, matorral y agricultura). En los años 1980, 2000 y 2018 (Figura 1), se obtuvieron coeficientes Kappa de 0.92, 0.93 y 0.91, y precisiones de la clasificación de 93.41, 94.51 y 92.31 %, respectivamente. De acuerdo con Mas et al. (2003), estos resultados son aceptables en todos los casos, ya que el coeficiente Kappa toma valores desde -1 a 1, donde 1 es el valor de una concordancia completa entre las unidades estimadas a través del procesamiento digital de imágenes y la verdad de campo. Vargas-Sanabria y Campos-Vargas (2017), caracterizaron los posibles rangos de la precisión de clasificación en tres grupos; > 80 % fuerte; 40–80 moderada; y < 40 % como pobre, por lo tanto, en el presente análisis todos los casos responden a una precisión catalogada como fuerte.

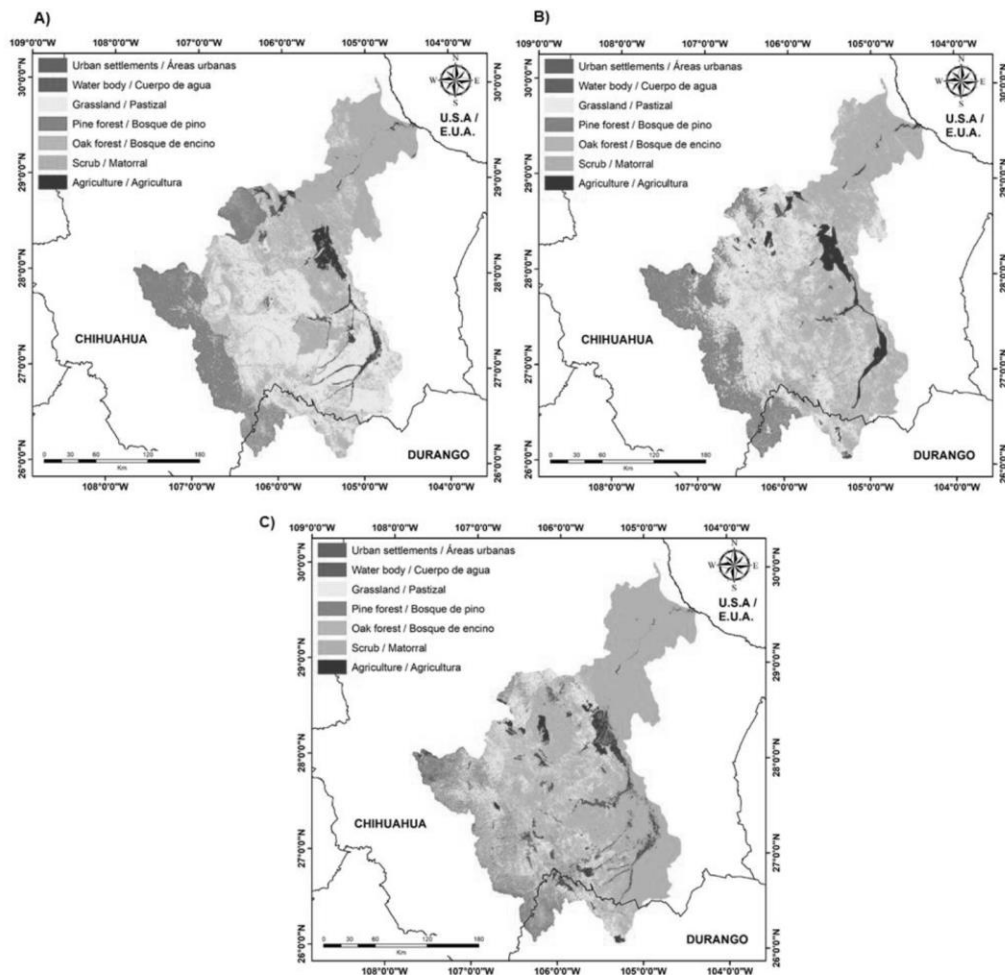


Figura 1. Uso de suelo y vegetación para los años: (A) 1980; (B) 2000; y (C) 2018.

En el período 2000 a 2018 se observó una tendencia fluctuante, en virtud de que el suelo agrícola se incrementó (1.25 %), lo que era de esperarse en zonas de producción agrícola (Castelán et al., 2007). A su vez, el bosque de encino también presentó incremento (11.44 %), y también el suelo con matorral (1.49 %). Por otro lado, se reflejó una disminución en superficie en el bosque de pino (-3.95 %) y comunidades de pastizal (-3.81 %), situación que podría atribuirse a cambios en el uso del suelo, a efectos del sobrepastoreo y a la influencia de procesos asociados a calentamiento global (Becerra-López et al., 2017). La tendencia observada en el lapso de 39 años, al parecer, obedece al impacto antropogénico en zonas con potencial productivo y al aumento en la densidad poblacional, que, para satisfacer necesidades básicas como vivienda y alimento, recurren al incremento en la frontera agrícola y urbanización de áreas naturales (Trucíos et al., 2013).

Conclusiones

La determinación de la fluctuación espacio-temporal de los cambios en la superficie de las principales clases de uso de terreno, y de eventos relacionados con ellos como pérdida de suelo y tasas de escurrimiento superficial, es de suma relevancia para conocer el estado histórico y actual que permita implementar estrategias que mitiguen aquellos procesos que requieran acciones inmediatas.

La tendencia del uso del suelo en la cuenca de estudio refleja un aumento paulatino en el área urbana; en consecuencia, se da un incremento en la demanda de alimentos. Por otro lado, se presenta una disminución en la superficie de pastizales, que está ligada a efectos antrópicos y naturales. Asimismo, el aprovechamiento forestal intensivo, impacta de manera directa en la calidad natural de la cuenca, disminuye la biodiversidad y afecta los procesos hidrológicos.

Literatura Citada

- Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S. & Palutikof, J. P. 2008. *El cambio climático y el agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra: Secretaría del IPCC.
- Becerra-López, J., Ramírez-Bautista, A., Romero-Méndez, U., Pavón, N., & Sánchez-Rojas, G. 2017. Effect of climate change on halophytic grasslands loss and its impact in the viability of *Gopherus flavomarginatus*. *Nature Conservation*, 21, 39-55. DOI: doi:10.3897/natureconservation.21.13614
- Castelán, V. R., Ruiz, J., Linares, G., Pérez, R. & Tamariz, R. 2007. Dinámica de cambio espacio-temporal de uso del suelo de la subcuenca del río San Marcos, Puebla, México. *Revista Investigaciones Geográficas*, 64, 75-89. DOI:10.14350/riig.17967
- Chuvieco, E. 2008. *Teledetección espacial. La observación de la tierra desde el espacio*. Barcelona, España: Ariel. DOI: 10.25100/eg.v0i3.3579
- Hardin, P. y Shumway E. 1997. Statistical significance and Normalized confusion matrices. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 63(6), 735-740.
- Intergraph. 2013. Software Erdas Imagine V 14.
- Mas, J., Velázquez, A., & Couturier, S. 2009. La evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la República Mexicana. *Investigación ambiental. Ciencia y Política Pública*, 1, 23-39.
- Miranda, A., Ibáñez, L., Valdez, R. & Hernández, P. 2009. Modelación hidrológica empírica del gasto de 100 años de periodo de retorno del río grande, Tlalchapa, Guerrero en dos escenarios de uso del suelo. *Agrociencia*, 43, 333-344.
- Rwanga S. S. & Ndambuki, J. M. 2017. Accuracy Assessment of Land Use/Land Cover Classification Using Remote Sensing and GIS. *International Journal of Geosciences*, 8(4), 1-12. DOI: 10.4236/ijg.2017.84033
- Trucíos R., Rivera, M., Delgado, G., Estrada, J. y Cerano, J. 2013. Análisis sobre cambio de uso de suelo en dos escalas de trabajo. *Terra Latinoamericana*, 31(4), 339-346.
- Vargas-Sanabria, D. y Campos-Vargas, C. 2017. Sistema multi-algoritmo para la clasificación de coberturas de la tierra en el bosque seco tropical del Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 31(1), 58-69. DOI: 10.18845/tm.v31i1.3497
- Viramontes-Olivas, O., Reyes-Gómez, V., Escoboza-García, L., Román-Calleros, J., Pérez-Márquez, A., Pinedo-Álvarez, C., Sánchez-Fernández, P. y Miranda, N. 2008. Hidrología de los suelos de las cuencas media y baja del río Conchos, Chihuahua, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 4(1), 31-45.

DESARROLLO Y MADUREZ FISIOLÓGICA DE LA NUEZ PECANERA EN EL NORTE DE MÉXICO

Mayela Rodríguez González^{1*}, Jesús G. Arreola Ávila¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Km. 40 Ctra. Torreón-Chihuahua. CP 35230. Bermejillo, Dgo. *Autor de correspondencia: maye.rodriguez@chapingo.uruza.edu.mx

Introducción

El nogal pecanero (*Carya illinoensis*) es uno de los cultivos de mayor importancia económica en el norte de México y sur de los Estados Unidos (Martínez, 2014); sus frutos aportan 6% de agua, 14% carbohidratos, 9.5% proteínas y 70% de grasas, teniendo un gran potencial comercial importante para aprovechar integralmente esta oleaginosa. La comercialización de la nuez en cáscara o como almendra es elevada, tradicionalmente se utiliza en panificación y confitería, además de su aplicación como alimento funcional o nutraceutico, y sus usos potenciales en cosmética y farmacia (Reyes et al., 2019). Es uno de los frutales principales en regiones donde se presentan condiciones extremas de temperaturas altas y baja precipitación durante todo el año, en comparación con aquellas áreas en las que el cultivo se desarrolla de forma nativa (Vieira *et al.*, 2015). La disponibilidad de agua y las condiciones climáticas no solo influyen en el crecimiento y desarrollo del fruto, sino en todo su ciclo, incluyendo la producción. Por lo anterior, es muy importante conocer cuándo inician las diferentes fases fenológicas y cuándo estas son completadas (Godoy et al., 2000). El fruto del nogal pecanero presenta dos etapas fenológicas claramente definidas: 1) crecimiento de la nuez y desarrollo del endospermo líquido, y 2) llenado de la almendra y crecimiento del embrión. La determinación del momento en que comienzan las fases del desarrollo de la fruta y la velocidad a la que se completan son importantes en el diseño de protocolos para mejorar las prácticas de manejo de las huertas para optimizar el tamaño y la calidad de la fruta (Godoy, 1996; Herrera, 1990). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar los estados fenológicos de la nuez pecanera en las condiciones del Norte de México, mediante el seguimiento del desarrollo del fruto.

Materiales y Métodos

El estudio se estableció durante el periodo mayo-octubre del año 2020, en una huerta en producción, en la pequeña propiedad Tierra Blanca, Municipio de Viesca del estado de Coahuila, México. Sus coordenadas geográficas son 25° 20' 28'' N y 102° 10' y 48° 16' O, con una altitud de 1,100 metros. Se utilizó una plantación de nogal pecanero cv. Western, de 48 años de edad, establecida en un sistema de plantación marco real de 12 x 12 m; un sistema de riego por goteo subsuperficial y un suelo de textura franco-arcillosa. De acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen, modificada por García (1973), el clima del área pertenece a un tipo BWhw (e), el cual se interpreta como muy árido, semicálido con lluvias en verano y de amplitud térmica extremosa. Con una temperatura media anual entre 18 y 22 °C. La precipitación promedio anual oscila entre 200 y 300 mm, con régimen de lluvias en los meses de abril a noviembre y escasas en el resto del año. Se seleccionaron tres árboles con características similares, de los cuales se recolectaron 27 frutos al azar cada 15 días durante el ciclo de producción del nogal. Una vez recolectadas las nueces, se determinó diámetro y largo de fruto (con vernier), y peso seco (después del secado en estufa a 60 °C hasta obtener peso constante). La información fue analizada en el programa Microsoft Excel versión 2013.

Resultados y Discusión

En la Figura 1 se presenta la curva del crecimiento de la nuez. Después de la polinización, cuando ocurre la fertilización del óvulo, el fruto no presenta crecimiento notable. Las nueces empiezan a crecer de manera lenta a finales de mayo (inicio del desarrollo del fruto), y presentan una etapa de “crecimiento rápido” de finales de junio a mediados de agosto, cuando se presenta el inicio del endurecimiento de cáscara. Durante este periodo, conocido como etapa I, (Herrera 1990) la presencia de agua es elemental en el crecimiento de la nuez. El detenimiento en el crecimiento marca la pauta para el llenado de almendra, conocida como fase II (Herrera, 1990), ocurrida del 17 de agosto al 7 de septiembre.

En este periodo el contenido de agua y nutrición son fundamentales para el correcto llenado de la nuez. El peso seco del fruto desde la polinización hasta el 17 de julio, que coincide con el inicio del estado acuoso es moderado. A partir de este punto, el incremento del peso seco es considerable hasta el 17 de agosto, que coincide con el endurecimiento de cáscara. Un crecimiento mínimo se observó durante la etapa de llenado de fruto, ocurrida del 17 de agosto al 7 de septiembre, fecha en la que ocurre el inicio de apertura de ruezno, o madurez del fruto (Figura 2).

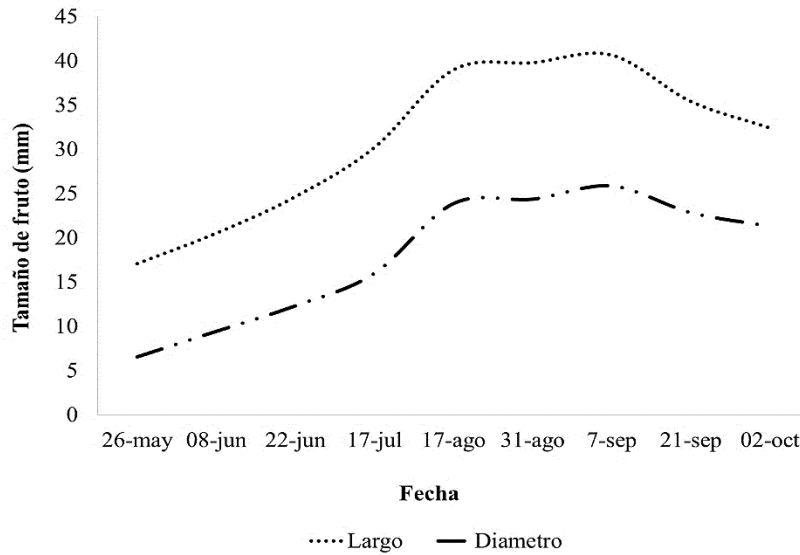


Figura 1. Longitud y diámetro estacional de nuez pecanera variedad Western en el norte de México.

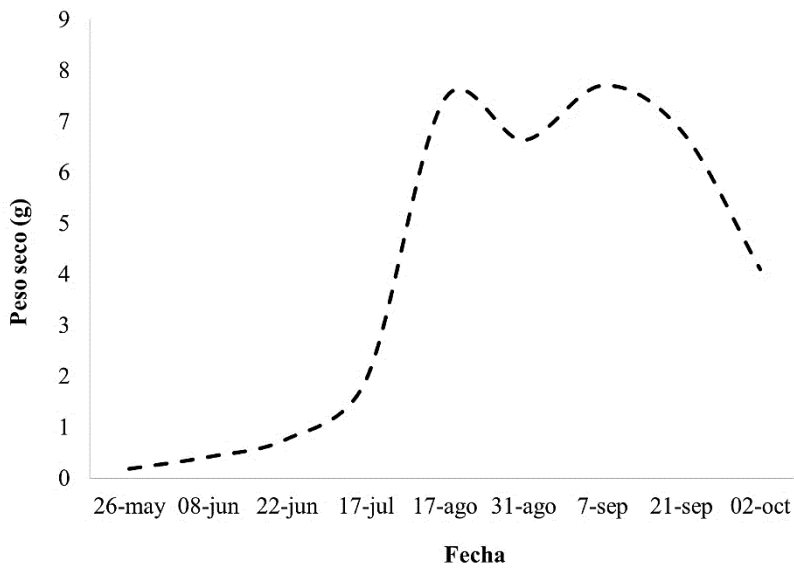


Figura 2. Peso de nuez pecanera variedad Western durante el año 2020 en el norte de México.

Conclusiones

Los resultados de este estudio confirman que, bajo las condiciones del norte de México, el crecimiento de la nuez pecanera presenta una curva de naturaleza doble sigmoidea. Este estudio permite establecer criterios de ajuste en el manejo del agua y nutrición, para incrementar la eficiencia en el uso y reducir problemas fisiológicos que afectan la producción y calidad de la almendra.

Literatura Citada

- García de M., E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Godoy A., C., Reyes J., I., Torres E., C. A., Huitrón R., M. V., Cristian C., J. y Morales V., J. (2000). Tecnología de riego en nogal pecanero. Etapas y periodos fenológicos del nogal y sus requerimientos de agua. CELALA, CIRNOC, INIFAP. Matamoros, Coahuila.
- Godoy A., C. (1996). Crecimiento y desarrollo del fruto del pecanero (*Carya illinoensis* K) cv. Western y su relación con unidades calor, evapotranspiración y días. ITEA. 92 (2), 49-57.
- Herrera, E. A. (1990). Fruit Growth and Development of Ideal and Western Pecans. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115(6), 915-923.
- Martínez T., M. A. (2014). Alternativas para el control de la germinación (viviparidad) en la nuez, en la región costera del Estado. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Hermosillo, Sonora.
- Reyes V., N. C., Morales L., J. L., Cabrera A., E. N., Obregón S., E., González R., L. E. y García F., J. A. (2019). Alternativas Tecnológicas de la nuez pecanera. En: Olivas et al., (2019). *Agronomía sustentable y aprovechamiento alternativo de la nuez*. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ). Capítulo. Pp. 22-65.
- Vieira de F., F. A., Chávez S., N., Núñez M., J. H., Valdez G., B., Pérez L., A., Velarde F., I., Tarango R., S. y Cuéllar V. E. (2015). Avances en estudio fenológico sobre efecto del cambio climático en nogal pecanero. *Memoria Científica No. 6. XVI Simposio Internacional de Nogal Pecanero*. Hermosillo, Sonora.

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE CUADRANTE VIRTUAL PARA ESTIMAR COBERTURA DEL SUELO EN UNA IMAGEN CLASIFICADA EN UN PASTIZAL

José Israel Casas Flores¹, Alfonso Serna Pérez^{2*}, Pablito Marcelo López Serrano³, Daniel José Vega Nieva⁴,
Francisco Guadalupe Echavarría Cháirez²

¹Maestría en Geomática Aplicada a Recursos Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del estado de Durango, Durango, Dgo. Méx. 34120 ²INIFAP-Campo Experimental Zacatecas, Calera Zac. Méx. 98500. ³UJED-ISIMA, Durango, Dgo. Méx, 34120. ⁴UJED-FCF, Durango, Dgo. Méx. 34120. *Autor para correspondencia: serna.alfonso@inifap.gob.mx

Introducción

La obtención de imágenes para la identificación y condición de los tipos de cobertura del suelo es una de las aplicaciones del procesamiento digital de imágenes multiespectrales (Palacio-Prieto y Luna-González, 1994). Los métodos paramétricos más usados para clasificar la cobertura del suelo se agrupan en categorías basadas en distancia, probabilidad y reglas de decisión angular (Willington et al., 2013). Entre los métodos de clasificación, los supervisados, son procedimientos empleados para la identificación de áreas espectralmente similares dentro de una imagen. Por lo que el usuario preliminarmente reconoce las regiones de interés en el área de estudio y el algoritmo elegido (método paramétrico); extrapola estas características espectrales en otras regiones de la imagen, realizando así la clasificación (Castillejo-González et al., 2009). A partir de la imagen obtenida es posible estimar la cobertura de los diferentes componentes de interés del sitio en estudio. Estos incluyen a los diferentes tipos de vegetación (arbóreas, arbustivas, pastizales y herbáceas), suelo desnudo, rocas, grava y cuerpos de agua, además de otras que puedan ser de interés. Los métodos para estimar la cobertura del suelo generalmente se realizan de manera directa en el sitio de interés y son muy variados (Elzinga et al., 2001). Frecuentemente el tamaño del cuadrante o área muestreada tiene un efecto importante en los valores de la cobertura estimados, lo que hace necesario elegir el tamaño más adecuado para reducir errores (Bonham, 2013). El objetivo de este trabajo es determinar el tamaño más adecuado de cuadrante virtual que nos permita obtener la cobertura del suelo con mayor precisión, usando una imagen obtenida mediante clasificación supervisada, en un área pastoreada en Zacatecas.

Materiales y Métodos

El área de estudio es una microcuenca de 135 has dedicada al pastoreo de bovinos y localizada en Valparaíso, Zac. La vegetación presenta diferencias en cuanto a su composición y condición. Al inicio del estudio se localizaron 28 sitios que fueron descritos en cuanto a vegetación (composición y abundancia), erosión, pendiente y geomorfología. Mediante tres vuelos de dron y cámara multiespectral se obtuvo un ortomosaico del área total, en donde para el presente trabajo se seleccionó un área de 30 ha. La cobertura del suelo se clasificó como arbóreas, arbustivas, zacate rosado, pastos, herbáceas, suelo desnudo y cuerpos de agua, además se omitieron las construcciones y carreteras; dicha superficie se muestra en la Figura 1.

Para identificar las clases de la cobertura del suelo se procedió a crear un mapa de vectores (shape) con polígonos de entrenamiento en QGIS para cada uno de los componentes. Se realizaron 473 puntos de entrenamiento, en donde las clases pastos y cuerpos de agua fueron la de mayor y menor número de puntos de entrenamiento con 110 y 22, respectivamente. El análisis de la imagen se realizó con el Software ORFEO ToolBox (CNES, 2006). Con la herramienta TrainImagesClassifier, a partir de la imagen del área y el mapa de vectores usando el modelo "Clasificador KNN" o método de los vecinos más cercanos se estimó la densidad de los predictores por clase y su atributo por pixel. El modelo seleccionado se validó previamente mediante el índice de precisión kappa. Una vez generado el modelo, se usó la herramienta ImageClassifier para clasificar la imagen del área seleccionada. A partir del procesamiento digital de la imagen estudiada se obtuvo el mapa de la cobertura del suelo para el modelo de clasificación.

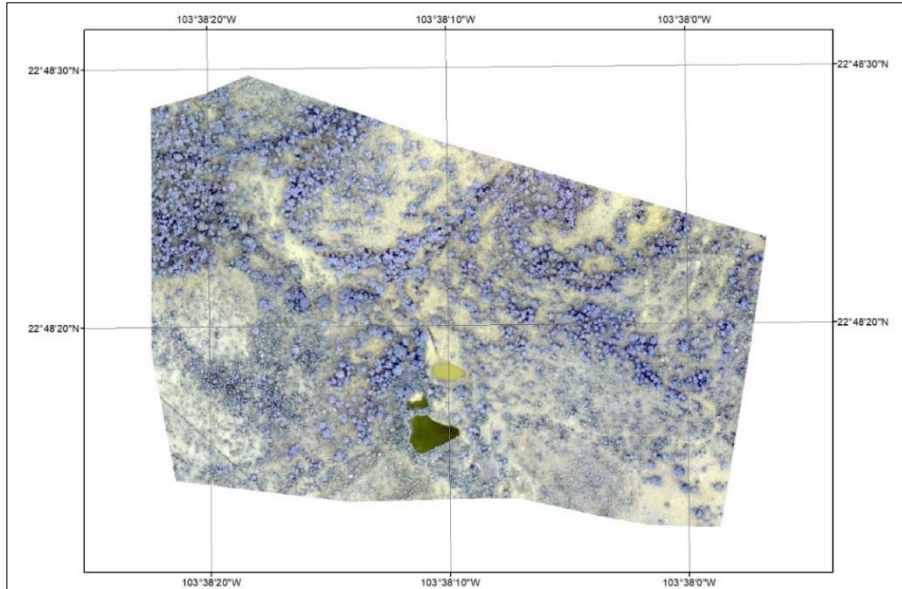


Figura 1. Imagen multispectral del área seleccionada en la cuenca experimental para la identificación de clases de vegetación, suelo desnudo y cuerpos de aguas. Valparaíso, Zacatecas.

Para la estimación de la cobertura del suelo se probaron tres dimensiones de cuadrante virtual, a saber, 10x10 m², 20x20 m² y 30x30 m². Los que se ubicaron en 13 de los 28 sitios seleccionados en el área de estudio, usando la herramienta de *Buffer* en QGIS. A partir de las áreas obtenidas dentro de las imágenes, se obtuvo el número de píxeles por cada clase de cobertura (arbórea, arbustiva, zacate rosado, pasto, cuerpos de agua y suelo desnudo) utilizando la herramienta de *Estadísticas de Zona* de QGIS. Para estimar la superficie y posteriormente el porcentaje de cobertura se multiplicó el número de píxeles de cada clase por 16 cm² que es el área de un píxel dentro del ortomosaico. El tamaño del píxel depende de la altura de vuelo aéreo no tripulado que en este caso fue de 114 metros de altura, aproximadamente.

Una vez estimadas las coberturas de cada clase por cuadrante virtual se usaron los siguientes estadísticos para elegir la dimensión más adecuada (Kent y Coker, 2001). Los estadísticos fueron el Coeficiente de Czekanowski (S_c) que mide la similitud entre dos cuadrantes, el cual varía desde 0 (completamente disimilar) hasta 1 (totalmente similar).

$$S_c = \frac{2 \sum_{i=1}^m \min(X_i, Y_i)}{\sum_{i=1}^m X_i + \sum_{j=1}^m Y_j}$$

En donde X_i y Y_i son los valores de cobertura de cada clase para el par de cuadrantes en comparación. $\min(X_i, Y_i)$ es la cobertura más pequeña para cada clase en ambos cuadrantes, y m es el número de clases de cobertura en nuestro caso 6.

El segundo estadístico fue el coeficiente del cuadrado de la distancia euclidiana (D_{ij}). En este caso los dos cuadrantes en comparación con el coeficiente de menor valor serán los más similares.

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (X_i - X_j)^2}$$

En donde m es el número de clases de cobertura (6 en este caso), X_i es la cobertura de cada clase en el cuadrante i , y X_j es la cobertura de cada clase en el cuadrante j . El cuadrante seleccionado será el que a través de los sitios y entre los pares de comparación muestre más frecuentemente el mayor coeficiente S_c y el menor coeficiente D_{ij} .

Resultados y Discusión

A partir del procesamiento digital de la imagen espectral (Figura 1) se obtuvo el mapa de coberturas por clase que se muestra en la Figura 2. Asimismo, se muestran los sitios de muestreo y uno de los cuadrantes virtuales evaluados.

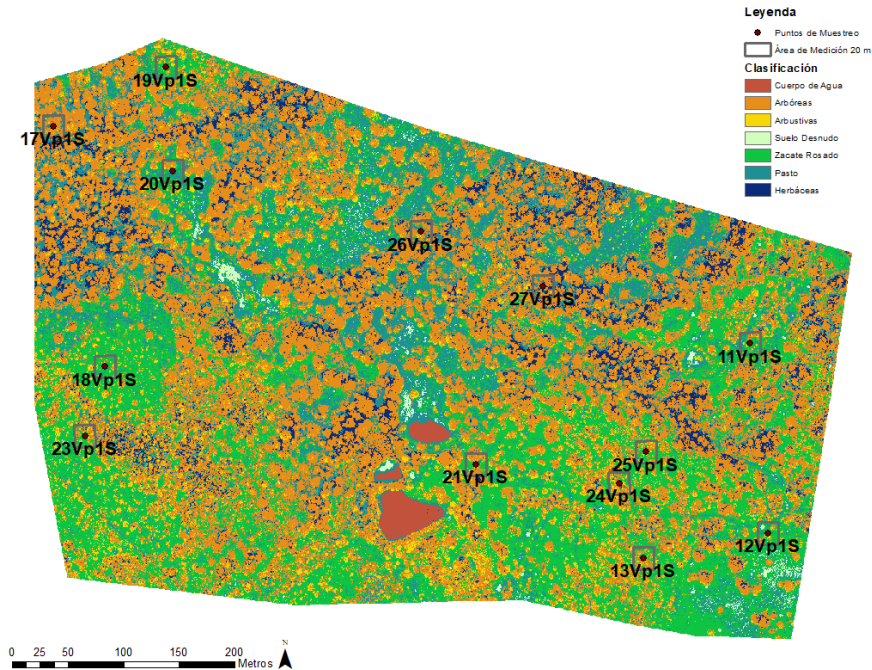


Figura 2. Mapa de coberturas por clase, sitios de muestreo y cuadrante virtual, Valparaíso, Zac.

Con la información de la Figura 2 se obtuvieron las coberturas de cada clase para cada uno de los cuadrantes virtuales evaluados. Con esta información se estimaron los coeficientes de Czekanowski y el coeficiente del Cuadrado de Distancia Euclidiana los cuales se muestran en el Cuadro 1. Con excepción del sitio 21 los valores del Coeficiente de Czekanowski más cercanos a 1, que corresponde con la calificación de totalmente similar, fueron para la comparación del par de cuadrantes virtuales de 20x20 m y 30x30 m (20 vs 30, columna 4). En el sitio 21 el valor máximo del coeficiente de Czekanowski fue para la comparación de los cuadrantes virtuales 10x10 m y 20x20 m (10 vs 20, columna 2). Es de notar que los valores del coeficiente mencionado en esta comparación (columna 2) ocuparon casi siempre el segundo lugar en cuanto a similitud.

Es importante recordar que en el caso del coeficiente de Cuadrado de Distancia Euclidiana una menor distancia es la que tendrá una mayor similitud en la comparación entre cuadrantes. Al igual que en el caso anterior, el coeficiente de Cuadrado de Distancia Euclidiana fue menor en la mayoría de los sitios para la comparación del par de cuadrantes virtuales de 20x20 m y 30x30 m (20 vs 30, columna 7) con excepción del sitio 21 (Cuadro 1). Nuevamente para este sitio la mayor similitud fue para la comparación de los cuadrantes virtuales 10x10 m y 20x20 m (10 vs 20, columna 5). Es de notar que las mayores distancias euclidianas sucedieron generalmente en la comparación de los cuadrantes virtuales 10x10m y 30x30 m (10 vs 30, columna 6). Tomando en cuenta los resultados mostrados en el Cuadro 1, es evidente que el cuadrante virtual que mostro mayor similitud fue el de 20x 20m. Por lo que dicho cuadrante estimará la cobertura del suelo de una manera más precisa, y por ende seguirá siendo el cuadrante virtual usado en posteriores estudios en este sitio de estudio.

Cuadro 1. Estadísticos para medir la similaridad a partir de la comparación de pares de los cuadrantes virtuales evaluados. Valparaíso, Zacatecas.

Sitio	Coeficiente de Czekanowski			Coeficiente de Cuadrado de Distancia Euclidiana		
	10* vs 20	10 vs 30	20 vs 30	10 vs 20	10 vs 30	20 vs 30
11Vp1S	0.83	0.78	0.91	18.02	27.20	10.41
12Vp1S	0.91	0.92	0.96	9.53	7.96	4.31
13Vp1S	0.84	0.76	0.92	17.33	28.26	11.33
17Vp1S	0.86	0.80	0.94	18.82	23.63	6.72
18Vp1S	0.92	0.89	0.97	8.38	11.39	3.10
19Vp1S	0.90	0.83	0.93	12.00	20.48	9.53
20Vp1S	0.89	0.89	0.95	11.50	13.98	5.38
21Vp1S	0.93	0.83	0.89	8.01	19.52	13.68
23Vp1S	0.86	0.86	0.98	17.12	16.59	2.00
24Vp1S	0.87	0.78	0.90	15.76	27.24	11.68
25Vp1S	0.93	0.93	0.98	8.57	8.99	2.36
26Vp1S	0.93	0.91	0.98	8.60	10.20	2.03
27Vp1S	0.93	0.88	0.94	7.78	14.45	8.11

*10 es cuadrante 10x10; 20 es cuadrante 20x20; 30 es cuadrante 30x30.

Conclusiones

A partir del procesamiento digital de la imagen espectral se obtuvo un mapa de coberturas por clase. A partir del análisis de la información obtenida se concluye que el cuadrante virtual que mostró mayor similaridad fue el de 20x 20 m. Por lo que, mediante este cuadrante se estimó la cobertura del suelo de una manera más precisa en el área de estudio. También es importante recalcar que el procedimiento usado en este estudio para la selección del mejor cuadrante virtual puede ser utilizado en otros estudios similares.

Literatura Citada

- Bonham, C.D. 2013. Measurements for terrestrial vegetation. Second Edition. Wiley-Blackwell. New York. 260p.
- Castillejo-González, I. L., López-Granados, F., García-Ferrer, A., Peña-Barragán, J. M., Jurado-Expósito, M., de la Orden, M. S., González-Audicana, M. (2009). Object- and pixel-based analysis for mapping crops and their agro-environmental associated measures using QuickBird imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*, 68(2), 207–215. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2009.06.004>
- Elzinga, C.L., Salzer, D.W., Willoughby, J.W., Gibbs, J.P. 2001. Monitoring plant and animal populations. Blackwell publishing. 368p.
- Kent, M., Coker, P. Vegetation description and analysis. A practical Approach. John Wiley and Sons. New York. p 91-95.
- Palacio-Prieto, J. L., Luna-González, L. (1994). Clasificación espectral automática vs. clasificación visual: Un ejemplo al sur de la ciudad de México. *Investigaciones Geográficas*, 1(29). <https://doi.org/10.14350/rig.59028>
- Willington, E., Nolasco, M., Bocco, M. (2013). Clasificación supervisada de suelos de uso agrícola en la zona central de Córdoba (Argentina): comparación de distintos algoritmos sobre imágenes Landsat. Congreso Argentino de AgroInformática, CAI 2013, 207–216.

DINAMICA DE USO DE SUELO EN UN BOSQUE DE PINO PIÑONERO EN DURANGO, MÉXICO

Luis M. Valenzuela Nuñez^{1*}, José Antonio Hernández Herrera², Aldo Rafael Martínez Sifuentes³,
Cristina García de la Peña¹, Edwin Amir Briceño Contreras¹, Quetzalli Karmy Siller Rodríguez¹

¹Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Av. Universidad S/N. Fracc. Filadelfia. Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35010. ²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Recursos Naturales. Calzada Antonio Narro 1923. Buenavista, Saltillo, Coah. C. P. 25315. ³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en la Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. Km. 6.5 margen derecha Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C. P. 35140. *Autor de correspondencia: luisvn70@hotmail.com

Introducción

Las comunidades de piñoneros, a pesar de su limitada capacidad productiva, aportan varios tipos de materiales y servicios ambientales que tienen impacto decisivo en la supervivencia de las comunidades rurales. De estas comunidades se obtienen semillas comestibles o piñones, leña, postes, madera para construcción de vivienda y muebles rústicos, árboles de navidad, resina; además, sirven de abrigo a la fauna silvestre y en algunos casos son usadas como áreas de recreo. Las superficies de estas comunidades se han reducido notablemente en los últimos años y varias de ellas se encuentran amenazadas o en peligro de desaparecer debido a perturbaciones antropogénicas y naturales (Caballero y Ávila, 1989).

Debido a la escasez de recursos forestales en las zonas áridas y semiáridas, los bosques de pino piñonero han sido afectados durante siglos por las actividades humanas: incendios forestales, sobre-explotación, cambio de uso de suelo, depredación natural y la recolección excesiva de piñones, entre otros (Carrillo, 2009). Por lo anterior, se hace indispensable generar planes de manejo y conservación de la vegetación endémica de estas zonas; para generar planes de manejo y conservación de la vegetación endémica se requiere conocer aspectos básicos sobre la composición florística, la estructura y los factores ambientales que están relacionados con la distribución de los bosques de pino piñonero (Granados, 2015).

El presente trabajo tiene la intención de contribuir al conocimiento ecológico del bosque ubicado en la Sierra el Astillero, Cuencamé, Durango; por lo antes mencionado resulta importante, ya que por la vulnerabilidad de estos bosques y considerando que no han sido estudiados, es necesario analizar los cambios en cobertura vegetal y usos del suelo, con la finalidad de detectar áreas de afectación y pérdida de biodiversidad vegetal. Esto puede ser útil para evaluar la magnitud de dichos cambios en el área de estudio; además, se espera que dicha investigación sirva como base fundamental para programas de manejo integral que consideren la estructura y el funcionamiento de ecosistemas en su totalidad para un mejor aprovechamiento y conservación en pro de la biodiversidad de la región.

Materiales y Métodos

Area de estudio. La Sierra del Astillero se encuentra ubicada en los estados de Durango y Zacatecas, comprendiendo los municipios de Cuencamé en el estado de Durango y los municipios de Juan Aldama, Miguel Auza y Sombrerete en el estado de Zacatecas. El área de estudio es el polígono de la Sierra correspondiente al municipio de Cuencamé Durango, cuya superficie es de 65,490.45 ha, (Figura 1) posee una elevación que va de los 2,200 a los 2,710 m, con coordenadas de 103°46'35.18" LW y 24°9'5.9" LN.

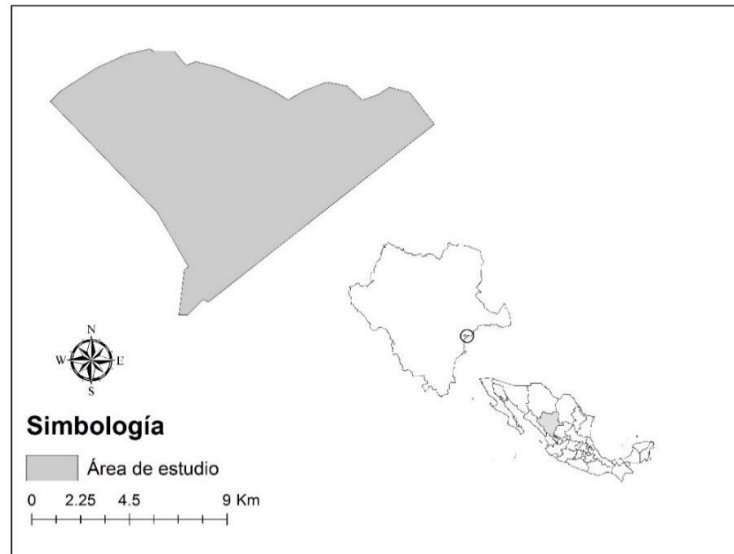


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio, sierra del Astillero, Durango, México.

El método que se utilizó para el análisis de cambio de la vegetación y el uso del suelo fue el del análisis espacial utilizado por Barraza (2015) para analizar el cambio de uso de suelo y vegetación en la Sierra de Gamón, en Durango. Dicho método está basado en la identificación de los cambios en las componentes espacial y temática, y en la representación de los procesos espacio-temporales, llevados a cabo a partir de la elaboración de un producto cartográfico que expresó los cambios de la vegetación en el tiempo (1997-2013); es decir, se trata de expresar las diferencias entre dos momentos temporales para las distintas unidades de observación.

Para evidenciar el cambio de uso de suelo se emplearon las capas de Uso de Suelo y Vegetación de la carta correspondiente al área de estudio, de la Serie I (1997) y la Serie V (2013) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Ambas series fueron elaboradas bajo la misma metodología; sin embargo, se detectaron diferencias entre algunas categorías de uso de suelo y vegetación, lo cual dificultaba la comparación de ambos mapas cartográficos. Debido a esto, se hizo necesario reclasificar los tipos de vegetación en base a la clasificación del INEGI.

La homologación de las cartas se llevó a cabo utilizando el software Global Mapper 15.0 y su herramienta “Search by Attributes, Name and Description”. Esta reclasificación de los usos de suelo y vegetación permitió el correcto cruce de los mapas y que las estadísticas fueran equivalentes y comparables para el estudio a escala 1:250,000 (INEGI 1997, 2013).

Con base en los datos obtenidos de las series I (1997) y serie V (2013), se determinó el cambio de uso de suelo y vegetación para un polígono la Sierra del Astillero, correspondiente al municipio de Cuencamé. Para el proceso de transformación se obtuvo la superficie (ha) de cada comunidad vegetal y uso de suelo, así como el cambio neto para cada una de las categorías analizadas, siendo positivo cuando hay un proceso de recuperación y negativo cuando el terreno experimenta un proceso de transformación o degradación.

Resultados y Discusión

Los tipos de vegetación con mayor extensión en superficie en 1997 fueron el bosque de pino – encino 36,131.08 ha, seguido por agricultura con 22,773.66 ha. Para el año 2013 ambas se conservaron como las dos de mayor extensión y ambas presentaron un aumento en su superficie. Las comunidades vegetales de menor superficie en 1997 fueron pastizal natural y pastizal inducido con 16,968.79 y 1,190.42 ha respectivamente. Para el 2013 estas dos comunidades vegetales también presentaron disminución en superficie (Tabla 1).

Tabla 1. Superficie (ha) de las comunidades vegetales y usos de suelo para 1997 y 2013 en la Sierra del Astillero, Durango, México.

Comunidades vegetales y uso de suelo	1997		2013	
	Ha	%	Ha	%
Agricultura	20522.970	27.542	22773.660	30.562
Bosque de Pino Encino	35833.470	48.089	36131.080	48.488
Pastizal Natural	16968.790	22.772	14632.190	19.636
Pastizal Inducido	1190.420	1.598	748.150	1.004
Cuerpo de agua	***	***	32.540	0.044
Zona urbana	***	***	198.050	0.266

La Sierra del Astillero posee como vegetación principal el bosque de pino-encino de acuerdo a la nomenclatura utilizada por INEGI en su clasificación de la vegetación. Es importante resaltar que en ésta comunidad vegetal se presenta como dominante la especie *Pinus cembroides* en asociación con diversas especies del género *Quercus*; dicha clase presenta una ganancia neta de 297.62 ha; dicha ganancia proviene de la pérdida de superficie de pastizal inducido y pastizal natural. Como segundo lugar en extensión territorial se encuentra la agricultura, la cual presenta la mayor ganancia de superficie de relación con la pérdida de pastizal natural y bosque de pino-encino; dicha ganancia se cuantificó en 2,250.69 ha.

Las mayores pérdidas de superficie se presentaron en pastizal natural con un cambio neto de 2,336.6 ha, seguido por el pastizal inducido con 442.27 ha. La diferencia entre la tasa de cambio de 1997 y 2013 fue estadísticamente significativa ($\chi^2 = 622.899$, g.l. = 5 $P < 0.001$).

En los años transcurridos entre los 1997 y 2013 (16 años) aparecieron 2 clases de uso de suelo y vegetación, que fueron: cuerpo de agua (32.54 ha) y zona urbana (198.01 ha). Estas 2 clases no se encontraban en los mapas de 1997. Uno de los cambios de vegetación más notable fue la pérdida de cobertura de pastizal natural, al cambiar 2,021.75 ha a agricultura y 178.04 ha a zona urbana. La comunidad de bosque también presentó una ganancia proveniente de pastizal inducido (308.29 ha) y pastizal natural (140.28 ha).

A lo largo del territorio nacional se han llevado cabo diversos estudios para analizar los cambios en la cobertura vegetal y uso de suelo; dichos estudios muestran que los métodos utilizados en general son diferentes; indefinidos en cuanto a los parámetros y variables que se incluyen; Palacio *et al.*, (2000) y Velázquez *et al.*, (2002) mencionan que en algunos casos resultan incomparables en términos de las categorías y escalas de trabajo utilizada; sin embargo, a pesar de estas diferencias, sí es posible comparar y analizar los cambios en términos de superficie para determinar la influencia e impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas.

En el presente estudio la cobertura vegetal con cambios más significativos fue la del pastizal natural con una pérdida de 2,336.61 ha, durante un periodo de 16 años, sumando esta superficie a agricultura; esto es similar a lo reportado por Barraza (2015) en su estudio realizado en la Sierra de Gamón, Durango, donde el pastizal natural fue la segunda cobertura con mayor pérdida de superficie con una transición neta de 3,180 ha. Por otro lado, Pineda (2008) reporta que el pastizal natural tuvo un descenso de 44,303 ha, en ambos estudios casi el total de la superficie perdida se transformó en zonas agrícolas, lo que evidencia la pérdida de vegetación natural por expansión de cultivos.

El pastizal inducido también mostró una disminución notable al perder 62% de su superficie, contrario a lo evidenciado por Ibarra-Montoya *et al.* (2011). En esta investigación, el pastizal inducido se incrementó 3,302.6 ha por año. Este autor menciona que estos resultados muestran una dinámica típica de este tipo de coberturas, ya que los pastizales inducidos tienen tendencia a incrementarse. Para el bosque, la dinámica de cambio en el periodo analizado fue favorable, pues a pesar de presentar una pérdida de 150.96 ha ante la agricultura, obtuvo una ganancia de 448.57 ha, proveniente de pastizal inducido y pastizal natural.

Lo anterior concuerda con lo reportado por Pineda *et al.* (2008) en cuyo análisis, cuando el bosque gana, reemplaza al pastizal. Caso contrario a los resultados reportados por Camacho-Sanabria *et al.* (2015) e Ibarra-Montoya *et al.* (2011), en ambos estudios, aunque la categoría de bosque experimentó un proceso de recuperación o revegetación, la superficie deforestada es mucho mayor. Este cambio favorable puede deberse a dos razones mencionadas por Osuna-Osuna *et al.* (2015); el periodo temporal del estudio es corto (16 años) ya que para detectar cambios se requiere de periodos mayores a 20 años, y, que la altitud y accesibilidad pueden ser factores que restringen el desarrollo de actividades agropecuarias, reduciendo o limitando el cambio de áreas forestales a estas actividades.

Conclusiones

Se determinó el cambio de uso de suelo y vegetación de la Sierra del Astillero para el periodo de tiempo de 1997 al 2013 en el que el pastizal natural presentó la mayor disminución. Esta superficie pasó a agricultura, lo que evidencia la presión ejercida por las actividades antropogénicas sobre las comunidades vegetales. El bosque presentó incrementos en su superficie, sustituyendo a los pastizales, lo que puede inferirse como un proceso de sucesión natural.

Literatura Citada

- Camacho Sanabria, J. M., J. Pérez, J. Isabel, N.B. Pineda Jaimes, E. Cadena Vargas, G. Bravo, L.C. Peña, y M. Sánchez López. 2015. Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y bosques*, 21(1): 93-112.
- Barraza, S. 2015. Cambio de uso de suelo y vegetación en la Sierra de Gamón, Durango. México. Tesis Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Ecología. Universidad Juárez del Estado de Durango. México.
- Caballero, M., y R. Ávila. 1989. Importancia actual y potencial de los piñoneros en México. In Flores, JD, LJ Flores, ME García y RH Lira (comp.). *Memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Saltillo, Coah (pp. 18-22).
- Carrillo, J. 2009. Estructura y regeneración de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey en Santa María las Cuevas, Tlaxcala. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 64 p.
- Granados V., R. L., D. Granados y A. Sánchez González. 2015. Caracterización y ordenación de los bosques de pino piñonero (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) de la Cuenca Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz). *Madera Bosques*, 21(2): 23– 42.
- Ibarra Montoya, J. L., R. Román, K. Gutiérrez, J. Gaxiola, V. Arias y M. Bautista. 2011. Cambio en la cobertura y uso de suelo en el norte de Jalisco, México: Un análisis del futuro, en un contexto de cambio climático. *Ambiente & Agua An Interdisciplinary Journal of Applied Science* (en línea). Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92819767008>> 22 de febrero 2017.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1977. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango. Escala 1:250 000. México, D. F.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2013. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango. Escala 1:250 000. México, D. F.
- Palacio J.L., G. Bocco, A. Velásquez, J. F. Mas, F. Takaki, A. Victoria, L. Luna, G. Gómez, J. López, M. Palma, I. Trejo, A. Peralta, J. Prado, A. Rodríguez, R. Mayorga y F. González. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del inventario forestal nacional 2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 43: 183-203.
- Osuna - Osuna, A. K., J. De Jesús Díaz - Torres, J. De Anda - Sánchez, E. Villegas - García, J. Gallardo - Valdez, G. Davila - Vazquez. 2015. Evaluación de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca del río Tecolutla, Veracruz, México; periodo 1994 - 2010. *Ambiente & Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 10(2): 350-362 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=928/92838238011>
- Pineda, J., J. Bosque., M. Gómez, y W. Plata. 2008. Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 69: 33-52.
- Velásquez, A., J. F Mas, J.R. Díaz Gallegos, R. Mayorga Saucedo, P.C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J.L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica en línea*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906202>

LA FAMILIA CACTACEAE EN LA RESERVA ECOLÓGICA MUNICIPAL SIERRA Y CAÑÓN DE JIMULCO, COAHUILA, MÉXICO.

J. Elizabeth Rodríguez Delgado

Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Km. 40 Carr. Gómez Palacio - Chihuahua, Bermejillo, Durango, México C.P. 35230. *Autor de correspondencia: elizabethroddel@gmail.com

Introducción

México es el país con mayor diversidad de cactáceas (Ibarra et al., 2016). Estas plantas son parte fundamental de la estructura y dinámica de los ecosistemas en los que se encuentran (UACJ, 2017). Además, sus usos son variados. Sin embargo, la familia Cactaceae se encuentra amenazada por el intenso saqueo de plantas y semillas (Becerra, 2000). Una estrategia para frenar la pérdida de biodiversidad es el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas. En Coahuila, la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco (REMSCJ) fue establecida con la finalidad de frenar el deterioro de los ecosistemas y promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (R. Ayuntamiento de Torreón, 2017). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue conocer las especies de la familia Cactaceae presentes en la REMSCJ, así como su estado de conservación en términos generales (nivel nacional).

Materiales y Métodos

La REMSCJ se ubica en el municipio de Torreón, Coahuila. Su superficie es de 57,185.67 hectáreas (R. Ayuntamiento de Torreón, 2017). Para realizar el presente estudio, una base de datos de las cactáceas presentes en la REMSCJ fue creada. El listado se obtuvo del Plan de Manejo de la Reserva (R. Ayuntamiento de Torreón, 2017). Cuando fue necesario, los nombres científicos se actualizaron de acuerdo con The Encyclopedia of CACTI (LLIFLE, 2020) y los nombres duplicados se eliminaron. Además, el estado de conservación de las especies fue consultado en la última actualización de la NOM-059 (SEMARNAT, 2010), la lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2020) y los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2020). Asimismo, la distribución geográfica de las especies se consultó en la base de datos de UICN. Adicionalmente, una galería fotográfica digital de las especies fue creada (Anexo I). Las fotografías fueron obtenidas de la página web Naturalista (Naturalista, 2020).

Resultados y Discusión

En la Reserva, 56 especies de cactáceas, distribuidas en 19 géneros, son reportadas. Además, las especies *Echinomastus unguispinus* y *Mammillaria formosa* son representadas por dos subespecies. Por lo tanto, 58 ejemplares botánicos de cactáceas son considerados (Tabla 1). De esta cantidad, el 48% son endémicos de México y el 52% restante se distribuye en México y Estados Unidos. De acuerdo con los datos, 64% de los ejemplares no se encuentra enlistado en alguna categoría de riesgo en la NOM-059. Sin embargo, 21% se encuentra en la categoría “Sujeta a protección especial” (Pr), 14% en categoría “Amenazada” (A) y 2% en la categoría “Peligro de extinción” (P).

Tabla 1. Distribución y estado de conservación (a nivel nacional y global) de las cactáceas presentes en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco.

Nombre científico	Nombre Común	Distribución	NOM- 059	IUCN	CITES
<i>Ariocarpus fissuratus</i>	Falso peyote, chaute	Endémica	P	LC	A I
<i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i>	Biznaga maguey pata de venado	Endémica	Pr	NT	A I
<i>Astrophytum myriostigma</i>	Bonete de obispo	Endémica	A	LC	A II
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Cylindropuntia kleiniae</i>	Choya tasajillo macho	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Tasajillo	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Coryphantha delaetiana</i>	Biznaga partida de Chihuahua	Endémica	-	LC	A II
<i>Coryphantha durangensis</i>	Biznaga partida de Durango	Endémica	Pr	LC	A II
<i>Coryphantha macromeris</i>	Biznaga partida partida	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Coryphantha poselgeriana</i>	Biznaga partida de Poselger	Endémica	A	LC	A II
<i>Coryphantha pseudoechinus</i>	Biznaga partida de falsas espinas	Endémica	Pr	LC	A II
<i>Echinocactus horizontalonius</i>	Mancacaballo, biznaga meloncillo	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Alicoche real	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Echinocereus longisetus</i>	Viejito	Endémica	Pr	LC	A II
<i>Echinocereus pectinatus</i>	Huevo de toro, alicoche peine	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Echinocereus reichenbachii</i>	Alicoche de colores	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Echinocereus parkeri</i>	Alicoche de parker	Endémica	-	LC	A II
<i>Echinocereus stramineus</i>	Alicoche sanjuanero	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Echinocereus pentalophus</i>	Alicoche falso	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Echinomastus unguispinus</i> subsp. <i>durangensis</i>	Viejito	Endémica	A	LC	A II
<i>Echinomastus unguispinus</i> subsp. <i>unguispinus</i>	Nido de pájaro	Endémica	Pr	LC	A II
<i>Echinomastus mariposensis</i>	Biznaga bola blanca	México, E.U.A.	A	LC	A I
<i>Epithelantha micromeris</i>	Biznaga blanca chilona	México, E.U.A.	Pr	LC	A II
<i>Escobaria chihuahuensis</i>	Biznaga	Endémica	-	LC	A II
<i>Escobaria lloydii</i>	Biznaga	Endémica	-	DD	A II
<i>Escobaria dasyacantha</i>	Biznaga escobar de cedros, viejita	México, E.U.A.	Pr	LC	A II
<i>Escobaria tuberculosa</i>	Biznaga rómbica	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Escobaria zilziana</i>	Biznaga	Endémica	-	DD	A II
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	Biznaga barril costillona	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga barril de lima, biznaga roja	Endémica	Pr	LC	A II
<i>Grusonia bulbispina</i>	Choya perritos	Endémica	-	EN	A II
<i>Grusonia bradtiana</i>	Choya organillo	Endémica	-	LC	A II
<i>Grusonia schottii</i>	Cholla abrojo de Texas, clavellina	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Leuchtenbergia principis</i>	Biznaga palmilla de San Pedro, cactus agave	Endémica	A	LC	A II
<i>Lophophora williamsii</i>	Peyote	México, E.U.A.	Pr	VU	A II
<i>Mammillaria coahuilensis</i>	Biznaga de Coahuila	Endémica	A	EN	A II
<i>Mammilloidya candida</i>	Biznaga bola de nieve, biznaga cabeza de viejo	Endémica	A	LC	A II
<i>Mammillaria formosa</i> subsp. <i>chionocephala</i>	Biznaga de cabeza blanca	Endémica	-	LC	A II
<i>Mammillaria formosa</i> subsp. <i>formosa</i>	Biznaga finamente formada	Endémica	-	LC	A II
<i>Mammillaria grusonii</i>	Biznaga de chilitos, biznaga de la sierra bola	Endémica	Pr	LC	A II
<i>Mammillaria heyderi</i>	Biznaga china	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Mammillaria lasiacantha</i>	Biznaga de espinas pubescentes	México, E.U.A.	Pr	LC	A II
<i>Mammillaria melanocentra</i>	Biznaga de centrales negras	Endémica	-	LC	A II
<i>Mammillaria pottsii</i>	Biznaga de Potts	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Mammillaria wagneriana</i>	Biznaga	Endémica	-	DD	A II
<i>Neolloydia conoidea</i>	Biznaga cónica	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Opuntia azurea</i>	Nopal coyotillo	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Opuntia leucotricha</i>	Nopal duraznillo	Endémica	-	LC	A II
<i>Opuntia macrocentra</i>	Nopal violáceo	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Opuntia microdasys</i>	Nopal cegador	Endémica	-	LC	A II
<i>Opuntia rastrea</i>	Nopal rastrero	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Opuntia rufida</i>	Nopal cegador/rojizo	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Opuntia phaeacantha</i>	Nopal de Chihuahua, nopal pardo	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón/camueso	México, E.U.A.	-	LC	A II
<i>Peniocereus greggii</i>	Huevos de venado, reina de la noche	México, E.U.A.	Pr	LC	A II
<i>Sclerocactus uncinatus</i>	Biznaga ganchuda, vaquita,	México, E.U.A.	A	LC	A II
<i>Thelocactus bicolor</i>	Biznaga pezón bicolor	Endémica	-	LC	A II

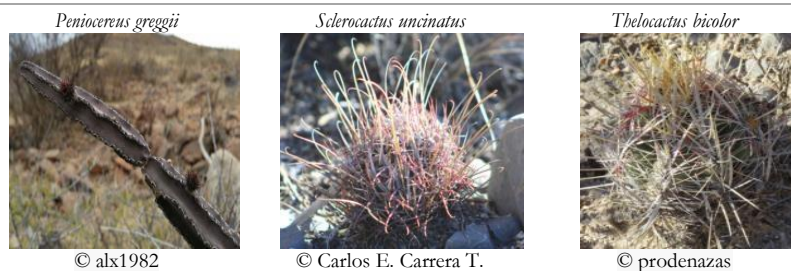
P: En peligro de extinción; A: Amenazada; Pr: Sujeta a protección especial; -: No aplica; EN: Endangered; VU: Vulnerable; NT: Near Threatened; LC: Least Concern; DD: Data Deficient; A I: Apéndice I; A II: Apéndice II

Por otra parte, en la lista roja de la UICN, el 88% de los ejemplares se ubican en la categoría de Preocupación Menor (LC: Least Concern), 5% en la categoría de Datos Deficientes (DD: Data Deficient), 3% en la categoría En Peligro (EN: Endangered), 2% en la categoría Vulnerable (VU: Vulnerable) y 2% en la categoría Cercanamente Amenazada (NT: Near Threatened). Adicionalmente, la CITES considera 5% de las especies en la figura 1 (especies en peligro de extinción) y 95% especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse.

Figura 1. Cactáceas reportadas en la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco.

<p><i>Ariocarpus fissuratus</i></p>  <p>© Favian Flores M.</p>	<p><i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i></p>  <p>© prodenazas</p>	<p><i>Astrophytum myriostigma</i></p>  <p>© Pedro Nájera Q.</p>	<p><i>Cylindropuntia imbricata</i></p>  <p>© Carlos E. Carrera T.</p>	<p><i>Cylindropuntia kleiniae</i></p>  <p>© prodenazas</p>
<p><i>Cylindropuntia leptocaulis</i></p>  <p>© Refugio Loya de Z.</p>	<p><i>Coryphantha delaetiana</i></p>  <p>© Fero Bednar</p>	<p><i>Coryphantha durangensis</i></p>  <p>© manuel_rdz</p>	<p><i>Coryphantha macromeris</i></p>  <p>© Carlos E. Carrera T.</p>	<p><i>Coryphantha poselgeriana</i></p>  <p>© manuel_rdz</p>
<p><i>Coryphantha pseudoechinus</i></p>  <p>© Carlos E. Carrera T.</p>	<p><i>Echinocactus horizontalonius</i></p>  <p>© Carlos E. Carrera T.</p>	<p><i>Echinocereus enneacanthus</i></p>  <p>© Alejandra Salinas</p>	<p><i>Echinocereus longisetus</i></p>  <p>© billymb</p>	<p><i>Echinocereus pectinatus</i></p>  <p>© Carlos Granillo</p>
<p><i>Echinocereus reichenbachii</i></p>  <p>© Leticia Jiménez H.</p>	<p><i>Echinocereus parkeri</i></p>  <p>© Miguel González B.</p>	<p><i>Echinocereus pentalophus</i></p>  <p>© P González Zamora</p>	<p><i>Echinocereus stramineus</i></p>  <p>© Adrián Castellanos</p>	<p><i>Echinomastus mariposensis</i></p>  <p>© José Flores Ventura</p>
<p><i>Echinomastus unguispinus</i> subsp. <i>durangensis</i></p>  <p>© Marisa</p>	<p><i>Echinomastus unguispinus</i> subsp. <i>unguispinus</i></p>  <p>© Lex García</p>	<p><i>Epithelantha micromeris</i></p>  <p>© Lex García</p>	<p><i>Escobaria chihuahuensis</i></p>  <p>© julieta ronquillo</p>	<p><i>Escobaria dasyacantha</i></p>  <p>© Ad Konings</p>

<p><i>Escobaria lloydii</i></p>  <p>©Carlos E. Carrera T.</p>	<p><i>Escobaria tuberculosa</i></p>  <p>© Ad Konings</p>	<p><i>Escobaria zilziana</i></p>  <p>© Jesús Niño C.</p>	<p><i>Ferocactus hamatacanthus</i></p>  <p>© Dante</p>	<p><i>Ferocactus pilosus</i></p>  <p>© manuel_rdz</p>
<p><i>Grusonia bulbispina</i></p>  <p>© Nayelli Rivera</p>	<p><i>Grusonia bractiana</i></p>  <p>© Elsa Hdz</p>	<p><i>Grusonia scottii</i></p>  <p>© Pedro Nájera Q.</p>	<p><i>Leuchtenbergia principis</i></p>  <p>© manuel_rdz</p>	<p><i>Lophophora williamsii</i></p>  <p>© Ad Konings</p>
<p><i>Mammillaria coahuilensis</i></p>  <p>© Lex García</p>	<p><i>Mammilloydia candida</i></p>  <p>© Jonathan Rodriguez</p>	<p><i>Mammillaria formosa</i> subsp. <i>chionocephala</i></p>  <p>©Carlos E. Carrera</p>	<p><i>Mammillaria formosa</i> subsp. <i>formosa</i></p>  <p>©Irma E. Montenegro</p>	<p><i>Mammillaria grusonii</i></p>  <p>© Francisco Valdes P.</p>
<p><i>Mammillaria heyderi</i></p>  <p>© Karol Gabriel V.</p>	<p><i>Mammillaria lasiacantha</i></p>  <p>© manuel_rdz</p>	<p><i>Mammillaria melanoctrina</i></p>  <p>© Heriberto Avila G.</p>	<p><i>Mammillaria pottsii</i></p>  <p>©Celso M. Valencia C.</p>	<p><i>Mammillaria wagneriana</i></p>  <p>© Elvis Herrera R.</p>
<p><i>Neolloydia conoidea</i></p>  <p>©Carlos E. Carrera T.</p>	<p><i>Opuntia zurea</i></p>  <p>© Pedro Nájera Q.</p>	<p><i>Opuntia engelmannii</i></p>  <p>© Fernando Quiroz</p>	<p><i>Opuntia leucotricha</i></p>  <p>© prodenazas</p>	<p><i>Opuntia macrocentra</i></p>  <p>© Lex García</p>
<p><i>Opuntia microdasys</i></p>  <p>© Estudiantes de biología #DGDAI</p>	<p><i>Opuntia rastrera</i></p>  <p>© Pedro Valladares</p>	<p><i>Opuntia rufida</i></p>  <p>© daniigp</p>	<p><i>Opuntia phaeacantha</i></p>  <p>©Juan C. Pérez M.</p>	<p><i>Opuntia robusta</i></p>  <p>© Leopoldo Hurtado</p>



Fuente: Naturalista, 2020.

El estado de conservación de las especies difiere algunas veces. Esto ocurre por la escala considerada. La NOM-059 es aplicada a nivel nacional, mientras que la Lista Roja se aplica de manera global (García-Aguilar et al., 2017), al igual que la CITES.

Conclusiones

El conocimiento del estado de conservación de las especies de la familia Cactaceae es importante para la implementación de estrategias de preservación. No obstante, el estatus puede variar dependiendo la escala de estudio considerada (global, nacional, regional o local). Debido a esto, los estudios de diversidad de la familia Cactaceae, específicos para la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, son fundamentales para la propuesta de acciones de manejo y conservación.

Literatura Citada

- Becerra, R. (2000). Las cactáceas, plantas amenazadas por su belleza. *Biodiversitas* 32, 1-5.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). (2020). Appendices I, II and III. <https://cites.org/sites/default/files/eng/app/2020/E-Appendices-2020-08-28.pdf>
- García-Aguilar, M. C., Luévano-Esparza, J. y De la Cueva, H. (2017). La fauna nativa de México en riesgo y la NOM-059: ¿Están todos los que son y son todos los que están? *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 33(2), 188-198.
- Ibarra D. I., T. Lebgue K., O. Viramontes O., I. Reyes C., J. A. Ortega G. & C. Morales N. (2016). Modelo de nicho fundamental para *Coryphantha chihuahuensis* (Cactaceae) en el estado de Chihuahua, México. *Ecología Aplicada* 15 (1): 11-17.
- LLIFLE. (2020). The Encyclopedia of CACTI. Encyclopedia of living forms. <http://www.llifle.com/Encyclopedia/CACTI/>
- IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <<https://www.iucnredlist.org>>
- Naturalista. (2020). Observaciones. <https://www.naturalista.mx/observations>
- R. Ayuntamiento de Torreón. (2017). Plan de Manejo Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco. Torreón, Coahuila.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 diciembre, 2010.
- Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) (2017). Importancia de las cactáceas. Hoja técnica No. 14.

INCIDENCIA DE LA GANADERÍA SOBRE LA BIODIVERSIDAD DE FLORA EN EL EJIDO SANTO DOMINGO, SAN PEDRO DEL GALLO, DURANGO.

Ederson Steven Cobo-Muelas^{1*}, Gonzalo Hernández-Ibarra³, Luis Gerardo Yáñez-Chávez²,
Mayela Rodríguez-González², Amara Sahad Jiménez-Chávez¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas. ² Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Doctorado en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas ³ Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. CP 35230 Bermejillo, Durango, México.

*Autor de correspondencia: edersonsteven28@gmail.com

Introducción

En las últimas ocho décadas se ha visto un incremento exponencial en el uso de suelo para pastoreo y agricultura, repercutiendo en la disminución de diferentes tipos de coberturas vegetales (Gamboa *et al.*, 2016), debido a la deforestación y fragmentación que se generan por la ampliación de las fronteras agropecuarias. La ganadería es una de las actividades productivas más frecuentes en las zonas rurales de México, llegando a ocupar los 110 millones de hectáreas, el 56% del territorio nacional. Esta se practica en todas las diferentes regiones ecológicas e incluso con condiciones adversas, como es el caso del norte de México que se caracteriza por ser una zona árida (Mora *et al.*, 2013).

El sobrepastoreo ocasionado por la actividad ganadera es uno de los problemas para la conservación de diferentes ecosistemas, debido a que esta actividad genera alteraciones en las comunidades vegetales, y con ello el deterioro de los hábitats de la fauna silvestre. La estrategia de exclusión de comunidades vegetales permite la restauración ecológica, aunque su tiempo de recuperación depende el grado de degradación que ha tenido anteriormente; sin embargo genera un impacto positivo a mediano y largo plazo (Trigo *et al.*, 2020). En particular, el municipio de San Pedro del Gallo del estado de Durango, una de las principales actividades económicas de la población está basada en la ganadería, pero también se practica la agricultura en menor proporción el cual el 94% es producción de forraje y el 6% es para alimentación humana (Castillo *et al.*, 2009). En el presente estudio se evaluó la incidencia que tiene la ganadería sobre la biodiversidad de flora en el Ejido Santo Domingo, Municipio de San Pedro del Gallo, Durango.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Ejido Santo Domingo, Municipio de San Pedro del Gallo, Durango (25° 85' N; 104°48'O) a una altura de 1660 msnm, con una temperatura media anual de 17 °C. El área de estudio fue un terreno de 60 ha a una exclusión de 10 años aproximadamente mediante cercado con postes de madera, inmerso en las zonas de pastoreo del ganado.

La época en la que se llevó a cabo el estudio fue durante las estaciones verano-otoño de 2020, en el cual se realizaron recorridos de campo para seleccionar 24 puntos de muestreo al azar, con una distancia mínima de 100 metros lineales, de los cuales, 12 se realizaron dentro del área de exclusión y 12 fuera del área de exclusión; en estos puntos se realizó el inventario de vegetación mediante el método de Línea Canfield (Canfield, 1941), al registrar los individuos que se interceptaron en una línea de 50 metros.

Para la respectiva identificación se usó la guía de plantas de la reserva de la Biosfera de Mapimí (Grajales, 2015) y la base de datos de la plataforma online Naturalista de CONABIO para zona de Durango y Chihuahua (Cita Checklist). Posteriormente a la recolección de los datos se llevó a cabo el procesamiento y análisis comparativo en el programa Excel 2010-

Resultados y Discusión

En el área de estudio y de los 24 transectos realizados tanto dentro como fuera de la zona de exclusión, próximo a un área de pastoreo para la ganadería del Ejido Santo domingo; se encontraron un total de 1,767 individuos pertenecientes a 23 familias y 65 especies.

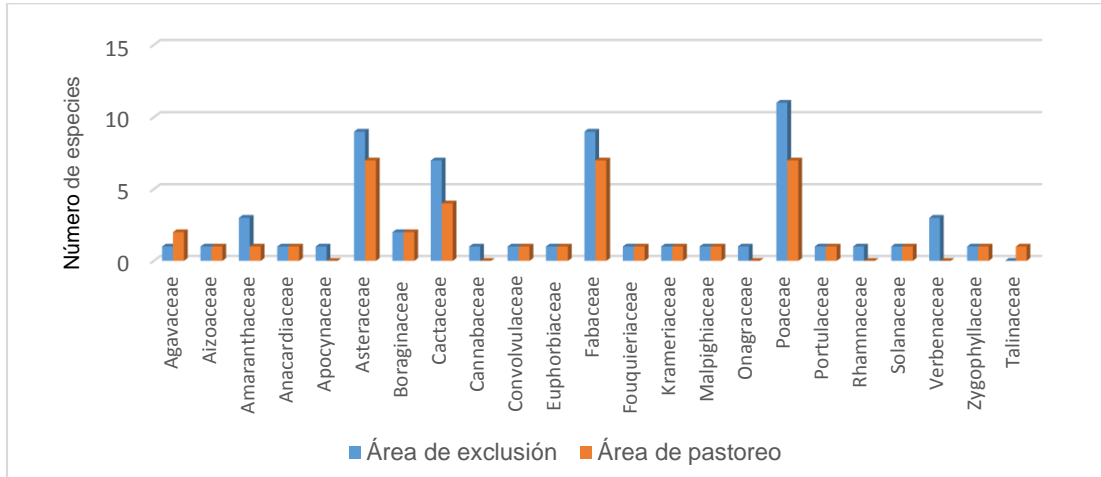


Figura 1. Número de especies por familia en el área de estudio.

En la Figura 1 se denota que para el área de exclusión se encontraron 22 familias y 59 especies, mientras que para el área de pastoreo se encontraron 19 familias con 43 especies. En el cual, como se evidencia en la gráfica, la zona de exclusión presenta mayor diversidad que la zona de pastoreo. Este resultado se presenta ya que, al excluir una zona de la ganadería, se presenta un proceso de regeneración natural de la cobertura vegetal y abundancia de especies, debido a que no se ejerce una presión por el sobrepastoreo.

Cuadro1. Especies presentes en las dos áreas de muestreo en la zona de estudio.

Nº	Familia	Especie	Área de exclusión	Área de pastoreo
1	Fabaceae	<i>Acacia angustissima</i>	17	16
2	Fabaceae	<i>Acacia constricta</i>	24	14
3	Fabaceae	<i>Acacia greggii</i>	103	124
4	Fabaceae	<i>Acacia neovernicosa</i>	33	0
5	Fabaceae	<i>Acacia roemeriana</i>	3	0
6	Asteraceae	<i>Acourtia nana</i>	0	2
7	Agavaceae	<i>Agave havardiana</i>	0	3
8	Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i>	4	0
9	Verbenaceae	<i>Aloysia wrightii</i>	2	0
10	Asteraceae	<i>Ambrosia confertiflora</i>	1	0
11	Amarantaceae	<i>Atriplex canescens</i>	1	3
12	Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	12	0
13	Asteraceae	<i>Baileya multiradiata</i>	4	0
14	Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	26	5
15	Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	17	1
16	Poaceae	<i>Bouteloua pulchella</i>	1	37
17	Malpighiaceae	<i>Calchicola sericea</i>	3	13
18	Fabaceae	<i>Calliandra eriophylla</i>	6	20
19	Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i>	1	0
20	Poaceae	<i>Pennisetum ciliare</i>	0	1
21	Boraginaceae	<i>Cordia parvifolia</i>	35	12
22	Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	6	7
23	Convolvulaceae	<i>Dichondra argentea</i>	3	11
24	Poaceae	<i>Digitaria californica</i>	1	0
25	Cactaceae	<i>Echinocactus horizontalonii</i>	2	0
26	Cactaceae	<i>Echinocereus pectinatus</i>	1	0

27	Cactaceae	<i>Echinomastus unguispinus</i>	2	4
28	Poaceae	<i>Eragrostis mexicana</i>	2	2
29	Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i>	124	30
30	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	2	1
31	Onagraceae	<i>Fuchsia spp</i>	4	0
32	Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	1	2
33	Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	27	53
34	Krameriaceae	<i>Krameria pauciflora</i>	31	2
35	Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	101	125
36	Poaceae	<i>Leptochloa dubia</i>	4	0
37	Poaceae	<i>Lycurus phleoides</i>	0	1
38	Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	5	12
39	Asteraceae	<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	2	7
40	Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i>	1	0
41	Cactaceae	<i>Mammillaria lasiacantha</i>	1	3
42	Fabaceae	<i>Mimosa sensitiva</i>	5	31
43	Poaceae	<i>Muhlenbergia phleoides</i>	11	0
44	Cactaceae	<i>Opuntia rastrera</i>	8	4
45	Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	0	7
46	Asteraceae	<i>Parthenium incanum</i>	95	48
47	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	38	70
48	Fabaceae	<i>Prosopis levigata</i>	46	18
49	Anacardiaceae	<i>Rhus microphylla</i>	3	11
50	Apocynaceae	<i>Sarcostemma crispum</i>	2	0
51	Aizoaceae	<i>Sesuvium verrucosum</i>	3	3
52	Poaceae	<i>Setaria grisebachii</i>	4	0
53	Poaceae	<i>Setaria leucopila</i>	22	0
54	Poaceae	<i>Setaria adhaerens</i>	9	0
55	Poaceae	<i>Setaria verticillata</i>	1	2
56	Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	3	5
57	Talinaceae	<i>Talinum paniculatum</i>	0	2
58	Amarantaceae	<i>Tidestromia gemmata</i>	1	0
59	Amarantaceae	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	4	10
60	Boraginaceae	<i>Tiquilia canescens</i>	2	9
61	Fabaceae	<i>Vachellia vernicosa</i>	25	104
62	Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	19	2
63	Agavaceae	<i>Yucca torreyi</i>	9	1
64	Asteraceae	<i>Zinnia peruviana</i>	4	0
65	Rhamnaceae	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	2	0
Total individuos por zona			929	838
Total individuos área de estudio			1767	

En el Cuadro 1, se describe que para el área de exclusión se encontraron 929 individuos pertenecientes a 59 especies, mientras que para el área de pastoreo se encontraron 838 individuos pertenecientes a 43 especies. La diversidad de flora es evidente en el área de exclusión en el cual se presentó un número superior de familias, especies y de individuos; asimismo, la dominancia de especies es diferente.

En el área de pastoreo se presentaron especies con mayor dominancia, por lo que se puede determinar que tienden a ser más tolerantes al pastoreo de la ganadería, mientras que otras especies son menos frecuentes; de ello se deduce que son menos resistentes al pastoreo y por ende tienden a disminuir sus poblaciones. Este comportamiento es descrito en un estudio por (Baraza & Valiente, 2012), en donde se evidenció que las especies de matorral xerófilo como “*Bowardia erecta* y *Justicia candicans*” en exclusión presentan mayor abundancia que en una zona de pastoreo. De igual manera, en otro estudio realizado por Mora *et al.* (2013), se señala que la ganadería tiene una incidencia alta sobre la diversidad arbórea y arbustiva. Por lo tanto, en el presente estudio se puede evidenciar que la ganadería ejerce un impacto negativo hacia la diversidad de flora en el área de estudio. La estrategia de exclusión permite la regeneración y conservación de diversidad en una región; sin embargo, esta restauración ecológica depende del grado de degradación de la zona, reflejándose los resultados a mediano y largo plazo, todo dependiendo de las condiciones tanto de degradación como de la climatología (Trigo *et al.*, 2020).

Conclusiones

Para este estudio y tras realizar el inventario de diversidad floral mediante el método de Línea de Canfield, se encontraron un total de 1767 individuos, dentro de 65 especies y organizados en 23 familias. Se evidenció que en las dos áreas de estudio (área de exclusión y área de pastoreo) la ganadería tiene una incidencia negativa hacia la abundancia y diversidad de la vegetación. La dominancia de una especie en el área de pastoreo depende la capacidad de tolerancia que tienen al pastoreo, por el cual se recomienda llevar a cabo estudios para conocer la tolerancia de algunas especies hacia el sobrepastoreo.

El área de exclusión permitió generar una restauración ecológica, sin embargo, su éxito depende del grado de degradación que tenía cuando se realizaba pastoreo en esta zona, por lo cual es evidente que hay mayor abundancia y diversidad de vegetación. Esta estrategia permite la conservación de especies tanto de flora como de fauna ya que son hábitats que no tienen una perturbación, ni una presión alóctona.

Literatura Citada

- Baraza, E., & Valiente, A. (2012). Efecto de la exclusión de ganado en dos especies palatables del matorral xerófilo del Valle de Tehuacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(4), 1145–1151. <https://doi.org/10.7550/rmb.22871>
- Canfield, H.R. 1941. “Application of the line interception method in sampling range vegetation”. *J. of For.* 388-394.
- Castillo, I., Estrada, J., Rangel, G., Espinoza, J., Vázquez, C., & Salazar, E. (2009). Ganadería Ejidal y emigración en el municipio de San Luis del Cordero, Durango, norte de México. *Redalyc*, 25, 46–57.
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. 2020. Lista de comprobación de especies silvestres de Chihuahua. Consultado el 13 de noviembre de 2020 de: https://www.naturalista.mx/check_lists/39291-Chihuahua-Check-List?page=12
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. 2020. Lista de comprobación de especies silvestres de Durango. Consultado el 18 de noviembre de 2020 de: https://www.naturalista.mx/check_lists/13927-Durango-Check-List?page=6
- Gamboa, J., Jiménez, G., Nahed, J., & Villanueva, G. (2016). Estrategias silvopastoriles para mitigar efectos del cambio climático en sistemas ganaderos del sur de México. *Agroproductividad*, 9, 10–15.
- Grajales, K. M. (2015). *Plantas de la Reserva de la Biosfera de Mapimí* (Número 6).
- Mora, C. A., Jiménez, J., Alanís, E., Rubio, E. A., Camacho, R., Yerenayamallel, J. I., & González, M. A. (2013). Efecto de la Ganadería en la Composición y Diversidad Arbórea y Arbustiva del Matorral Espinoso Tamaulipeco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4, 14. <https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v4i17.426>
- Trigo, C., Villagra, P., Cowper, P., Marás, G., Andrade, M., Núñez, M., Derlindati, E., & Tálamo, A. (2020). Can livestock exclusion affect understory plant community structure? An experimental study in the dry Chaco forest, Argentina. *Forest Ecology and Management*, 463(Febrero), 118014. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118014>

CÁLCULO DE CONSUMO DE LEÑA ANUAL EN COMUNIDADES RURALES DEL ESTADO DE DURANGO: NIVEL UMAFOR Y MUNICIPIO

Edwin Amir Briceño Contreras¹, Luis M. Valenzuela Nuñez¹, José Antonio Hernández Herrera²,
Aldo Rafael Martínez Sifuentes³, Cristina García de la Peña¹

¹Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Av. Universidad S/N. Fracc. Filadelfia. Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35010. ²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Recursos Naturales. Calzada Antonio Narro 1923. Buenavista, Saltillo, Coah. C. P. 25315. ³INIFAP Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en la Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. Km. 6.5, Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C. P. 35140. *Autor de correspondencia: edwinamir320@gmail.com

Introducción

La leña es el principal combustible utilizado en hogares rurales y urbanos de México. El uso más común de este combustible se da a nivel doméstico, para la cocción de los alimentos, el calentamiento de las viviendas en la época de frío, y para hervir agua para aseo de la familia. La leña también tiene importancia en la pequeña y mediana industria, como en el caso de la elaboración del carbón vegetal, y su uso en las ladrilleras, las panaderías, o las alfarerías (Camou, 2007; Viera, 2010). Este combustible energético es extraído de los árboles ya sea de una manera informal a través de la deforestación o de ramas y árboles muertos (Jong, et al., 2010). Una gran parte de la población mundial utiliza la leña, sobre todo en los países en desarrollo (FAO, 2011). Las especies de árboles más utilizados por los pobladores en las comunidades rurales para consumo de leña son el *Pinus spp.*, *Prosopis laevigata* y *Quercus spp.* (Fuente: Formato de encuesta). La población mexicana, del sector urbano y rural, utilizan la leña como combustible según Viera, (2010). De acuerdo a información estadística el consumo diario promedio por persona de leña en zonas rurales en México es de 4.7 ± 2.1 Kg. Según, Camou (2007) y Viera, (2010) nos dice que el consumo diario de leña por persona es de 3.5 kg. Viera (2010) reporta un consumo por persona de 54.02 kg/ mensuales y Fundación Terra (2002) citan que en los países en vías de desarrollo, el consumo promedio de leña por persona al año es de 225 kg pero esta cifra varía según los países. Por otra parte, la leña es todavía el principal combustible residencial en México, ya que suministra aproximadamente el 40% de energía total utilizada. Asimismo, aporta el 80% de la energía usada en los hogares rurales (Maserá et al., 2004). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue calcular la cantidad de leña consumida anualmente en comunidades rurales del estado de Durango a nivel UMAFOR y Municipio.

Materiales y Métodos

El presente trabajo de estudio se realizó en el estado de Durango, localizado en la región centro-noroccidental de México; con una superficie de 123,181 km² en la coordenadas 26° 48' y 22° 19' LN y 102° 28' y 107° 11' LW. Durango es el cuarto estado más grande de la República Mexicana y cuenta con una población de 1'632,934 habitantes que representa el 1.5% de total nacional. Para el cálculo de la cantidad de leña consumida en el estado de Durango a nivel Municipio y UMAFOR, se recurrió a fuentes de información del Censo Poblacional INEGI (2012), y la base de datos CONAFOR (2010) con ayuda del programa ArcGIS 9.3 para determinar el consumo de leña a nivel UMAFOR.

Para la obtención del cálculo de leña, fue necesario identificar los municipios que conforman el estado de Durango. Posteriormente, se identificó el número de localidades con las que cuenta cada uno de los municipios del estado de Durango. Una vez obtenida dicha información, se procedió hacer un análisis de población de las localidades rurales en cada municipio del estado de Durango; para ello, se realizó una depuración de localidades rurales quedando solamente las zonas rurales interesadas para el parámetro establecido que consistió en tomar viviendas particulares habitadas/promedio de 3.9 personas por vivienda y/o familia (INEGI, 2012), en localidades rurales con población de < 100 habitantes y > 2500 habitantes (INEGI 2012, Jong et al., 2010). El promedio usado para calcular el consumo de leña fue 3.5 kg diario por persona (Viera, 2010). Dicho cálculo, fue respaldado con encuestas realizadas en algunas comunidades rurales con el fin de hacer una corroboración de datos publicados por el censo poblacional INEGI (2012).

El estudio sobre el cálculo de consumo de leña por municipio se llevó a cabo de forma anual, donde se multiplicó el número de habitantes por la cantidad de leña consumida diariamente por persona que es de 3.5 kg y posteriormente se multiplicó por año (365 días) para finalmente convertirlo en kilotoneladas a nivel UMAFOR y Municipios. Una vez obtenidos los datos totales sobre la cantidad de leña consumida para cada municipio de forma anual en el estado de Durango, se procedió a vaciar la información en el ArcGIS 9.3 y posteriormente combinándolo con la base de datos de la CONAFOR 2010 para así poder obtener también cifras totales de la cantidad de leña consumida a nivel UMAFOR.

El formato que se utilizó para la encuesta sobre el consumo de leña fue tomado del Protocolo de Investigación sobre el consumo de leña en comunidades rurales del estado de Aguascalientes (López et al., 2011), en donde se describe de una manera sencilla los datos generales del entrevistado (número de integrantes en la familia y edades), nombre de la localidad encuestada, ubicación geográfica, acceso a la tierra (ejido, privado, comunal), tipo de arreglo para obtener la leña (renta, terreno propio, ningún arreglo), distancia que recorre desde el hogar para obtener la leña, las fuentes energéticas de uso que tiene en el hogar (gas LP, uso de leña, otros), uso que le da a la leña (cocinar alimentos, calentar agua, calentar la casa), la frecuencia del consumo de leña (día, semana, mes, año), en que época del año consume más leña (primavera, verano, invierno otoño), la forma en que consigue la leña, especies que consume y proporción, así como que maderas prefiere y por qué, finalmente la firma quien realizó la encuesta.

Resultados y Discusión

En base al estudio de investigación realizado, se analizaron 39 municipios en el estado de Durango. Dicho análisis da a conocer que 1,023 localidades rurales con < 100 habitantes y > 2500 habitantes consumen leña de un total de 5,784 localidades rurales analizadas. Por otra parte, 421,406 habitantes consumen leña de un total de 1'632, 934 habitantes en todo el estado de Durango. El consumo total de leña anualmente en las 1,023 localidades rurales analizadas es de 536.09 kilotoneladas a nivel estatal por los 39 municipios y esta misma cantidad es representada para las 13 UMAFOR con las que cuenta el estado de Durango. El 25.8 % de habitantes en el estado de Durango consumen leña y haciendo una comparación con la población promedio que consume leña a nivel nacional que es de 20 millones de habitantes; podemos decir que el consumo de leña en el estado de Durango representa el 2.10% a nivel nacional, por lo tanto, el estado de Durango con sus 1'632,934 habitantes representa el 1.5% de habitantes a nivel nacional que es de 112'336,538 habitantes.

El consumo de leña por persona al año en el estado de Durango es de 1,277.5 kilogramos mientras que por mes el consumo de leña por persona es de 106.45 kilogramos y por día es de 3.5 kg consumo de leña por persona (Cuadro 1). Los municipios de Victoria de Durango (Consumo de leña 71.30 Kt/año), Gómez Palacio (Consumo de leña 69.55 Kt/año) y Lerdo (Consumo de leña 39.96 Kt/año) fueron los que presentaron mayor consumo de leña en el estado de Durango, seguido por Cuencamé (Consumo de leña 24.15 Kt/año), Canatlán (Consumo de leña 23.79 Kt/año) y Pueblo Nuevo (Consumo de leña 20.52 Kt/año) y finalmente San Luis del Cordero (Consumo de leña 2.57 Kt/año), Canelas (Consumo de leña 2.52 Kt/año) y San Pedro del Gallo (Consumo de leña 1.86 Kt/año), fueron los que presentaron en menor cantidad consumo de leña. Las UMAFOR 1013 (Consumo de leña 255.63 Kt/año), 1012 (Consumo de leña 105.84 Kt/año) y 1007 (Consumo de leña 41.80 Kt/año) fueron los que presentaron mayor consumo de leña en el estado de Durango, seguido por la UMAFOR 1005 (Consumo de leña 23.45 Kt/año), 1004 (Consumo de leña 18.88 Kt/año) y 1008 (Consumo de leña 17.95 Kt/año), finalmente, las UMAFOR 1009 (Consumo de leña 8.14 Kt/año), 1003 (Consumo de leña 4.20 Kt/año) y 1002 (Consumo de leña 2.31 Kt/año) presentaron en menor cantidad el consumo de leña, como se muestra en la figura 4.

El resultado de la combinación de mapas de municipios y localidades del estado de Durango-INEGI 2010, el mapa de las UMAFOR del estado de Durango-CONAFOR 2010. Con ayuda del programa ArcGIS 9.3, las UMAFOR quedaron representadas por los siguientes municipios: UMAFOR 1001 conformado por los municipios de Guanaceví, Ocampo y San Bernardo (Consumo de leña: 15.10 Kt/año), UMAFOR 1002 conformado por el municipio de Tepehuanes (Consumo de leña: 2.32 Kt/año), UMAFOR 1003 conformado por el municipio de Tamazula (Consumo de leña: 4.20 Kt/año), UMAFOR 1004 conformado por los municipios de Canelas, Tamazula, Topia y Santiago Papasquiario (Consumo de leña: 18.88 Kt/año), UMAFOR 1005 conformado por los municipios de Canelas, Otáez, Santiago Papasquiario, Tamazula y Tepehuanes (Consumo de leña: 23.46 Kt/año), UMAFOR 1006 conformado por los municipios de Canatlán, San Dimas y Tamazula (Consumo de leña: 11.66 Kt/año), UMAFOR 1007 conformado por los municipios de Canatlán, Durango, Nuevo Ideal, San Dimas y Santiago Papasquiario (Consumo de leña: 41.80 Kt/año), UMAFOR 1008 conformado por los municipios de Durango, Pueblo Nuevo y San Dimas (Consumo de leña: 17.96 Kt/año), UMAFOR 1009 conformado por el municipio de Durango (Consumo de leña: 8.14 Kt/año), UMAFOR 1010 conformado por los municipios de Durango, Mezquital y Pueblo Nuevo (Consumo de leña: 15.01 Kt/año), UMAFOR 1011 conformado por los municipios de Mezquital y Súchil (Consumo de leña: 16.08 Kt/año), UMAFOR 1012 conformado por los municipios de Durango, Guadalupe Victoria, Mezquital, Nombre de Dios, Panuco de Coronado, Poanas, Súchil y Vicente Guerrero (Consumo de leña: 105.85 Kt/año), finalmente la UMAFOR 1013 está conformada por los municipios de Canatlán, Coneto de Comonfort, Cuencamé, El Oro, General Simón Bolívar, Gómez Palacio, Guadalupe Victoria, Hidalgo, Indé, Lerdo, Mapimí, Nazas, Panuco de Coronado, Peñón Blanco, Rodeo, San Juan de Guadalupe, San Juan del Río, San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo, Santa Clara y Tlahualilo (Consumo de leña: 255.64 Kt/año).

De acuerdo a la literatura y los datos obtenidos en campo, el número de habitantes que consumen leña en el estado de Durango, es de 421,406 habitantes que representa un 25.8 %; y la población en Durango es de 1'632,934 habitantes que representa el 1.5% a nivel nacional (INEGI, 2012). La población total en México es de 112'336,538 habitantes (INEGI, 2012) y Torres y Guevara (2007) estiman que alrededor de 20 millones de personas usan la leña en este país como principal energético; si se compara esta cifra con nuestros resultados, entonces, podemos afirmar que el porcentaje de la población que consume leña en Durango es de 2.10% a nivel nacional. En base al consumo de leña, se obtuvo que en el estado de Durango se consume 1,277.5 kg de leña por persona al año, sin embargo, Fundación Terra (2002), mencionan que como término medio el consumo de leña por persona al año es de unos 225 kg, cifra que varía según el país y la región. Por lo tanto, los datos obtenidos en relación con las fuentes bibliográficas podemos afirmar que la cantidad de consumo de leña por persona al año si varió mucho. Con respecto al consumo de leña por persona al mes, Viera (2010), reportan un consumo de leña per capita de 54.02 kg mensuales en México; mientras que en el estado de Durango el consumo de leña por persona al mes es de 106.45 kg. Por lo tanto, los datos obtenidos en relación con los antecedentes podemos decir que la cantidad de consumo de leña por persona al mes de igual manera varió mucho. Finalmente, la cantidad de leña consumida de acuerdo al promedio usado para México es de 3.5 kg diario por persona (Viera, 2010), cantidad que se tomó para poder realizar el cálculo de cantidad de leña consumida en el estado de Durango.

Conclusiones

De acuerdo a encuestas realizadas durante el trabajo de investigación se identificaron las causas de porque en ocasiones, no es rentable para las empresas gaseras de LP ir hasta las comunidades rurales y la razón principal, es debido a que invierten más en gasolina, mantenimiento de los camiones, viáticos del chofer y para que finalmente solamente unos cuantos usuarios compren este combustible. Otra razón, de que los pobladores consuman en mayor proporción la leña que el gas LP en base a las encuestas obtenidas, es precisamente el ingreso económico que tienen en sus hogares por día, ya que la principal actividad que se ejerce en las zonas rurales es el trabajo de campo, y personas que no tienen disponibles tierras pues tienen que trabajar como peones y la paga que perciben por esa actividad diariamente es de \$94.52 pesos mexicanos pago por jornada y prefieren invertir ese ingreso en alimentos básicos que en gas LP.

Literatura Citada

- Camou, A. 2007. La leña: el recurso olvidado. Una experiencia de participación social y cambio tecnológico en dos micro-regiones de la Sierra Tarahumara. CONSULTORÍA TÉCNICA COMUNIARIA A.C. Chihuahua, Chih. México.
- CONAFOR 2010. Mapa cartográfico de vegetación del estado de Durango escala 1:250,000
- Fundación Terra, 2002. Perspectiva Ambiental 25 “Cocina Solar”: Suplemento de perspectiva escolar. Barcelona, España. Pp. 7.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). Mapa Temático México Cifras. Total de viviendas particulares habitadas. Consultado: 06 de marzo de 2020, en: <http://www2.inegi.org.mx/sistemas/mapatematicomexicocifras3d/default.aspx?e=10&mun=0&sec=M&ind=1003000001&ani=2010&src=487&i=>
- Jong, B., Masera, O., y Etchevers J. 2010. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1993 – 2002: Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Bosques. El Colegio de la Frontera Sur, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, y El Colegio de Postgraduados. Pp. 10 – 11, 21 - 23
- López, A., Ramírez, E., y Martínez G. 2011. Estudio sobre el consumo de leña en comunidades rurales del estado de Aguascalientes: formato de encuesta para determinar la magnitud de consumo habitual de leña en el medio rural de Aguascalientes. Pp. 11
- Masera, O.; Díaz, R. y Berrueta, V. 2004. Programa para el uso sustentable de la leña en México: de la construcción de estufas a la apropiación de la tecnología. Pp. 1 – 7
- Smith, K. R. (2006). El uso doméstico de leña en los países en desarrollo y sus repercusiones en la salud. *Unasylva*, 57(224), 41-44. Consultado: 21 de mayo de 2020, en: <http://www.fao.org/docrep/009/a0789s/a0789s09.htm>
- Torres J. y Guevara A. 2007. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Instituto Nacional de Ecología.
- Viera, A. 2010. Consumo de leña: Revisión de literatura. Reporte técnico del proyecto PEACC-DURANGO.

MASTOFAUNA ASOCIADA AL MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO AL SURESTE DE MAPIMÍ, DURANGO

Luis Gerardo Yáñez-Chávez*, Mayela Rodríguez-González, Gonzalo Hernández-Ibarra
Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Ctra. Gómez Palacio - Chihuahua. CP 35230 Bermejillo, Durango, Méx. *Autor de Correspondencia: yachgl@chapingo.uruz.edu.mx

Introducción

Los mamíferos son uno de los grupos más notables de las comunidades terrestres de vertebrados y muestran una serie de características internas y externas que los han llevado a ser exitosos en casi todos los ecosistemas del mundo (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014). México ocupa el tercer lugar mundial en cuanto al número de especies de mamíferos, reportando 545 especies (Ceballos y Arroyo, 2012). En particular, para el estado de Durango se reportan 139 especies, que representan el 25.5% de los mamíferos terrestres mexicanos (García-Mendoza y López-González, 2013). Sin embargo, recientemente se incrementó el conocimiento sobre la distribución de las especies en regiones que históricamente no habían sido inventariadas. Por ello, el objetivo del estudio fue documentar través de imágenes fotográficas, huellas o excretas de la mastofauna asociada al matorral desértico micrófilo al sureste de Mapimí, Dgo.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en la parte sureste del municipio de Mapimí, del estado de Durango, México. El clima en esta zona es seco desértico, con régimen de lluvias en verano e invierno fresco. La precipitación promedio anual es de 260 mm y la temperatura media anual varía de 19 a 21 °C, el promedio de las temperaturas máximas y mínimas es de 29 y 11 °C respectivamente, El área de estudio está integrada en su mayor parte por diferentes comunidades de matorral desértico micrófilo y asociaciones de matorral desértico rosetófilo, pastizal y áreas agrícolas (INEGI, 2018). El trabajo se realizó durante el periodo de enero de 2018 a octubre de 2020. Para ello, se efectuaron muestreos sistemáticos de mamíferos terrestres mediante recorridos por caminos y veredas para el avistamiento y recolectas de huellas o excretas. Los muestreos se realizaron con una frecuencia mensual, entre las 6:00 y 22:00 horas. Cada observación fue registrada, fotografiada y georreferenciada con un GPS Garmin Etrex 30. La nomenclatura, clasificación y orden en el que se mencionan a las especies de mamíferos en este estudio sigue la propuesta por Ceballos y Arroyo (2012); para huellas y excretas se utilizó la metodología de identificación de Aranda (2012). Igualmente, los registros fueron clasificados de acuerdo a su categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010).

Resultados y Discusión

Las observaciones en el matorral desértico micrófilo estuvieron integradas por 20 especies de mamíferos para el periodo de estudio; agrupadas en 14 familias y 6 órdenes. Los órdenes más representados fueron Carnívoros y Roedores con 7 especies, al representar el 35% del total cada uno; seguido por los órdenes de Artiodáctilos y Lagomorfos con 2 especies cada uno. En relación al agrupamiento de las especies por familias destacó la Canidae con 3 especies; Mephitinae, Leporidae y Sciuridae con dos especies cada una (Cuadro 1). Los mamíferos de México están enfrentando problemas ambientales severos que afectan su supervivencia a largo plazo y algunas especies actualmente enfrentan problemas de conservación; de las especies identificadas en este trabajo, la zorrilla del desierto (*Vulpes macrotis*) se encuentra amenazada, respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 1. Listado del mastofauna durante el periodo 2018-2020 al sureste de Mapimí, Dgo.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Rastro	Categoría de riesgo*
Artiodactyla	Yassuidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	FI, H	
	Suidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	FI, H	
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	FI, PE, H	
		<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro feral	FI	
		<i>Vulpes macrotis</i>	Zorrita del desierto	FI	A
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince Americano	FI, PE, H	
	Mephitinae	<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo listado norteño	FI	
		<i>Mustela frenata**</i>	Comadreja cola larga	FI, H	
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache boreal	FI, H		
Chiroptera	Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola suelta	FI, PE	
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	FI	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	FI, H	
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	FI, H	
Rodentia	Cricetidae	<i>Neotoma spp.</i>	Rata de campo	FI	
	Geomysidae	<i>Cratogeomys castanops</i>	Tuza cara amarilla	FI	
	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata canguro de Merriam	FI	
			Rata magueyera	FI	
	Muridae	<i>Rattus spp.</i>	Rata de alcantarilla	FI	
			<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	FI
Sciuridae	<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	Ardillón punteado	FI		
Total:		20 Especies			

FI= Fotografía de individuo; PE=Presencia de excretas; H= Huellas; *NOM-059-SEMARNAT-2010, A=Amenaza. **En: Yáñez-Chávez *et al.*, 2019.

Conclusiones

Aunque el conocimiento de los mamíferos en México tiene una tradición larga y ha aumentado rápidamente en los años recientes, se requieren más estudios para entender la biología de dichas especies y su estado de conservación. Las 20 especies identificadas, representan una aportación al conocimiento de mamíferos enlistados en el matorral desértico micrófilo al sureste de Mapimí, sin embargo, se requieren diversificar y explorar aún más, dado el conocimiento relativamente limitado y parcial de las faunas locales en México.

Literatura Citada

- Aranda, S. J. M. (2012) Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, 255 pp.
- Ceballos, G. & Arroyo C., J. Y. (2012). Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época), 2(1), 27-80.
- Diario Oficial de la Federación. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- INEGI. (2018). Descarga de mapas digitales de los temas uso de suelo y vegetación serie VI de la República Mexicana. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/mapas/mg/>
- García-Mendoza, D. F., & López-González, C. (2013). A checklist of the mammals (Mammalia) from Durango, western Mexico. Check List, 9(2), 313-322.
- Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez-Rodríguez, R. A., Guevara, L., Gutiérrez-Granados, G., & Rodríguez-Moreno, Á. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 496-504.
- Yáñez-Chávez, L. G., Rodríguez-González, M., Hernández-Ibarra, G., & Buendía-Tamariz, M. N. (2019). Nuevos registros de la comadreja cola larga (*Mustela frenata*) en la zona semidesértica de Durango, México. Acta zoológica mexicana, 35.

EFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO Y SALINO SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE *Aloe barbadensis* M.

María Mota-Ituarte ¹, Aurelio Pedroza-Sandoval ^{1*}, José Rafael Minjares-Fuentes ².

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Km. 40 Carr. Gómez Palacio - Chihuahua, Bermejillo, Durango, México C.P. 35230 ² Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas, Av. Artículo 123 s/n. Gómez Palacio, Durango, México C.P. 35010. *Autor de correspondencia: apedroza@chapingo.urruza.edu.mx *

Introducción

Las zonas áridas poseen una extraordinaria diversidad de nichos agroecológicos, vulnerables a procesos naturales como la salinización, la erosión eólica e hídrica (De Pauw, Göbel, & Adam, 2000). En México, el 60% del territorio es árido (Cerutti, 2015). Es necesaria una producción agrícola respetuosa mediante el uso de tecnologías amigables con el ambiente y cultivos alternativos económicamente viables (Mattas, Tsakiridou, Michailidis, & Karelakis, 2015). El *Aloe barbadensis* M., es una planta con diversos usos en la industria, alimentaria, cosmética y farmacéutica, de gran importancia comercial. Esta planta se adapta a suelos de tierras agrícolas degradadas, por lo tanto, facilita el desarrollo rural (Liontakis & Tzouramani, 2016). El presente estudio se llevó a cabo para evaluar el comportamiento de crecimiento de la sábila en condiciones de estrés hídrico y salino.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la UACH, en Bermejillo, Durango, México. Con ubicación en 25°52'28" LN y 103°37'07" LO (García, 1981). Se usó un diseño experimental de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas, donde las parcelas grandes fueron los niveles de estrés hídrico, con dos niveles de humedad edáfica: alta (HA): 16-21% de la humedad aprovechable y humedad edáfica baja o desfavorable (HD): 10-15% de la humedad aprovechable. Las parcelas chicas fueron el estrés salino provocado con NaCl a 5 niveles: 0 (testigo), 50, 100, 150 y 200 mM. Se realizó en condiciones de malla-sombra, durante tres meses (enero-marzo, 2020). La unidad experimental fue una planta por maceta (capacidad 15 kg, suelo franco-arenoso, 10 kg). Los hijuelos de *A. vera* fueron plántulas homogéneas en edad y tamaño (25 a 30 cm de una edad aproximada de 6 meses). Las propiedades morfométricas de las plantas se midieron periódicamente, durante los tres meses del experimento, correspondiente a: longitud de hoja, ancho de hoja y grosor de hoja (Calzada Rivera & Pedroza Sandoval, 2005). Un análisis ANOVA en las variables cuantificadas a lo largo del experimento y pruebas de medias LSD de Fisher ($p \leq 0.05$), fueron realizados para identificar el efecto de tratamientos, mediante el software Statistica 7.

Resultados y Discusión

El crecimiento y desarrollo de la planta de *A. vera* fue con un lento desarrollo inicial en tamaño, seguido de un rápido crecimiento, para después presentarse otro período, durante el cual la planta crece lentamente o deja de hacerlo (Soplin, Rengifo, & Chumbe, 1993). La longitud de la hoja (Figura 1a) aumentó un 57.5% en HA 0 (testigo), mientras que solo aumentó 56.6 y 48.8 %, en los tratamientos de salinidad más alta, con HA y HD, respectivamente. En el ancho de hoja (Figura 1b) hubo un incremento del 41.4% en el testigo, y solamente aumentó 30.6 y 19.8 % en los tratamientos de salinidad más alta, para HA y HD, respectivamente. En cuanto al grosor de hoja (Figura 1c), el testigo aumentó un 11.3 %; en el tratamiento más cercano al testigo (HA 50), incrementó un 8.51 % únicamente. En el resto de los tratamientos hubo disminución del grosor de la hoja, el cual está relacionado directamente con la cantidad de agua que la planta almacena, como parte de sus características físicas y metabólicas. Esto coincide con lo reportado por Rodríguez-Dorantes, Gracia-Castañeda, and Muñoz-Sánchez (2003), menciona que la primera respuesta y la más sensible al déficit hídrico es un decremento en la turgencia. El grosor de hoja disminuyó hasta un 43.3 % en el tratamientos de baja humedad y salinidad más alta (HA 200).

Un ANOVA factorial fue conducido para evaluar si la aplicación de los dos niveles de Humedad Edáfica (HA, HD) aunado a los cinco niveles de Salinidad (NaCl 0, 50, 100, 150 y 200 mM), afectaba el crecimiento y desarrollo del *A. vera*, específicamente en altura, ancho y grosor de hoja (cm). El ANOVA fue significativo para la Salinidad en las tres variables de respuesta de éste estudio; la Humedad Edáfica fue significativa solo para el grosor de hoja ($F= 54.42, p \leq 0.05$). La interacción Salinidad – Humedad Edáfica fue significativo para las tres variables del estudio. Por otra parte se observa sobre el grosor de hoja que, en general, tiene una tendencia decreciente a lo largo del tiempo.

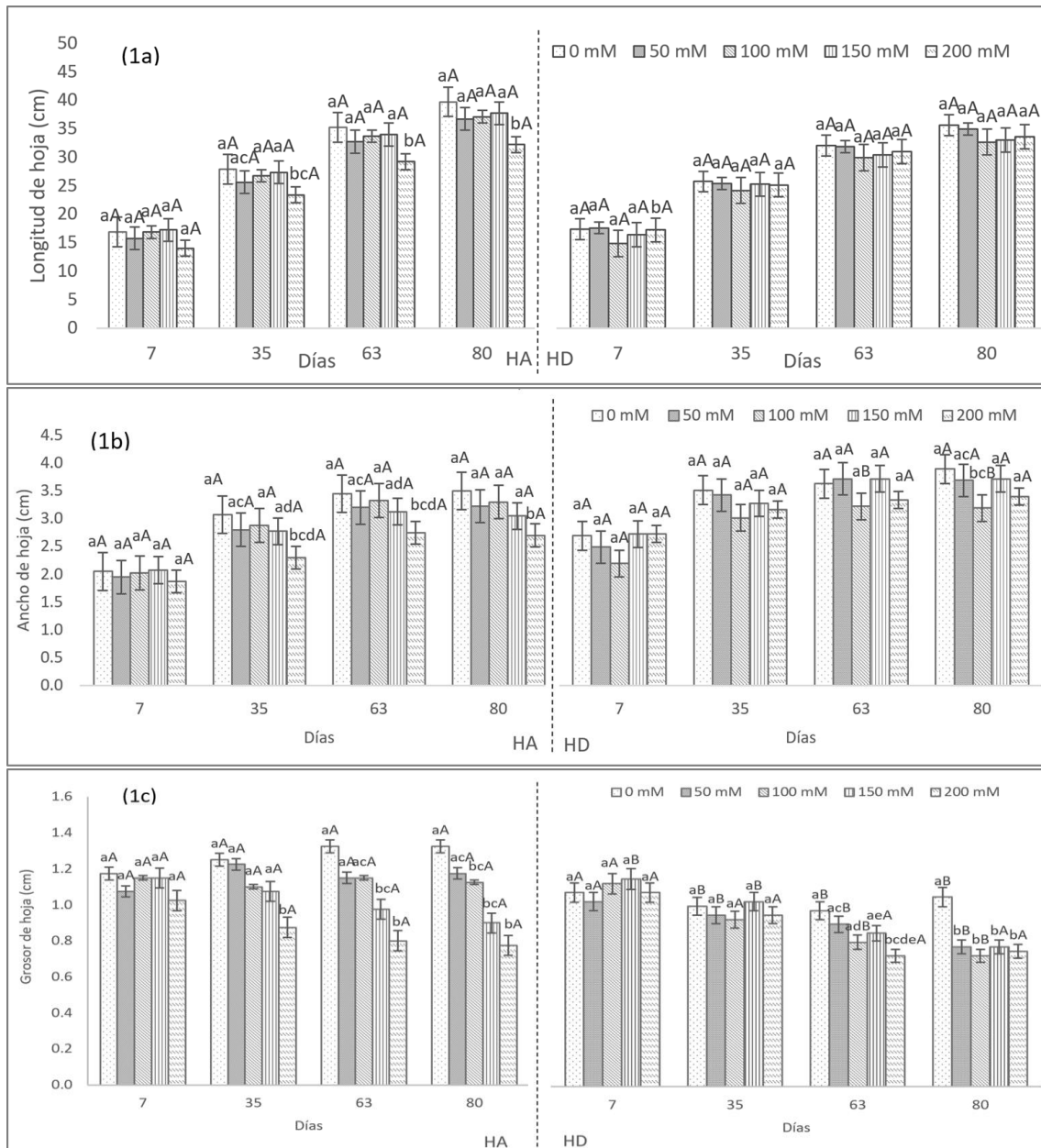


Figura 1. Efecto en la longitud de hoja (a), ancho de hoja (b) y grosor de hoja (c) de plantas de *A. vera* por estrés salino (NaCl 0, 50, 100, 150 y 200 mM) y déficit hídrico (HA y HD, 16-21 y 10-15% humedad edáfica respectivamente). Diferencias entre medias encontradas mediante LSD de Fisher ($p \leq 0.05$). Valores comparados por columna, Humedad Edáfica, con literal minúscula diferente, son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$). Valores comparados por renglón, Salinidad, con literal mayúscula diferente, son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

En este estudio, la longitud y ancho de hoja no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, con respecto de la Salinidad (Figura 1ab; literales mayúsculas). Esto se debe, probablemente, a la naturaleza xerófila del *A. vera*; puede crecer y reproducirse en entornos estresados, esto relacionado con su fisiología adaptativa (Baker, 1981; Moghbeli et al., 2012).

En la Humedad Edáfica, para las tres variables reportadas en este estudio, algunas diferencias significativas aparecen en los tiempos largos, resultados similares fueron reportados por Moghbeli et al. (2012), quienes encontraron que las plantas de Aloe no pueden tolerar períodos prolongados de estrés, es decir períodos de estrés cortos son soportables, sin embargo cada vez más tiempo finalmente supera el grado de tolerancia de la planta y eventualmente se reduce el crecimiento.

Conclusiones

El estrés salino en interacción con déficit hídrico sobre el comportamiento de crecimiento del *A. vera* presenta una tendencia de lento crecimiento en etapa inicial, seguido por crecimiento rápido, para al final crecer lentamente o dejar de hacerlo, durante los tres meses de experimento. El grosor de hoja se afecta negativamente a través del tiempo con la disminución de la humedad y el incremento de la salinidad generado por NaCl. La longitud y ancho de hoja no son afectadas por los factores abióticos probados en este estudio, lo que sugiere que la planta de *A. vera*, aunque es sensible al estrés abiótico, es altamente resistente a condiciones adversas de humedad y salinidad en el suelo.

Literatura Citada

- Baker, A. J. (1981). Accumulators and excluders-strategies in the response of plants to heavy metals. *Journal of plant nutrition*, 3(1-4), 643-654.
- Calzada Rivera, A. M., & Pedroza Sandoval, A. (2005). Evaluación físico-química del gel y jugo de la hoja de sábila (a. *Barbadensis*) en diferentes prácticas de manejo. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, IV*, 93-101.
- Cerutti, M. (2015). La agriculturización del desierto: Estado, riego y agricultura en el norte de México (1925-1970). *Apuntes*, 42(77), 91-127.
- De Pauw, E., Göbel, W., & Adam, H. (2000). Agrometeorological aspects of agriculture and forestry in the arid zones. *Agricultural and Forest Meteorology*, 103(1), 43-58. doi:[https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(00\)00118-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(00)00118-0)
- García, E. (1981). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana/por Enriqueta García*. Retrieved from
- Liontakos, A., & Tzouramani, I. (2016). Economic sustainability of organic Aloe Vera farming in greece under risk and uncertainty. *Sustainability*, 8(4), 338.
- Mattas, K., Tsakiridou, E., Michailidis, A., & Karelakis, C. (2015). Sunflower: a very high value crop. *Aristotle University of Thessaloniki, School of Agriculture, Forestry and Environmental Sciences, Department of Agricultural Economics, Thessaloniki*.
- Moghbeli, E., Fathollahi, S., Salari, H., Ahmadi, G., Saliqehdar, F., Safari, A., & Hosseini Grouh, M. S. (2012). Effects of salinity stress on growth and yield of Aloe vera L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(16), 3272-3277. doi:10.5897/JMPR11.1698
- Rodríguez-Dorantes, A. M., Gracia-Castañeda, M. T., & Muñoz-Sánchez, J. L. (2003). Análisis bioquímico y fisiológico de *Fouquieria splendens* ssp. *breviflora* bajo la acción de agentes de estrés hídrico. *Polibotánica*(16), 49-62.
- Soplin, J. A., Rengifo, A. M., & Chumbe, J. (1993). Análisis de crecimiento en *Zea mays* L. y *Arachis hypogaea* L. *Folia amazónica*, 5(1-2), 171-189.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ZACATE BÚFALO *Buchloe dactyloides* (*Bouteloua dactyloides*)

Miguel Ángel Mata Espinosa^{1*}, Sigifredo Armendáriz Erives¹, Gonzalo Hernández Ibarra¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Km. 40 Ctra. Gómez Palacio - Chihuahua, Bermejillo, Durango, México C.P. 35230 *Autor de correspondencia: mata@chapingo.urruza.edu.mx

Introducción

Las gramíneas forman, sin lugar a duda, uno de los grupos vegetales más importantes desde el punto de vista económico. En la historia del ser humano las gramíneas han sido un factor fundamental en la formación y evolución de las grandes civilizaciones, pues se han usado como alimento primario. Varias de las grandes culturas sustentaron su alimentación en alguna gramínea (Dávila & Sánchez, 1996). La alimentación de los rumiantes depende mucho de los forrajes para una buena nutrición, tomando en cuenta que estos pueden variar su composición nutricional según clima y suelo de la zona donde se encuentren, así mismo dependen del manejo y mantenimiento que se les brinde. Para entender la importancia del valor nutricional de un forraje es necesario conocer los componentes del mismo y como son aprovechados por los animales que lo consumen (Guerra & Lagos, 2014). De la misma forma, el valor nutritivo de los forrajes está determinado por la presencia de altos porcentajes de sustancias nutritivas, como proteínas, vitaminas, minerales y carbohidratos que son necesarios para la salud, crecimiento y productividad de los animales, así como también por las adaptaciones biológicas que permiten su fácil y rápida reproducción vegetativa (Dávila & Sánchez, 1996). La importancia práctica de la valoración nutritiva de los alimentos es obvia en relación con la necesaria optimización de su utilización, la producción del rumiante y la eficacia económica de su aplicación; unido a la preservación del medio ambiente y al respeto a los principios de la bioética, que son cada vez más exigentes en relación con la agresión que muchos métodos de valoración nutritiva hacen a los animales que utilizan (González *et al.*, 2013). Por lo antes expuesto, es importante analizar los diferentes tipos y variedades de gramíneas que existen para determinar qué valor forrajero y de esta forma poder incluirlos en una ración integral para alimentar rumiantes.

Materiales y Métodos

Se utilizaron seis materiales de zacate búfalo, los cuales fueron utilizados como progenitores para la obtención de híbridos interploidales. Los once híbridos obtenidos mediante técnicas de mejoramiento tradicional y mediante el rescate de embriones *in vitro*, se desarrollaron en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Tanto de los progenitores como de los híbridos se tomaron tres plantas previamente enraizadas que fueron trasplantadas cada una en macetas con capacidad de 4 L (25 cm de diámetro y 30 cm de altura), lo que representa una un área de 380.13 cm³. El sustrato utilizado consistió en una mezcla de Peat Moss® y suelo en una proporción de 3:1. Las macetas fueron colocadas bajo cubierta en una malla sombra considerando tres repeticiones (macetas). Los primeros 15 días solo se aplicó riego a capacidad de campo cada tercer día o según las necesidades, posteriormente se aplicó cada semana (viernes). En ninguna de las macetas se aplicó fertilizante durante el desarrollo de las plantas. En el mes de octubre, cuando la planta inicia su estado de latencia y se ha completado su estado reproductivo, las tres repeticiones fueron utilizadas para colectar la biomasa. Se cortó toda la parte aérea de las plantas y se colocaron en bolsas de papel. Las muestras fueron secadas en una estufa de aire circulante a 60°C, una vez secas fueron molidas en un molino Thomas Willey con una malla de 2 mm de Ø. Posteriormente fueron enviadas al laboratorio Agro Lab México S.A. de C.V. para su análisis.

Resultados y Discusión

La agrupación de ecotipos del pasto búfalo con base a su composición bromatológica, se obtuvo mediante los resultados del análisis de componentes principales presentando los dos primeros componentes una variación acumulada explicada del 89.2% de similitud de los ecotipos en los contenidos nutricionales (Cuadro 1).

Se definió el primer componente como el contraste entre el contenido de materia seca y concentración de energía (metabolizable, mantenimiento, lactancia y ganancia), en oposición al contenido de fibra detergente neutro y ácido. En el segundo componente hay una diferencia más acentuada en ecotipos con un contenido alto de proteína (Figura 1).

Cuadro 1. Coeficiente de valores propios para cada nutriente de 18 ecotipos del pasto búfalo agrupado en dos componentes principales.

Nutriente	Componentes	
	Primer	Segundo
Materia Seca (%)	0.295	-0.244
Proteína Cruda (%)	-0.046	0.779
Fibra Detergente Acido (%)	-0.314	-0.371
Fibra Detergente Neutro (%)	-0.371	0.002
Energía Neta para lactancia (Mcal kg ⁻¹ MS)	0.387	0.082
Energía Neta de mantenimiento (Mcal kg ⁻¹ MS)	0.388	0.065
Energía Neta para ganancia (Mcal kg ⁻¹ MS)	0.388	0.072
Energía metabolizable (Mcal kg ⁻¹ MS)	0.389	0.053
Ceniza (%)	-0.269	0.420

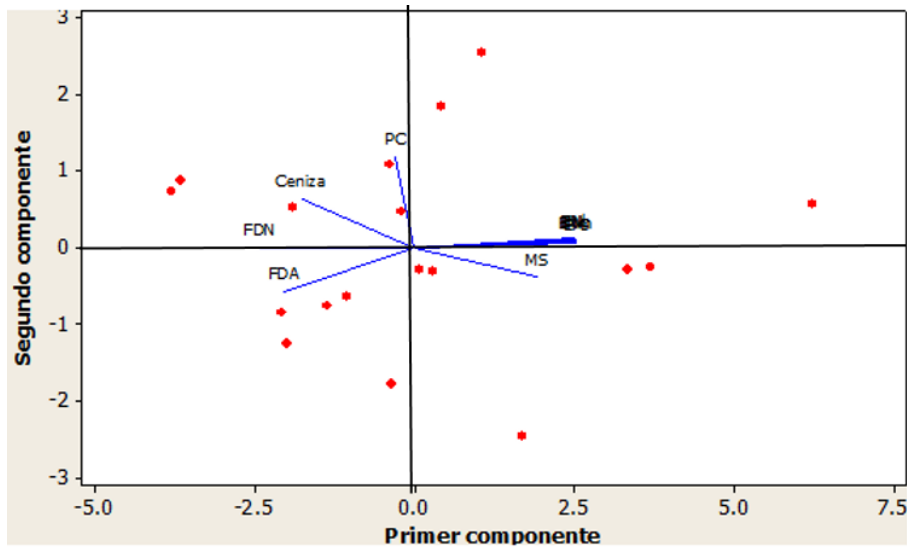


Figura 7. Dispersión de los ecotipos del pasto Búfalo con base a su semejanza bromatológica por el primer y el segundo componente principal.

Al dimensionar los grupos de ecotipos en su descripción nutricional común, con la clasificación por cluster jerárquico (dendograma) presentado en la Figura 2. Se definen mediante una distancia euclidiana de aproximadamente 6 y empleando el análisis de varianza y una prueba “t” para la diferencia nutricional entre grupos que se muestra en el Cuadro 2; se obtiene la conformación de 3 grupos de ecotipos (Figura 2) que a continuación se describe la forma de asociación dentro de cada grupo:

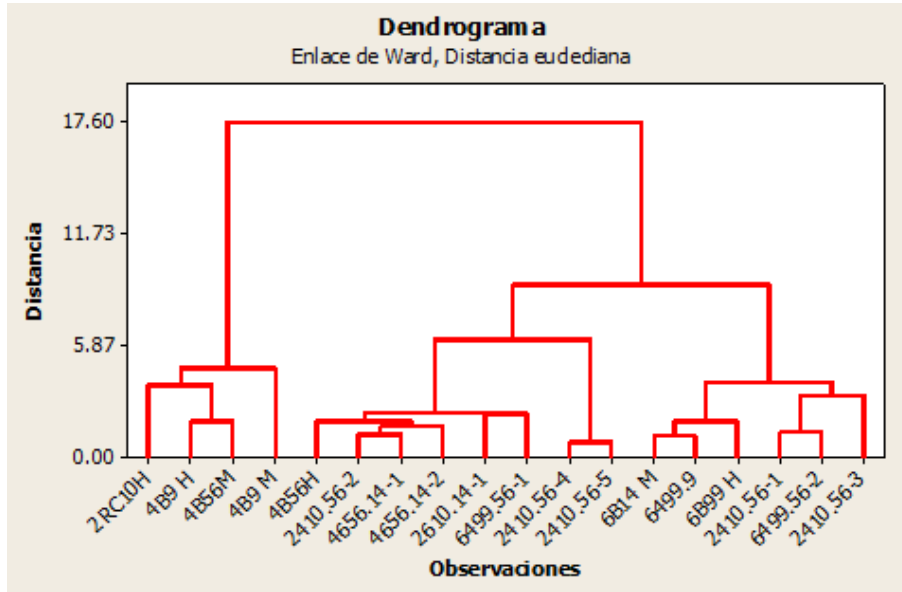


Figura 8. Agrupación jerárquica bromatológica de ecotipos del pasto búfalo con base a la distancia euclidiana, empleando el método de enlace de Ward.

Cuadro 2. Media de cuadrados mínimos \pm error estándar de la composición bromatología del pasto búfalo por grupo similar obtenido en el análisis de clúster.

	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
Nutriente*	4 Ecotipos	6 Ecotipos	8 Ecotipos
MS, %	91.21 \pm 0.46 ^a	89.77 \pm 0.28 ^b	89.44 \pm 0.29 ^b
PT, %	11.17 \pm 0.57 ^b	12.81 \pm 0.50 ^a	11.71 \pm 0.34 ^{ab}
FDA, %	37.54 \pm 1.12 ^b	38.90 \pm 0.56 ^b	40.71 \pm 0.28 ^a
FDN, %	73.24 \pm 1.21 ^c	77.18 \pm 0.50 ^b	79.81 \pm 0.50 ^a
ENl (Mcal kg ⁻¹ MS)	1.29 \pm 0.01 ^a	1.25 \pm 0.01 ^b	1.21 \pm 0.01 ^c
ENm (Mcal kg ⁻¹ MS)	1.25 \pm 0.02 ^a	1.19 \pm 0.01 ^b	1.14 \pm 0.01 ^c
ENg (Mcal kg ⁻¹ MS)	0.68 \pm 0.02 ^a	0.63 \pm 0.01 ^b	0.58 \pm 0.01 ^c
EM (Mcal kg ⁻¹ MS)	2.11 \pm 0.02 ^a	2.04 \pm 0.01 ^b	1.99 \pm 0.01 ^c
Ceniza, %	11.02 \pm 0.15 ^b	12.33 \pm 0.24 ^a	12.28 \pm 0.23 ^a

*Efectos medios con diferente letra por cada nutriente (filas) no son similares ($P \leq 0.05$).

Conclusiones

La evaluación de la composición química de los materiales genéticos estudiados del pasto Búfalo, son de suma importancia ya que se sugiere proponer a estos como una alternativa de alimentación de ganado en condiciones extensivas en el Norte de México.

Literatura Citada

- Dávila, A. P., & Sánchez, K. J. (1996). *La importancia de las gramíneas como forraje en México*. *Ciencias* (44), 32-34.
- González R., M., Resillez P., A. A. Pedraza O., R. M., Martínez S., S. J. 2013. Validación de heces ovinas con la técnica de gas *in vitro* para valorar alimentos destinados a rumiantes. *Revista Cubana de Producción Animal*. Volumen 25, Número 1.
- Guerra, A. N., & Lagos, L. J. (2014). *Análisis de la composición bromatológica de pastos y formulación de dietas para la producción de leche en el trópico*. Honduras.

AMPLIACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL COLIBRÍ CABEZA ROJA (*Calypte anna*) EN EL NORTE DE MÉXICO

Mayela Rodríguez-González^{1*}, Luis Gerardo Yáñez-Chávez¹, Gonzalo Hernández-Ibarra¹

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Ctra. Torreón-Chihuahua. CP 35230 Bermejillo, Dgo. *Autor de correspondencia: maye.rodriguez@chapingo.uruza.edu.mx

Introducción

Los colibríes son uno de los grupos de aves más numerosos y diversos del mundo. Pertenecen al orden de los Apodiformes y se agrupan en la familia Trochilidae. Esta familia se distribuye exclusivamente en el continente americano y a la fecha se han descrito alrededor de 330 especies. Son aves inconfundibles por su morfología, conducta y hábitos; y es posible encontrarlas prácticamente en todos los ecosistemas con excepción de zonas con climas muy fríos (Arizmendi y Berlanga, 2014). *Calypte anna* mide de 9.9 a 10.9 cm de largo con una envergadura de 12 cm y un rango de peso de 3 a 6 g. Se caracteriza por su plumaje iridiscente color verde bronce en la espalda, un pecho y vientre de color gris pálido y flancos verdes. Particularmente, el macho presenta una corona de color rosa magenta a rojizo, que puede parecer marrón opaco o gris según el ángulo de observación y la presencia de luz solar. Las hembras también tienen gargantas rojas iridiscentes, aunque más pequeñas y menos brillantes que las de los machos (Arizmendi y Berlanga, 2014). Es uno de los colibríes más comunes en su rango, se distribuye en el oeste de Estados Unidos, Canadá y México. Se reproduce en áreas de matorral y vegetación ribereña y en zonas urbanas y suburbanas. Inverna en el noroeste y centro de México en tierras bajas y laderas con matorral desértico (0-2,500 msnm) (Arizmendi y Berlanga, 2014). Hasta hace unos pocos años la distribución de *Calypte anna* se encontraba restringida hacia el este del continente Americano, abarcando la costa del sur de California y la costa norte de Baja California, México (Navarro-Sigüenza y Peterson, 2007). Algunos reportes han referido que su rango de distribución se encuentra hacia el norte y este de Estados Unidos, suroeste de Canadá, este de Arizona y noroeste de México específicamente en el norte de Sonora y la costa del Golfo de México durante el periodo migratorio (Zimmerman, 1973; Del Hoyo et al, 1999; Schuchmann, 1999). Específicamente, en México reside en el norte de Baja California, es migratoria invernal en el norte de Baja California Sur, norte de Sonora y norte de Chihuahua. Trabajos sobre la distribución del colibrí cabeza roja sugieren su residencia permanente potencial en los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, Guanajuato, San Luis Potosí y Tamaulipas (Navarro-Sigüenza y Peterson, 2007). Y presencia migratoria en Coahuila, Durango, Nuevo León, Zacatecas, Guanajuato y San Luis Potosí (Arizmendi y Berlanga, 2014). En el contexto de registros de la especie en el norte de México el objetivo de este trabajo fue la actualización de la distribución del colibrí cabeza roja.

Materiales y Métodos

En el presente trabajo se obtuvo un mapa de la distribución actual del colibrí cabeza roja en el norte de México. Se utilizaron datos reportados en las plataformas online Naturalista y Enciclovida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad sobre el avistamiento de esta especie, además de los mapas de distribución potencial de Navarro y Peterson (2007) y Navarro-Sigüenza et al., (2018). La información se simplificó en el sistema de información geográfica ArcMap 10.1 (ESRI, Redlands, CA, USA).

Resultados y Discusión

Los colibríes cabeza roja suelen ser residentes permanentes dentro de su área de distribución y son muy territoriales. Sin embargo, esta especie exhibe registros ocasionales fuera del área de distribución habitual. En México, se encontraba restringida en las áreas de chaparral de Baja California, en cambio su presencia y residencia se expandió a lugares como Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, San Luis Potosí, Sinaloa,

sur de Sonora y Jalisco (CONABIO, 2020) (Figura 1). Este suceso puede atribuirse al cultivo de especies vegetales no autóctonas y el uso de comederos para aves, en combinación con la tendencia natural de la especie a una extensa dispersión posnupcial o patrón de asentamiento (Clark & Russell, 2012).

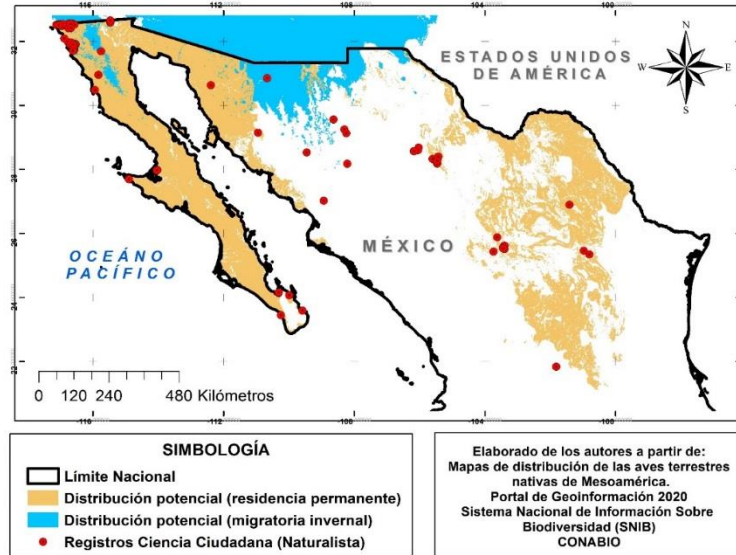


Figura 1. Distribución actual del colibrí cabeza roja (*Calypte anna*) en el norte de México.

Conclusiones

El colibrí cabeza roja tiene un rango de distribución en la parte norte del país durante todo el año y es capaz de cambiar sus estrategias comportamentales dependiendo de las condiciones en que se encuentre. Teniendo en cuenta la tolerancia de esta especie ante diferentes escenarios ecológicos y los recientes registros en el centro y norte de México, es probable que continúen surgiendo nuevos registros en ambientes diferentes a los residentes de la especie.

Literatura Citada

- Arizmendi, M.C y Berlanga H. (2014). Colibríes de México y Norteamérica, Hummingbirds of Mexico and North America. (No. 598.899 A7).
- Clark, C. J., & Russell, S. M. (2012). Anna's hummingbird (*Calypte anna*). The Birds of North America Online. Ithaca: Cornell Lab of Ornithology.
- CONABIO. 2020. Naturalista y Enciclovida. Plataformas online. Consultada el 06 de noviembre 2020, de <http://www.naturalista.mx/>
- Navarro-Sigüenza, A.G. y A.T. Peterson. (2007). *Calypte anna* (colibrí cabeza roja) residencia permanente. Distribución potencial. Proyecto ce015: 'Mapas de las aves de México basados en WWF'. CONABIO. México.
- Navarro-Sigüenza, A. G., A. Gordillo-Martínez, A. Townsend-Peterson, C. A. Ríos-Muñoz, C. R. Gutiérrez-Arellano, D. Méndez-Aranda, T. Kobelkowsky-Vidrio, L. E. Sánchez-Ramos, (2018). *Calypte anna* (capiturrín) invierno Distribución potencial. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Schuchmann, K.L. (1999). Family Trochilidae (Hummingbirds). Pp. 468-682. En del Hoyo, J., Elliott, A. y Sargatal, J. (eds.). Handbook of the Birds of the World, Vol. 5, Barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- Zimmerman, A.D. (1973). Range expansion of Anna's Hummingbird: An inquiry into the extent, chronology, and possible causes of a striking recent phenomenon in distribution. *American Birds* 27:827-835.

AVIFAUNA Y PREFERENCIA DE SITIOS DE PERCHA ALREDEDOR DE LA URUZA EN MAPIMI, DURANGO

Gonzalo Hernández-Ibarra, Luis Gerardo Yáñez-Chávez, Mayela Rodríguez-González,
Amara Sahad Jiménez-Chávez.

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua.
CP 35230 Bermejillo, Durango, México. *Autor de correspondencia: chalonza2011@gmail.com

Introducción

Los sitios de percha son árboles, arbustos, líneas de cableado eléctrico y construcciones en general, son lugares donde las aves pueden descansar ya sea en el día o la noche. En áreas donde ocurre mucha actividad humana como paso de vehículos automotrices recurrentemente, ruido excesivo, y en el peor de los casos modificación al hábitat original, son tan solo algunas de las características relevantes para un determinado estudio faunístico; especialmente para la clase aves que involucra una adaptación rápida a las nuevas condiciones reinantes en el hábitat. La clase taxonómica aves tiene relación estrecha con la vegetación específicamente con la de porte alto; en la cual desarrolla diversas actividades en el hábitat (Hernández *et al.*, 2019); algunas especies evitan visitar lugares degradados debido a la poca disponibilidad de frutos, la ausencia de sitios adecuados para descansar y la exposición a la depredación (Mc Canahan & Wolfe 1993, Graham & Page, 2012 citados por Villate y Cortes, 2018). En el presente estudio se planteó como objetivo el listar especies de aves silvestres que perchan en sitios alrededor de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó de enero de 2020 a noviembre de 2020 donde se acudió a los cuatro puntos cardinales partiendo desde un punto fijo representativo (tanque elevado en la URUZA) (Google Earth, 2018), a partir de allí se consideró 1 km hacia cada punto cardinal (N, S, E y O), se realizaron 11 transectos (uno por mes el día 15, en horario de 7 a 11 h (Mañana), 12 a 15 h (Medio) y de 17 a 19 h (Tarde)., se fotografió (Cámara Nikon P 900)., y se registró a cada ave o grupo de aves silvestre en los sitios de percha que fueron encontrados. Para la identificación de las especies de aves se utilizó la Guía de National Geographic de Dunn y Alderfer (2017); así como la plataforma de naturalista de CONABIO, 2020. Por último se consultó el documento de la NOM-059-SEMARNAT-2010, (DOI, 2010) para conocer el estatus de conservación de las especies de avifauna. Procesamiento de la información. Se elaboró una hoja de Excel para realizar el listado de especies de aves silvestres, categorizar por orientación, sitio de percha, hora de captura fotográfica, categorizar acorde a los hábitos alimenticios de cada especie y estatus de conservación; además se procedió al diseño de gráficos y tablas que permitieran la explicación, discusión y presentación de resultados.

Resultados y Discusión

Los estudios de presencia y área de actividad de aves silvestres por su naturaleza y comportamiento comúnmente consisten en captura y recaptura con auxilio de redes de niebla y algún tipo de marcaje, particularmente en el presente estudio se optó por realizar un primer listado de especies de aves silvestres., además de aspectos adjuntos a éstas., se registraron 30 especies distintas en los 11 meses del estudio, destacando la orientación sur con 22 registros, seguido por norte con 13 registros, oeste con 11 registros y por último la oeste con 6, respectivamente., para el caso de sitio de percha destaca la orientación este con 4 de los 5 diferentes sitios encontrados y la orientación oeste nuevamente fue la que presento menos con solo 2 tipos de percha. Respecto a la hora de captura fotográfica la orientación sur puntea con tres horarios contabilizados., para el caso de categoría de especie otra vez la orientación sur presenta las cuatro categorías es decir el total considerado para el presente estudio.

En estatus de conservación no es la excepción puesto que la orientación sur presento 6 de las 8 especies en alguna categoría de riesgo, sobresalen tres especies en categoría de riesgo como A= Amenazadas., las cuales son: *Falco mexicanus*, *Amphispiza bilineata* y *Colaptes auratus*; Además 10 especies del total quedo en la categoría R/D=rapaz o Depredador, reforzando la premisa de que los sitios de percha encontrados son usados por las aves como puntos de observación para incrementar su eficiencia en la cacería y por ende en la alimentación tanto de los individuos como de sus descendientes principalmente en el caso de polluelos., como se ilustra en el Cuadro 1, a continuación.

Cuadro 1. Cantidad de especies de aves silvestre, orientación, sitio y hora de percha, categoría y estatus de conservación.

Especie	Orientación	Sitio de percha	Hora de percha	Categoría de Especie	Estatus de conservación (*)
<i>Buteo jamaicensis</i>	Norte	Árbol-Casuarina	Mañana	R/D	Pr
<i>Falco mexicanus</i>	Norte	Árbol-Casuarina	Mañana	R/D	A
<i>Tyrannus verticalis</i>	Norte	Árbol-Casuarina	Mañana	P	
<i>Myarchus cinerascens</i>	Norte	Árbol-Casuarina	Mañana	P	
<i>Myarchus tuberculifer</i>	Norte	Árbol-Prosopis	Mañana	P	
<i>Molothrus ater</i>	Norte	Árbol-Casuarina	Mañana	P	
<i>Athene cunicularia</i>	Norte	Árbol-Prosopis	Mañana	R/D	Pr
<i>Zenaida asiatica</i>	Norte	Árbol-Prosopis	Mañana	P	
<i>Zenaida macroura</i>	Norte	Árbol-Prosopis	Mañana	P	
<i>Streptopelia decaocto</i>	Norte	LCE	Mañana	P	
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Norte	LCE	Mañana	P	
<i>Tyto alba</i>	Norte	Árbol-Casuarina	Mañana	R/D	
<i>Amphispiza bilineata</i>	Norte	Árbol-Prosopis	Tarde	P	A
<i>Buteo swainsoni</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	R/D	Pr
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	R/D	Pr
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Sur	LCE	Tarde	R/D	Pr
<i>Buteo regalis</i>	Sur	Árbol-Acacia	Tarde	R/D	Pr
<i>Buteo jamaicensis</i>	Sur	LCE	Tarde	R/D	Pr
<i>Dryobates scalaris</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Mañana	P	
<i>Colaptes auratus</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	P	A
<i>Falco sparverius</i>	Sur	LCE	Tarde	R/D	
<i>Zenaida asiatica</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	P	
<i>Zenaida macroura</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	P	
<i>Streptopelia decaocto</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Medio	P	
<i>Corvus corax</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Mañana	O	
<i>Corvus cryptoleucus</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	O	
<i>Cathartes aura</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	N	
<i>Tyrannus vociferans</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Mañana	P	
<i>Streptopelia decaocto</i>	Sur	LCE	Tarde	P	
<i>Molothrus ater</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Medio	P	
<i>Zenaida asiatica</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Medio	P	
<i>Molothrus ater</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Mañana	P	
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	P	
<i>Geococcyx californianus</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	R/D	
<i>Mimus polygottos</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	P	
<i>Lanius ludovicianus</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Medio	R/D	
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Medio	P	
<i>Zenaida asiatica</i>	Sur	LCE	Tarde	P	
<i>Corvus cryptoleucus</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Mañana	O	
<i>Athene cunicularia</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	R/D	Pr

<i>Falco sparverius</i>	Sur	Árbol-Prosopis	Tarde	R/D	
<i>Amphispiza bilineata</i>	Sur	Árbol-Acacia	Tarde	P	
<i>Athene cunicularia</i>	Este	Árbol-Prosopis	Tarde	R/D	Pr
<i>Zenaida asiatica</i>	Este	Árbol-Acacia	Mañana	P	
<i>Zenaida macroura</i>	Este	Árbol-Prosopis	Tarde	P	
<i>Streptopelia decaocto</i>	Este	TCM	Tarde	P	
<i>Tyto alba</i>	Este	Árbol-Casuarina	Mañana	R/D	
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Este	TCM	Mañana	P	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Este	TCM	Mañana	P	
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Este	Árbol-Prosopis	Tarde	P	
<i>Passer domesticus</i>	Este	TCM	Mañana	P	
<i>Bubulcus ibis</i>	Este	Árbol-Prosopis	Mañana	P	
<i>Cathartes aura</i>	Este	Árbol-Prosopis	Tarde	N	
<i>Zenaida asiatica</i>	Oeste	Árbol-Prosopis	Mañana	P	
<i>Geococcyx californianus</i>	Oeste	Árbol-Acacia	Mañana	R/D	
<i>Cathartes aura</i>	Oeste	Árbol-Prosopis	Mañana	N	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Oeste	Árbol-Prosopis	Mañana	P	
<i>Zenaida macroura</i>	Oeste	Árbol-Acacia	Mañana	P	
<i>Streptopelia decaocto</i>	Oeste	Árbol-Acacia	Tarde	P	

Nota: R/D= Rapaz/Depredador, P= Presa, N= Necrófaga y O= Oportunista; LCE= Línea de conducción eléctrica; TCM= Techumbre de corral de manejo. *NOM-059-SEMARNAT-2010

Conclusiones

La orientación sur es la que presento más cantidad de especies de aves silvestres en percha con 22, así como más especies con 6 en algún estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En total durante el estudio se contabilizaron 8 especies de aves silvestres en alguna categoría de riesgo, destacando tres como A= Amenazadas., *Falco mexicanus*, *Amphispiza bilineata* y *Colaptes auratus*.

Literatura Citada

- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. 2020. Lista DE comprobación de especies silvestres de Durango. Consultado el 12 de noviembre de 2020 de: https://www.naturalista.mx/check_lists/13927-Durango-Check-List?page=6
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana 059. SEMARNAT. Consultado el 13 de noviembre de 2020 de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134778/35.-NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf
- Dunn, J. L., & Alderfer, J. 2017. Field Guide to the Birds of North America. Washington, DC: Sexta edición. National Geographic.
- Google Earth. 2018. Google Maps Pro. U S Dept of State Geographer.Google. INEGI. Data SIO, NOAA, U.S. Navy. NGA.GEBCO.
- Hernández I.G., Yañez Chávez Luis Gerardo y Rodríguez González Mayela. 2019. Importancia de un sitio de percha en áreas perturbadas o con presencia frecuente del humano en Mapimí, Durango. IV Congreso Internacional y XV Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas Gómez Palacio, Durango.
- Villate S. C. A. y Córtes P. F. 2018. La percha de aves como estrategia de restauración en la microcuenca del río La Vega, Tunja, Boyacá. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 42(164):202-2011, julio-septiembre. Recuperado el 30 de septiembre de 2019 de: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.625>.

RIQUEZA DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE EN UN POTRERO DE ATASCADEROS, GUADALUPE Y CALVO, CHIHUAHUA

Eduardo Vargas Lerma^{1*}, Gonzalo Hernández-Ibarra², Amara Sahad Jiménez-Chávez³

¹ Estudiante de la Licenciatura de la URUZA-UACH. ² Profesor Investigador de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. CP 35230 Bermejillo, Durango, México. ³ Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias en Recurso Naturales y Medio Ambiente de la URUZA-UACH *Autor para correspondencia: vargaslermaeduardo@chapingo.uruza.edu.mx

Introducción

Existen regiones en la Sierra Madre Occidental con características muy particulares que hasta el momento han sido poco estudiadas, particularmente aquellas áreas con poca accesibilidad vía terrestre y con caminos de terracería, donde existen asentamientos que practican la ganadería se subsistencia, los cuales pueden llegar a tomar parte de la productividad biológica ayudando a la conservación de la vida silvestre, las cuales contribuyen a mantener el equilibrio ambiental (Botero & De La Ossa, 2011). Esta región se caracteriza por tener una gran variedad de vegetación, entre los que destaca el bosque de pino-encino, bosque de pino, bosque de encino e incluso mesófilo de montaña en baja proporción (González- Elizondo *et al.*, 2012) por lo que se le considera uno de los corredores biológicos más importantes del país donde se concentra gran cantidad de fauna endémica y nativa debido al aislamiento de las áreas antropizadas (López-Segoviano *et al.*, 2019). Es claro que en ocasiones existe conflicto entre la ganadería y la fauna silvestre por la interacción que tiene en la depredación de los animales domésticos y su facilidad de caza, por lo que la presencia de la fauna se ve asociada en ocasiones a corrales y potreros, de las cuales aún se ignora gran parte de su composición, el registro de la biodiversidad permite describir el funcionamiento del ecosistema y su relación con la estructura de comunidades asociadas a las poblaciones como la comunidad de Atascaderos. En el presente estudio se registró la diversidad de especies de fauna silvestre asociadas a un potrero de Atascaderos dentro del municipio de Guadalupe y Calvo en el estado de Chihuahua con el objetivo de crear una lista y determinar su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Materiales y Métodos

Atascaderos se localiza en el Municipio Guadalupe y Calvo del Estado de Chihuahua México y se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud: 106.812778, latitud: 25.751944, encontrándose a una mediana altura de 2280 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2010). La región está caracterizada por tres climas principales, siendo el clima templado sub húmedo (Cw) el de mayor presencia, seguido por templado semicálido (Acw) y semiseco (Bs), en esta la precipitación promedio anual en la región de bosque templado son de 650 mm, y las temperaturas medias en la zona templada van de los 16 a los 20°C (CONAFOR, 2009). Debido a la posición geográfica de la Sierra Madre Occidental se presentan condiciones específicas donde los principales tipos de vegetación en la región son los bosques templados conformado por bosques de coníferas, bosque de latifoliadas y bosque mezclado (coníferas– latifoliadas) y selva baja caducifolia lo que resulta en grandes de área de con recursos maderables, lo que ejerce una gran presión para el cambio de uso de suelo (González-Elizondo *et al.*, 2012).

Metodología. Para el presente estudio se realizaron 6 transectos a pie con una longitud de 1 km., tratando de cubrir la mayor parte del área del potrero “EL Porvenir”, el cual consta de 100 ha aproximadamente, las fechas de realización fueron del mes de abril al mes de octubre del presente año., distribuyendo 2 transectos por estación del año, es decir en primavera (2), verano (2) y otoño (2), respectivamente. La captura fotográfica se hizo utilizando guantes de carnaza para sostén de algunos individuos y con el uso de un celular Motorola G7® con cámara doble con dos sensores de 12 megapíxeles con píxeles de 1,25µm, apertura de f/1.8 y un software que completa este hardware y que ayuda a que las fotografías salgan bien gracias a la inteligencia artificial (MOTOROLA, 2019). Para la identificación de las especies de fauna silvestre se utilizó la Guía de National Geographic de Dunn y Alderfer (2017); así como la plataforma de naturalista de CONABIO, 2020., puntualmente las listas de comprobación para Durango y para Chihuahua. Por último se consultó el documento de la NOM-059-SEMARNAT-2010, (DOI, 2010) para conocer el estatus de conservación de las especies de fauna silvestre.

Resultados y Discusión

De las 28 especies de fauna silvestre fotografiadas y registradas el 39% se encuentran dentro de algún estatus para su conservación, siendo la clase taxonómica reptiles el de mayor incidencia donde sobresale *Phrynosoma orbiculare* y *Barisia levicollis*, ya que además son especies Endémicas, al igual que *Callospermophilus madrensis* de la clase mamíferos (Cuadro 1), se discute que su presencia puede retribuirse a que el área de estudio se encuentran aisladas por las meseta; la presencia de los integrantes de la familia Phrynosomatidae (lagartijas y camaleones) puede estar asociada a la cantidad y diversidad de especies de insectos presentes, mientras que el resto de los reptiles pudiera estar presente por incidencia o por la factibilidad de alimentarse de mamíferos roedores. La falta de una mayor incidencia para los demás taxones podría deberse a la ubicación de avistamiento y a las condiciones climáticas del periodo de duración del estudio. En el apartado de resultados destaca la clase Reptiles ya que de las nueve especies encontradas 5 están categorizadas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 1. Cantidad de especies de fauna silvestre fotografiada y registrada en el potrero “El Porvenir”, Atascaderos, Guadalupe y Calvo, Chihuahua.

Clase taxonómica	Nombre científico	Estatus de conservación (*)
Peces		
Matalote del bravo	<i>Catostomus plebius</i>	A
Anfibios		
Renacuajos	<i>Lithobates chiricahuensis</i>	A
Reptiles		
Culebra	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	A
Víbora de cascabel cola negra	<i>Crotalus molossus</i>	Pr
Víbora de cascabel diamantada	<i>Crotalus atrox ((adamanteus))</i>	Pr
Lagartija espinosa del pacífico	<i>Sceloporus horridus</i>	
Lagartija nortea de grieta	<i>Sceloporus poinsettii</i>	
Lagarto alicante de chihuahua	<i>Barisia levicollis</i>	Pr-E
Camaleón de montaña	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	A-E
Lagartija pinta	<i>Sceloporus slevini</i>	
Alicante	<i>Pituophis catenifer</i>	
Aves		
Aguililla rojinegra	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Pr
Mamíferos		
Coati	<i>Nasua narica</i>	
jabali	<i>Pecari tajacu</i>	
Ardillón de Sierra Madre	<i>Callospermophilus madrensis</i>	Pr-E
Rata nariz amarilla	<i>Sigmodon ochrognathus</i>	
Insectos		
Mariposa monarca	<i>Danaus plexippus</i>	Pr
Abeja	<i>Apis mellifera</i>	
Abejorro	<i>Bombus ephippiatus</i>	
Tábano	<i>Tabanus mularis</i>	
Ciempíes	<i>Scolopendra polymorpha</i>	
Oruga de mariposa monarca*	<i>Danaus plexippus*</i>	Pr
Insecto momificado	<i>Anomala delicata</i>	
Avispa negra rayada	<i>Scolia nobilitata</i>	
Escarabajo acuático	<i>Dysticus habilis</i>	
Catarina dalmata	<i>Olla v-nigrum</i>	
Gusano cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>	
Escarabajo de dos bandas	<i>Monochamus clamator</i>	

Nota: A= Especie amenazada, Pr= Especie sujeta a protección especial. E= Especie endémica; * Especie repetida, pero en diferente estadio; (()) Sugerencia de identificadores de naturalista. * NOM-059-SEMARNAT-2010

Conclusiones

La presente contribución representa una valiosa aportación, debido a la poca o escasa existencia de datos documentales de fauna silvestre en la región, al igual que identificar a tres especies (dos de reptiles y un mamífero) como especies extintas en su medio, lo que sugiere una baja perturbación del medio. La cantidad de especies insectos sugiere que existe disponibilidad de alimento verde de excelente calidad y bajo nivel de uso de insecticidas en la zona, por lo que se concluye que el área de muestreo se encuentra en buenas condiciones, apta para la convivencia de la vida silvestre y los asentamientos humanos dedicados a la agricultura y ganadería de a pequeña escala y/o traspatio.

Literatura Citada

- Botero, L., & De La Ossa, J. (2011). Fauna silvestre asociada a ganado vacuno doble propósito en sistema de silvopastoreo, Pinto, Magdalena, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 16(3), 2733-2741.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2009). Estudio Regional Forestal de Guadalupe y Calvo, Chihuahua.
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. 2020. Lista de comprobación de especies silvestres de Chihuahua. Consultado el 11 de noviembre de 2020 de: https://www.naturalista.mx/check_lists/39291-Chihuahua-Check-List?page=12
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. 2020. Lista de comprobación de especies silvestres de Durango. Consultado el 12 de noviembre de 2020 de: https://www.naturalista.mx/check_lists/13927-Durango-Check-List?page=6
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana 059. SEMARNAT. Consultado el 13 de noviembre de 2020 de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134778/35.-_NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf
- Dunn, J. L., & Alderfer, J. 2011. Field Guide to the Birds of North America. Washington, DC: Sexta edición. National Geographic.
- Google Earth. 2018. Google Maps Pro. U S Dept of State Geographer.Google. INEGI. Data SIO, NOAA, U.S. Navy. NGA.GEBCO.
- González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M., Tena-Flores, J. A., Ruacho-González, L., & López-Enríquez, I. L. (2012). Vegetación de la sierra madre occidental, México: Una síntesis. *Acta botánica mexicana*, (100), 351-403.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Censo de población y vivienda. Guadalupe y Calvo, Chihuahua. Recuperado el 04 de noviembre de 2020 de: <https://www.inegi.org.mx/servicios/datosabiertos.html#>
- López-Segoviano, G., Díaz-Verduzco, L., Arenas-Navarro, M., & Arizmendi, M. (2019). Diversidad estacional de aves en una región prioritaria para la conservación en el centro oeste de la Sierra Madre Occidental. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90, 1-16.
- MOTOROLA. 2019. Todas las funciones y modos de la cámara del teléfono celular Moto G7. Consultado el 04 de noviembre de 2020 de: <https://blogmotorola.com/telefonos/camara-moto-g7>

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO ANUAL DEL MEZQUITE EN POBLACIONES NATIVAS DE LA COMARCA LAGUNERA

Vicenta Constante García¹, Jesús Vázquez Arroyo², Erika Nava Reyna¹ y Sandra Patricia Maciel Torres³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CENID-RASPA. Canal Sacramento Km. 6.5, Gómez Palacio, Durango. ²Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” - Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez Km. 2, Col. Valle Verde, Torreón, Coahuila, México. C.P. 27059 ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental General Terán, Km 31 Carretera Montemorelos – China Exhacienda las Anucas, C.P. 67400.

*Autor de correspondencia: constante.garcia@inifap.gob.mx

Introducción

Las zonas áridas de México representan más del 40% del territorio nacional. Dentro de estas áreas el tipo de vegetación predominante es el matorral en donde la especie leñosa característica es el mezquite (*Prosopis spp.*) (Gonzalez-Medrano, 2012; Palacios, 2006). El 89 % de este tipo de vegetación pertenecen a remanentes de poblaciones naturales (Semarnat, 2008) fuertemente impactadas por la expansión de la frontera agrícola, el aprovechamiento de carbón y una gran gama de productos aprovechables (Guzman-Lucio, 2009). A pesar de esto, el mezquite carece en general de planes de aprovechamiento en la mayoría de las áreas de explotación. Lo anterior se debe en gran medida a la falta de conocimiento y asesoramiento técnico, además, esto también es atañido a la complicada estructura de su crecimiento (Ríos-Saucedo *et al.*, 2011). No obstante, los crecimientos anuales de cualquier especie arbórea son de gran utilidad para su aprovechamiento, tomando en cuenta que la edad es uno de los principales requisitos para obtener un plan de manejo, dado que este se basa en definir la edad en la que una especie arbórea alcanza su máximo rendimiento, dato importante en la planificación de los ciclos de corta y establecimiento de turnos (CONAFOR, 2015). Bajo este contexto, el presente trabajo tiene el objetivo de aportar información acerca de la edad y la estimación de las tasas de crecimiento anual en poblaciones de mezquite nativo.

Materiales y Métodos

El presente trabajo utilizó 8 individuos de un total de 25 árboles muestreados. Para ello se realizaron colectas de secciones transversales o rodajas de mezquite en una localidad perteneciente al municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, específicamente en las coordenadas 25°40'56.9"N y 102°54'55.4"W. La obtención de muestras se realizó sobre el arbolado previamente derribado con fines de aprovechamiento. El muestreo consistió en obtener rodajas de los diámetros más representativos de la estructura diamétrica presente en el sitio. La preparación de las secciones se llevó a cabo siguiendo los procedimientos típicos de muestras para el análisis de anillos de árboles (Villanueva-Díaz *et al.*, 2009; Natalini y Alejano, 2017). La definición de los crecimientos anuales se realizó tomando en cuenta las características anatómicas descritas para la especie *Prosopis leavigata* (Carrillo *et al.*, 2008). La medición de los crecimientos se realizó empujando el programa ImageJ (National Institute of Health). Finalmente se calculó el incremento diamétrico anual y el diámetro anual acumulado de cada individuo, así como un promedio de los individuos involucrados (López *et al.*, 2011).

Resultados y Discusión

En el presente estudio se encontraron árboles con diámetros pequeños cuyas edades fueron cercanas a individuos de diámetros mayores. Lo anterior indica que los diámetros de los mezquites no son necesariamente un indicativo de la edad. Los resultados preliminares muestran un arbolado con diámetros que van de 7.2 a 24.7 cm y edades de 18 a 22 años. Estos resultados concuerdan con el intervalo de diámetros de 5 hasta 30 cm reportado por diferentes autores para el género *Prosopis* (Návar *et al.*, 2004; Rodríguez-Sauceda *et al.*, 2014; Guzman-Lucio, 2009). Por otra parte, dentro del presente estudio el análisis de los crecimientos del mezquite ostentó un incremento diamétrico anual promedio de 5.96 mm (Figura 1a) presentando el mayor valor (10.31) a una edad de 6 años. Estos valores concuerdan con los reportados para el género *Prosopis* con cifras de 5.7 y 9.3 mm de crecimiento anual (Giménez *et al.*, 2003, 2009), así como los obtenidos para el centro-norte del país con cifras de 5.3, 6.0 y 10 mm (Villanueva-Díaz y Hernández-Reyna, 2004). No obstante, valores bajos a los obtenidos en el presente trabajo son los reportado

por Cenizales (2016), quien obtiene en *P. glandulosa* un incremento diamétrico anual de 3.4 mm mostrando un máximo (6.49 mm) incremento a la edad de 39 años, así como un valor de 4.20 mm con un máximo incremento (5.93 mm) a la edad de 9 años para la especie *P. laevigata*. Respecto al diámetro anual acumulado el estudio realizado arrojó cifras de 91.34 cm (Figura 1b) relativamente cercano a las obtenidas por Canizales (2016) con un valor de 159 mm y significativamente menor a las cifras obtenidas en otras especies de *Prosopis* (200 mm) (Alvarez *et al.*, 2015; Villagra *et al.*, 2005).

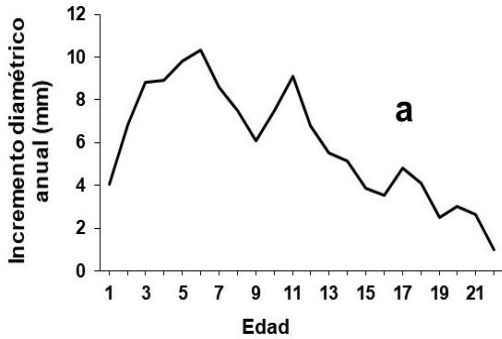


Figura 1a. Incremento diamétrico anual promedio

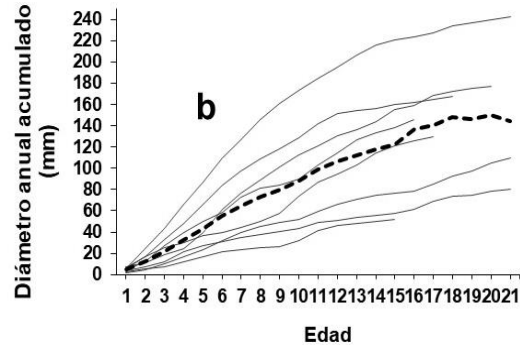


Figura 1b. Las líneas grises representan las series individuales y la línea negra punteada el promedio de las series

Conclusión

Los resultados indican que el mezquital analizado presenta un incremento mayor en los primeros años de vida, aproximadamente entre los 6 y 11 años, posterior a esta edad los árboles tienden a disminuir su crecimiento. Los resultados expuestos podrían aportar en la determinación de la edad de aprovechamiento del mezquite en la región. Sin embargo, el número de muestras utilizada es considerablemente bajo, por lo que se recomienda realizar análisis similares con un mayor número de individuos. Por otra parte, la particularidad de encontrar en diámetros grandes y chicos prácticamente la misma edad, permite recomendar la no adjudicación de la edad a los diámetros de los mezquites, y en su lugar acudir a un análisis de sus crecimientos para determinar su edad.

Literatura Citada

- Alvarez, J. A., Villagra, P. E., Cesca, E. M., Rojas, F., & Delgado, S. (2015). Structure, distribution and conservation status of the *Prosopis flexuosa* woodlands in the bolsón de fiambalá (Catamarca). *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*, 50(2), 193–208. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v50.n2.11663>
- Canizales-Velázquez P.A., 2016. Análisis de la Estructura Forestal de Comunidades Semiáridas en el Noreste De México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León México. 104p.
- Carrillo, A., Mayer, I., Koch, G., & Hapla, F. (2008). Wood anatomical characteristics and chemical composition of *Prosopis laevigata* grown in the northeast of Mexico. *LAWA Journal*, 29(1), 25–34. <https://doi.org/10.1163/22941932-90000167>
- CONAFOR, 2015. (2015). *Manual para la elaboración de programas de manejo forestal maderable en clima templado frío*. Comisión Nacional Forestal, 134. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/314226/Manual_para_la_Elaboracion_de_PMFPM.pdf
- Giménez, A. M., Aristides-Ríos, N., & Graciela-Mogliá, J. (2003). Crecimiento de *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron (Algarrobo negro) en Santiago del Estero, Argentina. *Foresta Veracruzana* 5(2):17-22., 5(2), 17–22. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49750203>
- Giménez, A. M., Ríos, N., Hernández, P., & Moglia, G. . (2009). Influencia de la edad en el crecimiento de vinal (*Prosopis ruscifolia* Burkart.), en la Provincia de Santiago del Estero, Argentina. *Madera y Bosques*, 15(2), 45–57.
- González-Medrano, F. (2012). Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. In *Las zonas áridas y semiáridas de México*.
- Guzmán-Lucio, M.A. 2009. Distribución, sistemática, y algunos aspectos ecológicos del mezquite *Prosopis spp.* (L.) en el estado de Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. San Nicolás de los Garza, Nuevo León. Tesis doctoral. 219 pp

- López, L., Villalba, R., & Peña-Claros. (2011). Los anillos de crecimiento de *Centrolobium microchaete* (Fabaceae, Papilionoideae), una herramienta para evaluar el manejo forestal de los bosques secos tropicales del Cerrado boliviano. *Ecología En Bolivia*, 46(2), 77–94. <http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v46n2/a02.pdf>
- Natalini, F., & Alejano, R. (2017). *Técnicas y herramientas para la preparación de muestras extraídas de árboles para el análisis dendrocronológico*. April 2018.
- National Institute of Health, B. (n.d.). *ImageJ*. [64-Bit] Java 1.8.0_112. USA. Retrieved August 1, 2020, from <https://imagej.nih.gov/ij/index.html>
- Návar, J., Méndez, E., Nájera, A., Graciano, J., Dale, V., & Parresol, B. (2004). Biomass equations for shrub species of Tamaulipan thornscrub of North-eastern Mexico. *Journal of Arid Environments*, 59(4), 657–674. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.02.010>
- Palacios, a. (2006). Los Mezquites Mexicanos : Biodiversidad y Distribución Geográfica. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 41(1–2), 99–121.
- Ríos-Saucedo, J. C., Trucíos-Caciano, R., Núñez-Valenzuela, L. M., Sosa-Pérez, G., & Rosales-Serna, R. (2011). *Importancia de las poblaciones de mezquite en el norte-centro de México*. https://www.researchgate.net/profile/Julio_Rios_Saucedo/publication/304749878_Importancia_de_las_poblaciones_de_mezquite_en_el_norte-centro_de_Mexico/links/5779af0508ae4645d611f27c/Importancia-de-las-poblaciones-de-mezquite-en-el-norte-centro-de-Mexico.pdf
- Rodríguez-Sauceda, E. N., Rojo-Martínez, G. E., Ramírez-Valverde, B., Martínez-Ruiz, R., Cong-Hermida, M. de la C., Medina-Torres, S. M., & Piña Ruiz, H. H. (2014). Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México. *Ra Ximhai*, 173–194. <https://doi.org/10.35197/rx.10.01.e.2014.13.er>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2008. Información de la situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. México. Ed 2008. 380p.
- Villagra, P. E., Villalba, R., & Boninsegna, J. A. (2005). Structure and growth rate of *Prosopis flexuosa* woodlands in two contrasting environments of the central Monte desert. *Journal of Arid Environments*, 60(2), 187–199. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.03.016>
- Villanueva-Díaz, J., Cerano-Paredes, J., Constante-García, V., Montes-González, L. E., & Vázquez-Selem, L. (2009). *Muestreo Dendrocronológico: colecta, preparación y procesamiento de núcleos de crecimiento y secciones transversales*. CENID-RASPA. INIFAP. ISBN:978-607-425-141-8. 49 pag.
- Villanueva-Díaz, J., & Hernández-Reyna, A. (2004). Villanueva-Díaz, J., A. Hernández R. 2004. Estructura y crecimiento anual de.pdf. *Ciencia Forestal En México*, 29(96), 7–27.

DIVERSIDAD DE ESPECIES DE POACEAS EN UN EJIDO AL SURESTE DE DURANGO

Gonzalo Hernández-Ibarra^{1*}, José Manuel Cisneros-Vázquez¹, Luis Gerardo Yáñez-Chávez³,
Mayela Rodríguez-González².

¹ Profesor Investigador de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. Km. 40 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua. CP 35230 Bermejillo, Durango, México. ² Estudiante del Programa Doctorado en Ciencias en Recurso Naturales y Medio Ambiente de la URUZA-UACH. ³ Egresado del Programa Doctorado en Ciencias en Recurso Naturales y Medio Ambiente de la URUZA-UACH. *Autor para correspondencia: chalonza2011@gmail.com

Introducción

Las gramíneas ocupan el primer lugar en diseminación en todo el mundo. Son fundamentales como fuente de alimentos y sustento del hombre, y como fuente de alimento para los animales domésticos y silvestres. También mejoran y conservan los suelos, a los que se le adicionan materia orgánica (20 ton/raíces/ha). Son plantas que coadyuvan a la infiltración vertical de agua, lo que incrementa su cosecha; son reconstituyentes del suelo y mejoran su estructura, con lo que ayudan a su conservación. Por otro lado, también se utilizan como ornamentales, aunque algunas pueden ser tóxicas, medicinales o aprovecharse en la industria (Cantú *et al.*, 2010). Actualmente, la condición del pastizal es pobre en la mayor parte del desierto chihuahuense; esto se debe principalmente a que el beneficio del posible cuidado del pastizal no llega a los propietarios del terreno de pastoreo. Esta situación ha generado una explotación excesiva del pastizal, afectando marcadamente su condición, dado que a nadie le interesa cuidar para que otros se beneficien, lo que aniquila las iniciativas individuales de mejoramiento del pastizal y elimina el trabajo diario como herramienta principal de manejo sustentable del recurso, tradicional entre nuestros productores agrícolas. La integración de prácticas de manejo y mejoramiento de la condición de los pastizales debe basarse en el logro de beneficios directos a los propietarios del mismo y no a los propietarios de los semovientes, como ocurre hasta ahora (McIlroy, 1980). Los agostaderos de las zonas semiáridas del desierto Chihuahuense del norte de México, se caracterizan por su comportamiento en cuanto a su producción forrajera y calidad de la misma, las cuales dependen de la época del año, el aporte de nutrientes de la dieta seleccionada por rumiantes en pastoreo extensivo es afectado por el estado fenológico de las plantas consumidas ya que la etapa de crecimiento de los pastizales depende de la temporada de lluvias la cual se presenta durante el verano, dicha etapa generalmente tiene una duración de 90 a 120 días, periodo en el ganado dispone de forrajes en cantidad y calidad, posterior a ello se presenta una reducción en el aporte de nutrientes de la dieta a causa del avance en la madurez y posterior dormancia del pastizal (Villalobos *et al.*, 2000; Murillo *et al.*, 2013 citados por Reyes *et al.*, 2016). En el presente estudio se planteó como objetivo identificar las especies de Poaceas dentro del polígono de un ejido al sureste de Durango.

Materiales y Métodos

Ubicación del Área de estudio. El municipio limita al norte con el municipio de Guadalupe Victoria y Cuencamé, al sur con Vicente Guerrero, al oeste con los municipios de Nombre de Dios y Durango; y al este colinda con el estado de Zacatecas. 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 m (INAFED, 2010).

Clima. El clima predominante en la región de estudio es templado subhúmedo con lluvias en verano (BS1k); frío en invierno, registrándose temperaturas promedio anuales de 25.9° C., la precipitación pluvial es de 496 mm promedio anuales con una evaporación de 213 mm promedio anual, el periodo de incidencia de heladas abarca los meses de noviembre hasta marzo (INAFED, 2010). **Agricultura.** Los cultivos principales en el valle de Poanas son: frijol, maíz, avena forrajera y de grano, chile, alfalfa, trigo y frutales como durazno, membrillo, ciruelo, sembrados bajo condiciones de riego y con buen nivel de paquete tecnológico. El grado de comercialización es del 80% de venta en el mercado estatal y nacional y el restante 20% se comercializa en el lugar de producción como autoconsumo (INAFED, 2010). El Ejido de estudio tiene un área total de 4 124 ha.

Metodología. El presente estudio se realizó de julio de 2018 a octubre de 2020 en el Ejido El Refugio Poanas, Durango. Consistió en la realización de 6 visitas al área del proyecto para recabar información en campo; además de haber contactado integrantes de la Mesa Directiva del Comisariado Ejidal. Se recorrieron caminos principales, secundarios, potreros y áreas de cultivo en los que se realizaron 6 transectos capturando mediante fotografía digital con una cámara fotográfica modelo Coolpix P900 de marca Nikon a cada ejemplar de Poaceas con características distintivas diferentes unos de otros y posteriormente se efectuó la identificación respectiva.

Identificación de individuos. Se realizó utilizando la información y figuras que están contenidas en las Guías para la identificación de Poáceas y sitios de internet siguientes: Rodríguez- Castañeda (2000), Herrera-Arrieta (2001), Herrera *et al.*, (2010) y la plataforma online de Naturalista de la CONABIO (2020).

Análisis de Datos. La información se sistematizó por familia, género y especie. Se utilizó el programa Excel de la paquetería Microsoft© para ordenar especies encontradas, categorizarlas y graficarlas.

Resultados y Discusión

Al abordar la importancia de la diversidad de especies de Poáceas debemos de considerar siempre las características agroclimatológicas y de uso histórico de un área determinada. En el presente estudio se categorizo en 4 diferentes grupos a las especies encontradas en las distintas áreas que conforman el polígono de ejido de estudio; se contabilizaron 60 especies totales y el criterio para la conformación de las categorías fue de acuerdo a la ubicación de la especie, características botánicas, ecológicas y de uso por el ganado. En el Cuadro 1, se denotan las diversas categorías de uso de suelo que conforman el área de estudio, sumando en total 4,424 ha.

Cuadro 1. División en categorías de las áreas que conforman al ejido El Refugio.

Categoría de Tierras	Superficie (ha)
Tierras parceladas	2,910
-Hectáreas de riego	596
a) Hectáreas (con agua de pozo)	360
b) Hectáreas (con agua de presa)	236
Uso común	1,514
Área total del predio	4,424

*Adaptado de Hernández y Mata, 2017.

La cantidad de especies se muestra en la Figura 1, destacando la categoría de especies de media y alta preferencia (EMAP) con 28, seguido por especies en áreas de cultivo (EAC) con 21 como categorías dominantes.

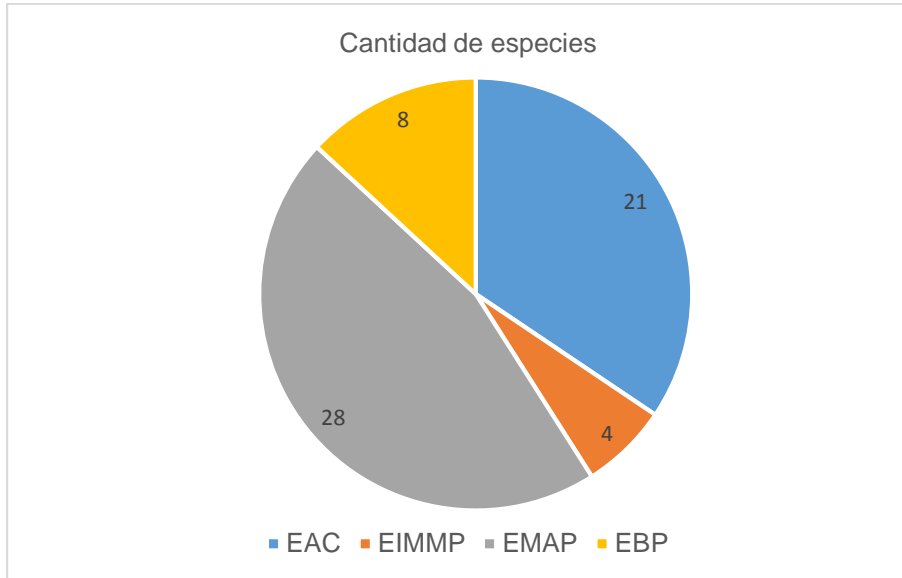


Figura 1. Cantidad de especies por categoría (EAC=Especies en Áreas de cultivos, IMMP= Especies indicadoras de mal manejo del pastizal, EMAP=Especies de media y alta preferencia, EBP=Especies de baja preferencia).

En el Cuadro 2, se manifiesta que la categoría de especies indicadoras de mal manejo del pastizal son 4 *Aristida adscensionis*, *Dacyochloa pulchella*, *Tragus berteronianus* y *Pennisetum villosum*, normalmente encontradas en lugares donde hay pedregosidad y existe intensidad en el uso del suelo como orilla de caminos y áreas de sacrificio o de demasiado pisoteo por el ganado en los potreros. Hernández y Mata en 2017 realizaron un estudio agroforestal en el predio de estudio, en el cual mencionan que éste se divide en 11 áreas acorde al uso de suelo, destacando los cinco potreros para agostadero combinados con áreas de cultivo de temporal previo al verano. Además, estos autores también dicen que la razón en que se fundamenta el manejo ganadero es porque durante el año se considera el aprovechamiento secuencial de todas las áreas que componen al Ejido El Refugio, básicamente se crían especies como: Bovinos productores de carne (base criolla y cruza con razas Charolais, Angus, Simmental, Limousin y Brahman).

Cuadro 2. Nombres científicos de las especies de Poáceas y por cada una de las cuatro categorías de uso y ubicación.

EAC	EIMMP	EMAP	EBP
<i>Avena sativa</i>	<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Aegopogon senchroides</i>	<i>Melinis repens</i>
<i>Bromus catharticus</i>	<i>Dacyochloa pulchella</i>	<i>Bouteloua aristroides</i>	<i>Aristida divaricata</i>
<i>Cenchrus incertus</i>	<i>Tragus berteronianus</i>	<i>Bouteloua chondrosioides</i>	<i>Bothriochloa barbinodis</i>
<i>Cenchrus myosuroides</i>	<i>Pennisetum villosum</i>	<i>Bouteloua curtipendula</i>	<i>Chloris submutica</i>
<i>Chloris gayana</i>		<i>Bouteloua gracilis</i>	<i>Digitaria cognata</i>
<i>Chloris virgata</i>		<i>Bouteloua hirsuta</i>	<i>Heteropogon contortus</i>
<i>Cynodon dactylon</i>		<i>Bouteloua simplex</i>	<i>Pennisetum ciliare</i>
<i>Cynodon pleustachyus</i>		<i>Digitaria californica</i>	<i>Sporobolus wrightii</i>
<i>Cenchrus spiniflex</i>		<i>Digitaria ternata</i>	
<i>Eragrostis cilianensis</i>		<i>Echinochloa colonum</i>	
<i>Eragrostis curvula</i>		<i>Eleusine indica</i>	
<i>Eragrostis intermedia</i>		<i>Enneapogon desvauxii</i>	
<i>Eragrostis mexicana</i>		<i>Leptochloa dubia</i>	
<i>Hopia obtusa</i>		<i>Lycurus pleoides</i>	
<i>Hordeum vulgare</i>		<i>Microchloa kunthii</i>	
<i>Paspalum conjugatum</i>		<i>Muhlenbergia californica</i>	
<i>Paspalum libidium</i>		<i>Muhlenbergia microsperma</i>	

<i>Paspalum notatum</i>	<i>Muhlenbergia repens</i>
<i>Sorghum halepense</i>	<i>Muhlenbergia polycaulis</i>
<i>Sorghum vulgare</i>	<i>Muhlenbergia porteri</i>
<i>Triticum aestivum</i>	<i>Setaria geniculata</i>
	<i>Setaria grisebachii</i>
	<i>Setaria macrostachya</i>
	<i>Setaria parviflora</i>
	<i>Setaria verticillata</i>
	<i>Sporobolus indicus</i>
	<i>Sporobolus pyramidatus</i>
	<i>Stipa tenuissima</i>

Nota: EAC=Especies en Áreas de cultivos, EIMMP=Especies indicadoras de mal manejo del pastizal, EMAP=Especies de media y alta preferencia, EBP=Especies de baja preferencia.

Conclusiones

La cantidad de Poaceas encontradas dentro del polígono del Ejido El Refugio, Poanas, Durango., fue de 61 especies totales. En general la categoría de especies de media y alta preferencia (28), dominan en cantidad, respecto al total, posiblemente debido a la rotación de potreros a lo largo del año.

La categoría de especies indicadoras de mal manejo del pastizal son 4 *Aristida adscensionis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Tragus berteronianus* y *Pennisetum villosum*, normalmente encontradas en lugares donde hay pedregosidad y existe intensidad en el uso del suelo.

Es deseable que se conjuguen los resultados aquí presentados con la georreferenciación del punto de captura fotográfica para elaborar un mapa que reforcé la información, así como ratificar la identificación de los individuos con auxilio de expertos y personal de herbarios de la región.

Literatura Citada

- Cantú B., J. E., Valdés, R. y T. R. Galo Medina. 2010. Gramíneas del norte de México. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Coahuila, México.
- Hernández I. G., y Mata E. M. A. 2017. Descripción agroforestal en un ejido del sureste de Durango, México. XI Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Unidos e integrados por un desarrollo próspero y sostenible) III Coloquio de manejo sostenible de tierras. La Habana, Cuba.p.1-12.
- Herrera; A. Y. 2001. Las Gramíneas de Durango. Instituto Politécnico Nacional - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Durango, México.
- Herrera A. Y., y Pámanes G. D. S. 2010. Guía de Pastos de Zacatecas. Primera Edición. Instituto Politécnico Nacional CIIDIR IPN Unidad Durango. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Impreso en México.
- INAFED, 2010. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Consultado el 22 de agosto de 2020 de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM10durango/municipios/10022a.html>
- Mcilroy R. J.1980. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Editorial Luminosa. México.
- Naturalista, 2020. Ciencia Ciudadana para Todos. CONABIO. Consultado el 14 de octubre de 2020 de: www.naturalista.mx
- Reyes O., Murillo M., Herrera E., Carrete F.O., Gurrola J. N., Sánchez J.F. 2016. Consumo y valor nutricional de la dieta seleccionada por ganado bovino en agostadero en el norte de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Memorias del VII Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Mesa de trabajo: Nutrición de rumiantes. Guadalajara Jalisco, México. Pág. 35-39.
- Rodríguez; C. B. 2000. Gramíneas (Características y claves). Universidad Autónoma Chapingo. Primera Edición. Impreso en México. 214 p.

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Psathyrella* sp. HONGO SAPROBIO ASOCIADO A NOGAL PECANERO [*Carya illinoensis*.(Wangenh) K. Koch]

Judith A. Sánchez – Ledesma¹, Jesús G. Arreola – Ávila*¹, Verónica Ávila – Rodríguez²,
Violeta Carrasco – Hernández³.

¹ Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Domicilio conocido Bermejillo, Durango. C.P.35230 ² Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Dgo. Méx. C.P.35010. ³ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México- Texcoco. Montecillo. Estado de México. C. P. 56230.

*Autor de correspondencia: arreolavila@gmail.com

Introducción

Los hongos del suelo en su mayoría son saprobios, esto es que obtienen sus nutrimentos de materiales orgánicos inertes como animales y restos vegetales (Heredia, 2008). Junto con la macrofauna demás de las bacterias, estos hongos participan en la descomposición de materia orgánica (Silva, 2010). Este proceso promueve el reciclaje de elementos esenciales para el crecimiento de las plantas por la liberación de moléculas al suelo que serán absorbidas por las raíces e incorporadas al metabolismo vegetal, no obstante, aporta cantidades importantes de CO₂ a la atmosfera y elimina los desechos de los ecosistemas (Heredia, 2008).

Materiales y Métodos

Área de estudio. Se realizó en una huerta de *Carya illinoensis* de la comarca lagunera, situada en Viesca municipio de Matamoros Coahuila, cuyas coordenadas geográficas son 2.5°25' N, 108°18' W, con una elevación de 1200 metros sobre el nivel del mar. Los datos morfológicos se obtuvieron mediante los métodos de Gilkey (1916, 1939), Castellano *et al.* (1989) y Pegler *et al.* (1993). Los caracteres examinados incluyeron el tamaño del ascoma (cuerpo fructífero), a textura y el color de la superficie, la estructura peridial: longitud y ancho de esporas (excluyendo ornamentación), relación longitud/ ancho (Q), forma, grosor de pared, número de mallas reticulares, altura de mallas, color y tamaño de asca, forma grosor de pared y numero de espóra/asca. Las secciones que fueron cortadas a mano se montaron en KOH al 5% y reactivo de Melzer para microscopía óptica. Se realizaron mediciones de diferentes esporas de *Psathyrella* sp. en KOH para realizar comparaciones con datos en agua y donde no mostro efecto en KOH (J. Trappe), con datos que no fueron publicados. Las estructuras microscópicas se midieron y fotografiaron bajo un microscopio óptico y un estereoscopio óptico.

Resultados y Discusión

Descripción macroscópica. Píleo de 3 a 8 cm de diámetro, hemisférico luego convexo, cutícula higroscópica, arrugada de color beige a café (figura 1), cuando se seca se torna color apagado, velo general abundante hacia el margen, a modo de fibrillas beige. Láminas adherentes un poco separadas, con laminillas primero café claro, después marrones al final negruzcas, con la arista beige. Esporada de color púrpura violeta. Estípites de 4-8 x 0,5- 1 cm delgado, cilíndrico, engrosado en la base, superficie fibrosa, decorada con restos del velo general, regularmente forman un pseudoanillo que desaparece con el desarrollo de los basidios de color blanco. Carne muy escasa y frágil, blanquecina a crema poco olor y con poco valor apreciable.

Descripción microscópica. Basidiósporas de 7-8 x 4-5 µm 6-8 x 4-6 µm, lisas de color violeta a púrpura, rojizo en agua y marrón en KOH, elipsoides, subovoides, en ocasiones subtruncocónicas ligeramente elipsoide en visión lateral, un muy pequeño poro germinativo, basidios hialinos de 20-30 x 10-14 µm. Arista laminar estéril, abundantes queilocistidios de pared delgada, fusiforme en ocasiones mucronados de 30-70 x 10 -15 µm, de un aspecto oleoso en la zona central. Pileipellis himeniforme, con 2-3 capas de células globosas, subglobosas o piriformes. Pleurocistidios de 35-70 x 10 -15 µm.

Comentarios. Se trata de un taxón frecuente en distintas épocas del año en huertas de nogal pecanero, esta especie crece en forma gregaria o fasciculada, además crece de manera abundante en ecosistemas de selva, y en coníferas. Se pueden encontrar sobre el mantillo de las hojas o restos de madera descompuesta alrededor del árbol.



Figura 1. a) Cuerpo fructífero *Psathyrella* sp. b) laminillas de *Psathyrella* sp. c) basidiosporas barra de escala 1 cm.

Conclusiones

Entre la micobiota edáfica se encuentran especies saprobias, la actividad de ellas tiene importantes consecuencias en el funcionamiento, estructura y equilibrio de los ecosistemas contribuyendo a degradar la materia muerta, interviniendo en la mineralización de los restos vegetales para que puedan posteriormente formar parte del humus.

Literatura Citada

- Gilkey, H. M. (1916). *A revision of the Tuberales of California* (Vol. 6). University of California Press.
- Heredia Abarca, G., Arias Mota, R. M., & Gallina, S. (2008). Hongos saprobios y endomicorizógenos en suelos. *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: diversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología AC (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México*, 193-213.
- Pegler, D. N., Spooner, B. M., & Young, T. W. (1993). *British truffles: a revision of british hypogeous fungi*. Kew Royal Botanic Gardens.
- Silva, R., Fritz, C., Cubillos, J., & Díaz, M. (2010). Manual para la producción de hongos comestibles (Shiitake). *Santiago, Chile: Proyecto CONAMA-FPA*.

RESPUESTA DE TRES VARIEDADES DE NOPAL (*Opuntia* spp.) EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CLADODIO A DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD EN EL SUELO

Roberto Bacarrillo-López¹, Aurelio Pedroza-Sandoval^{2*}

¹ Estudiante de Doctorado en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, UACh., ² Profesor-Investigador de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, UACh. Km. 38.5 Carr. Gómez Palacio-Cd. Juárez. 35230, Bermejillo, Durango. *Autor para correspondencia: apedroza@chapingo.uruza.edu.mx

Introducción

El agua como recurso natural renovable, fundamental para la vida humana y para los procesos de producción, ante la contaminación y la sobre explotación por encima de su capacidad de recarga, se convierte en un recurso escaso. Es entonces que el valor del agua se vuelve mayor cuando, como factor de producción, influye en la seguridad alimentaria y la seguridad hídrica, a la vez que se convierte en el principal medio por el cual se manifiestan los impactos del cambio climático (FAO, 2013). En la Comarca Lagunera que comprende parte de los estados de Coahuila y Durango, se ubica la principal cuenca lechera del país; se estima una explotación de ganado vacuno de 483, 397 cabezas, con una demanda diaria de 3 732 t de materia seca (SIAP, 2019). Los factores que reducen la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios son: la limitación y alto costo del agua de riego, la degradación de suelos debido a problemas de salinidad y la poca diversidad de cultivos (Montemayor *et al.*, 2018), para satisfacer estas necesidades se siembran los cultivos de alfalfa (*Medicago sativa* L.), maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum vulgare* H.), los cuales se establecen en el ciclo de primavera-verano y avena (*Avena sativa*), mezclas de trébol (*Trifolium pratense* L.) y triticale (*X. Triticosecale Wittmack*) como forrajes de invierno. El nopal es una cactácea, idónea para desarrollarse en ambientes marginales como las zonas áridas y semiáridas, ya que crece y se desarrolla bien en medios con temperaturas extremas y presencia de lluvias erráticas (Torres-Ponce *et al.*, 2015). Durante los periodos de sequía, el arbusto con y sin espinas de *Opuntia* juega un papel importante en el suministro de nutrientes para la cría de animales bovinos, ovinos, caprinos y fauna silvestre (Feugang, Konarski, Zou, Stintzing, & Zou, 2006). El objetivo del presente estudio fue evaluar diferentes materiales genéticos de nopal desde el punto de vista de su crecimiento y desarrollo en la producción de nopal para forraje, ante condiciones de estrés hídrico.

Materiales y Métodos

El ensayo se estableció en el ciclo otoño - verano del 2019 - 2020, en el campo experimental de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, la cual se encuentra ubicada en Bermejillo, Durango, México. Presenta un suelo con textura franco-arcilloso y una densidad aparente de 1.35 g/cm.

Diseño experimental y tratamientos

La plantación del material genético se hizo en suelo seco el día 10 de agosto del 2019 de forma manual, al día siguiente se aplicó un riego por 36 horas para proporcionar un bulbo de mojado para el trasplante capaz de proporcionar un medio adecuado para la reproducción de raíces en la penca madre. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas, con tres repeticiones. Las parcelas grandes fueron tres contenidos de humedad edáfica: favorable (Hcc = 22-28%), medio (Hm = 16-22%) y desfavorable (Hpmp = 16-10%); las parcelas chicas correspondieron a tres materiales genéticos de nopal verdura con potencial forrajero, caracterizados como: Chapingo. Narro y Hermanos Escobar, arrojando una factorial completa de 3X3. Las variables morfológicas medidas en cada planta fueron: largo (cm), ancho (cm), grosor (cm) de cladodio y peso fresco total. El análisis estadístico se realizó con la prueba ANOVA y la prueba de Tukey, para el análisis de varianza se utilizó el Modelo lineal general del programa estadístico Minitab 16 y el programa Excel 2016.

Resultados y Discusión

El largo y ancho de hoja no fueron diferentes estadísticamente ($P \leq 0.05$) en el contenido alto de humedad edáfica (CC) en las tres variedades de nopal, lo cual significa que, en contenido favorable de humedad en el suelo, los tres materiales genéticos tienen el mismo potencial de productividad en este variable, aunque en grosor de cladodio y peso fresco total, el mejor material fue la variedad Chapingo. El comportamiento de esta última variedad fue muy estable en el contenido de humedad medio donde el largo, ancho grosor de cladodio y peso fresco total, fue significativamente mejor ($P \leq 0.05$) que las otras tres variedades. En tanto que en el nivel bajo de humedad del suelo (PMP), las tres variedades se mostraron tolerantes al déficit hídrico respecto al largo, ancho y grosor de cladodio, sin mostrar diferencia significativa, aunque la variedad Chapingo se mantiene superior en peso fresco total. Las otras tres variedades muestran una tendencia similar de efecto en esta variable, correspondiente a la de peor respuesta a la variedad Narro (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del contenido de humedad edáfica en diferentes variedades de nopal *Opuntia spp* utilizado como forraje. Comarca Lagunera

Variedad de Nopal	Contenido de Humedad en el Suelo											
	Alto (23-28 %)				Medio (16-21%)				Bajo (10-15 %)			
	L (cm)	A (cm)	G (cm)	PF (g)	L (cm)	A (cm)	G (cm)	PF (g)	L (cm)	A (cm)	G (cm)	PFT (g)
Chapingo	32.7a	17.7a	1.3a	394.3a	32.8a	20.0a	1.2a	637.3a	19.0a	12.0a	0.83a	370.3a
Escobar	35.0 a	17.8a	1.02ab	269ab	27.8ab	15.2ab	0.87bc	309.5ab	23.3a	12.8a	0.67 ^a	294.7ab
Narro	34.5 a	16.2a	0.87bc	148abc	30.0ab	14.8ab	1.02abc	146.3b	22.0a	11.7a	0.62 ^a	174abc

* Cifras con la misma letra dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales, prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). L= Largo, A= Ancho G= grosos PF= Peso fresco.

Conclusiones

Las tres variedades de nopal (*Opuntia sp*) evaluadas en este estudio, muestran un buen potencial de productividad en el largo y ancho de cladodio en condiciones favorables de humedad del suelo (22-28%), aunque la variedad Chapingo es mejor en grosor de cladodio y peso fresco total. Esta misma variedad destaca de las otras dos, en contenidos medios de humedad (16-22%), lo cual es importante para regiones con precipitación pluvial regular; las tres variedades muestran tolerancia al déficit hídrico en términos de largo, ancho y grosor de cladodio en el contenido más bajo de humedad (10-16%), aunque sigue sobresaliendo la variedad Chapingo con mejor peso fresco total.

Literatura Citada

- Montemayor-Trejo, J. A., Suárez-González, E., Munguía-López, J. P., Segura-Castruita, M. Á., Mendoza Villarreal, R., & Woo-Reza, J. L. (2018). Acolchados plásticos para la producción de maíz (*Zea mays* L.) forrajero en la Comarca Lagunera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(SPE20), 4107-4115.
- SIAP (2019). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Información Ganadera. Consultado en <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762>
- Tecnologías para el Uso Sostenible del Agua (2010). Oficina Subregional de FAO para Mesoamérica, Edificio 238, Ciudad del Saber, Clayton, Panamá, Teléfono: 507-3010326. Consultado en www.fao.org
- Torres-Ponce, R. L., Morales-Corral, D., Ballinas-Casarrubias, M. D. L., & Nevárez-Moorillón, G. V. (2015). El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(5), 1129-1142.

PERSPECTIVAS DEL CUIDADO AMBIENTAL: COMPARACIÓN ENTRE LA REGIÓN NORTE, CENTRO Y SUR DE MÉXICO

Luis Ángel González-Espíndola¹, Sandra Patricia Maciel-Torres^{2*}, Karen Pamela Maciel-Torres³,
Selene Yuridia Márquez-Guerrero⁴, Maria del Rosario Jacobo-Salcedo⁵

¹Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas Km. 40 Ctra. Gómez Palacio – Chihuahua. Bermejillo, Durango, México C.P. 35230. ²Campo Experimental General Terán, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km 31 Ctra. Montemorelos – China Ex hacienda las Anucas, General Terán, Nuevo León, C.P. 67400.

³Instituto Tecnológico de Lerdo, Av. Tecnológico N° 1555. Periférico Lerdo Km. 14.5, Placido Domingo, Ciudad Lerdo, Durango C.P. 35150. ⁴Instituto Tecnológico de Torreón Carretera Torreón - San Pedro km 7.5, Ej. Ana, Torreón, Coahuila, C.P. 27170

⁵Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 6.5 Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Gómez Palacio, Durango, C.P. 35140.

*Autor de correspondencia: maciel.sandra@inifap.gob.mx

Introducción

En México la contaminación ambiental se ha ido agravando con el paso del tiempo. Por ejemplo, en el país la cobertura de los ecosistemas se redujo 62% en 1976, 54% en 1993 y 38% en 2002; con la mayor pérdida en las zonas tropicales (Sarukhán et al., 2009). De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones (INEM), en el país se emiten más de 40.5 millones de toneladas de contaminantes a la atmósfera (Semarnat, 2008). Además, 73% de los cuerpos de agua están contaminados; el 80% de las descargas de centros urbanos y 85% de las descargas industriales se vierten en forma directa en ellos sin tratamiento previo. Asimismo, se producen de forma aproximada 36.9 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos al año, el equivalente a casi 101 mil toneladas por día. Por lo que es necesario realizar estudios que ayuden a resolver este problema. Lo cual puede ser abordado desde diferentes perspectivas, como la social.

Al respecto, de acuerdo con datos del Banco Mundial, el país tiene un ingreso medio-alto, con niveles diversos de desarrollo humano y económico. Además, comparte más de 3,000 km de frontera con los Estados Unidos, con un intercambio dinámico entre ambos países en aspectos económicos, sociales y culturales. Esta situación es similar en su frontera sur, donde colinda con Guatemala y Belice. Debido a estas circunstancias, puede esperarse que los componentes socioculturales que existen en sus diferentes regiones (norte, centro y sur) cambien la percepción de los habitantes sobre el cuidado del ambiente. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue analizar los valores de la población mexicana sobre la contaminación ambiental, a partir de la diferente perspectiva por región (norte, centro, sur) de México.

Materiales y Métodos

La información obtenida se generó de 545 encuestas semiestructuradas que consideró variables cualitativas y categóricas. Las encuestas se realizaron en la República Mexicana (Cuadro 1). La selección de los individuos a encuestar se hizo a través de muestreo no probabilístico (Abascal y Grande, 2005). El criterio de selección de los individuos fue, que estuviesen dispuestos a ser entrevistados, y la encuesta se distribuyó por medios digitales. Las preguntas importancia que da al cuidado del ambiente e importancia de dejar un buen ambiente para generaciones futuras, tuvieron valores en un intervalo de 0 a10, donde 0 era nada importante y 10 era muy importante.

La información recabada se capturó en una hoja de cálculo estructurada de Microsoft Excel con el fin de generar tablas de contingencia, que permitieran analizar la asociación entre dos o más variables de naturaleza cualitativa. Las relaciones entre las variables fueron analizadas a través de la formación de árboles de respuestas, usando frecuencias relativas; estos árboles de respuestas, relacionan en la parte superior a las variables en estudio; con el supuesto de que las variables en ambos lados de los cuadros son aleatorias y el cruce entre casillas de las mismas, muestran la correlación de éstas.

Cuadro 1. Número de encuestas realizadas por Estado de la República Mexicana

Estado de la republica	No. de encuestas	Estado de la republica	No. de encuestas	Estado de la republica	No. de encuestas
Aguascalientes	1	Hidalgo	1	Sinaloa	2
Baja California Sur	2	Jalisco	3	Sonora	1
Chiapas	35	Morelos	1	Tabasco	30
Chihuahua	5	Nayarit	3	Tamaulipas	38
Ciudad de México	45	Nuevo León	14	Tlaxcala	1
Coahuila	94	Oaxaca	1	Veracruz	14
Durango	58	Puebla	25	Yucatán	3
Estado de México	46	Querétaro	1	Zacatecas	1
Guanajuato	3	Quintana Roo	1		
Guerrero	2	San Luis Potosí	7		

El análisis estadístico fue descriptivo e incluyó el cálculo de la media, porcentaje y frecuencia. Dicho análisis se realizó a través del programa Excel de Microsoft.

Resultados y Discusión

La edad de los encuestados fue similar entre la región norte y sur. La región centro tuvo un promedio de edad mayor en comparación con las dos anteriores, no obstante, la edad se clasifica como joven en el total del universo muestral. Hubo una mayor participación de mujeres en forma independiente a la región del país. Asimismo, la importancia que le dan las personas al cuidado del medio ambiente es alta en las tres regiones estudiadas; la cual tuvo una calificación de 8.8. Además, existió entre los encuestados un mayor interés de dejar un buen ambiente para generaciones futuras, la calificación media de esta variable fue de 9.4. Las calificaciones por región del país fueron similares (Cuadro 2). Al respecto, la relación que existe entre los individuos y su ambiente es un reflejo de sus percepciones ambientales (Berlanga, 2005). Entendiendo que las percepciones ambientales son la forma como cada persona aprecia y valora su entorno. El hecho que la percepción sobre la importancia del cuidado del ambiente fuera similar entre regiones del país, podría deberse al mayor acceso a la información que se tiene a lo largo del país. Lo cual ha llevado a que la brecha entra las apreciaciones por región se cierren cada vez más y ha generado una identidad nacional homogénea (Pérez-Rodríguez, 2012).

Cuadro 2. Percepción por región (norte, centro y sur) de México en la importancia del cuidado del ambiente en el presente y como legado para generaciones futuras.

Región	Edad		Género		Importancia que le das al cuidado ambiental	Importancia que le das a dejar un buen ambiental en el futuro
	Años	Hombres	Mujeres			
Norte	25	88	199		8.7	9.4
Centro	34	45	107		8.8	9.2
Sur	26	50	44		8.8	9.5

Por otra parte, existió consenso entre los encuestados respecto a que la actividad industrial es la que mayor contribuye en la contaminación (Cuadro 3). Esta apreciación podría ser correcta, sin embargo, es preciso diferenciar que el tipo de actividad industrial genera mayor contaminación. De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía (IEA), la actividad económica que mayor emisión de CO₂ presenta es el sector energía, con casi 70% del total, después la agricultura con 7%. Debido a esto, el sector energético suele ser el más importante de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero y, comúnmente, aporta más del 90% de las emisiones de CO₂ y 75% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero de los países desarrollados (IPCC, 2006). Los sectores que consumen más energéticos fósiles, son la producción de electricidad y generación de calor (42%), además del sector transporte con 24% (IEA, 2017).

Cuadro 3. Porcentaje sobre la Percepción por región (norte, centro y sur) de México sobre los factores que provocan contaminación.

Actividad	Región		
	Norte	Centro	Sur
	n=287	n=107	n=44
	%		
Uso de vehículos	28.2	37.4	18.2
Agricultura	6.3	5.6	4.5
Industria	65.5	57.0	77.3

Conclusión

El valor que le dan las personas al cuidado del ambiente y la importancia de dejar un ambiente menos contaminado en el futuro fue alto, en forma independiente a la región del país. La percepción en México sobre qué actividad es la que más contamina fue la industria. Es necesario seguir realizando estudios sociales sobre la percepción que se tiene en México sobre el cuidado ambiental, donde se tomen en cuenta diversas variables, con el fin de obtener información que ayuden en la generación de políticas públicas sobre el cuidado del ambiente.

Literatura Citada

- Abascal, E. y Grande, I. 2005. Análisis de encuestas. Madrid, España: Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing Editorial.
- Berlanga Cano, M. 2005. Isla Morena: cambios de usos y percepciones en un área natural protegida. Mérida, Yucatán: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- IEA, 2017. Perspectives for the Energy Transition (IEA/IRENA).
- IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change, NGGIP Publications, IGES, Japan.
- Pérez-Rodríguez, I. L. (2012). Identidad nacional y sentidos de los jóvenes sobre su nación. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 10 (2), pp. 871-882.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J, Dirzo, R. 2009. Capital Natural de México: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de Sustentabilidad. Síntesis. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 100 pp.,
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) 2010. NOM-059-ECOL-2010- Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010.

XVI CONGRESO NACIONAL SOBRE RECURSOS BIÓTICOS DE ZONAS ÁRIDAS

**Universidad Autónoma Chapingo
Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas
Km. 40 Carr. Gómez Palacio - Chihuahua, Bermejillo, Durango, México C.P. 35230
Tel. 872 776 0160 | 872 776 0190
Email: rebiza@chapingo.uruza.edu.mx**