



Editorial

Sierra de Zapalinamé: disturbio antropogénico

Pág. 5

Actividad Inhibitoria de Actinomicetos Aislados de
Hormigas Cultivadoras de Hongos

Pág. 14

Distribución Espacial y Efecto de Densidades de Población
de *Tetranychus urticae* Koch en el Rendimiento de Maíz Forrajero

Pág. 18

Comité Editorial

Dr. Miguel A. Capó Arteaga

Editor en Jefe

Dr. Jesús Valdés Reyna

Editor Ejecutivo

Editores Técnicos

Dr. José L. Puente Manríquez

Fitomejoramiento, Unidad Laguna

Dr. Raúl Rodríguez García

Riego y Drenaje

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Producción Animal

DIRECTORIO

Dr. Eladio Heriberto Cornejo Oviedo
Rector

Ing. Lorenzo Castro Gómez
Secretario General

Dr. Raúl Villegas Vizcaíno
Director General Académico

M. C. Alfredo Sánchez López
Director de Investigación

Dr. Alfredo de la Rosa Loera
Subdirector de Programación y Evaluación

M. C. José A. Nájera Castro
Subdirector de Operación de Proyectos

UNIDAD LAGUNA

Dr. Armando Espinoza Banda
Subdirector de Investigación

M. C. Francisca Sánchez Bernal
Area de Programación, Operación y Evaluación Científica

Ing. Enrique L. Hernández Torres
Area de Operación Programas y Proyectos de Investigación

Diseño y Formación

Miguel A. Estrada Villarreal

Colaboradores

M. C. José H. Rancaño Arrijoja

Agraria -Nueva Epoca- es una publicación científica, cuatrimestral, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con domicilio conocido en Buenavista, Saltillo, Coah., México y se imprime en sus Talleres Gráficos.

Tiraje digital (PDF) para su distribución en medios múltiples.

http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm · email: agraria_ne@uaaan.mx

Tel (844) 411-02-00, Ext. 2404 · Fax 411-02-11

Agraria -Nueva Epoca- está indizada, desde 2006, en Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal); en la base de datos PERIÓDICA (de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México D. F.); y en 2007 fue incluida en la base de datos del Centro Internacional de Investigación Científica (CIRS)



Centéotl, deidad azteca de la agricultura, es una advocación de Chicomecóatl, diosa del maíz. La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en su afán de rescatar los valores del pasado histórico de México, ha adoptado como logotipo de su revista científica, como símbolo que evoca y reafirma nuestras raíces culturales

Foto: cambio del uso del suelo en el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coah., México.



Normas Editoriales

Tipo de materiales para publicación

La revista **Agraria -Nueva Epoca-** acepta, para su publicación, materiales en español e inglés, sobre temas relacionados con las ciencias agrícolas, pecuarias y forestales, incluyendo las áreas de ingeniería, agroindustria y socioeconómicas. Todo material deberá venir acompañado de la solicitud correspondiente.

Estos materiales pueden ser artículos científicos, notas de investigación o ensayos.

Los materiales que se envíen para su publicación deberán ceñirse a las normas que, para tal efecto establezca **Agraria -Nueva Epoca-** y estarán sujetos a revisión y arbitraje por el Comité Editorial de la revista -o por quienes éste designe-, como requisito previo a su publicación.

No se aceptan trabajos ya publicados, o que estén sometidos a consideración en otros medios científicos de difusión.

Es de desear que la realización de la investigación, cuyos materiales sean enviados para su publicación, no exceda de 4 años anteriores a la fecha de su remisión.

Formato

El respeto a las siguientes indicaciones respecto al formato solicitado facilitará grandemente nuestro trabajo de edición.

Textos

Los textos, con todos sus anexos, deberán enviarse empaquetados (nosotros preferimos WinZip), sin contraseñas de seguridad, por correo electrónico, escritos en un procesador de textos de uso común (preferimos Word), en formato tamaño carta (21.57 x 27.94 cm), sin sangría, y a renglón seguido, con márgenes de 2.5 cm por lado. Agradeceremos evitar nombres de archivo excesivamente largos o con espacios en blanco. Los textos se redactarán en un tipo formal conocido ttf (True Type Font) tales como Arial, Times New Roman o similares, de 12 puntos. Las notas se escribirán en 9 puntos.

Todos los renglones, incluidos los encabezados, se iniciarán, invariablemente, a partir del margen izquierdo, sin sangría.

Todos los encabezados, independientemente de su orden, se escribirán en altas y bajas, y negrillas.

Los párrafos se escribirán sin pasar renglón entre ellos; para separarlos, a fin de hacer el texto fácil de leer y corregir, se utilizará el formato automático de párrafo del procesador, para darles un espaciado posterior de 6 puntos.

Las palabras no se separarán, en ningún caso, por sílabas. Es conveniente desactivar el comando automático de inserción de guiones (*hyphenation*) de su procesador.

El material no deberá exceder de 520 líneas para artículos científicos y ensayos, y de 200 líneas para una nota científica, incluidos cuadros y figuras.

Las unidades que se empleen serán las del Sistema Internacional de Unidades (<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/unidades/unidades/unidades.htm>)

Las páginas, al igual que los cuadros y las figuras, se numerarán progresivamente con números arábigos.

Cuadros y figuras. Los cuadros y las figuras contendrán sólo la información esencial y en ningún caso repetirán los datos que se presenten en el texto, o en otra forma. Cuadros y figuras deben ser claros, simples, concisos e ilustrativos.

Los cuadros no excederán, en ningún caso, los márgenes de impresión arriba mencionados y deberán presentarse en el cuerpo del texto, con el formato correspondiente, con las columnas separadas por tabulaciones, sin espacios a mano, y en la posición en que se espera que aparezcan, con el número de orden correspondiente.

En los cuadros se empleará sólo el número de cifras significativas necesarias para destacar el punto que se desee.

Los cuadros se realizarán en formato básico con tres líneas horizontales continuas: al inicio del cuadro, al inicio del cuerpo del cuadro (no en el encabezamiento) y al final. El campo y el encabezamiento de las columnas se pueden dividir a conveniencia del autor. No se deben añadir líneas verticales. Los encabezamientos, de columnas y líneas, se escribirán con minúsculas, excepto la primera letra de la oración. Las unidades se colocan debajo de la segunda línea horizontal, como en el ejemplo que se proporciona.

Las figuras tampoco excederán, en ningún caso, los márgenes de impresión establecidos. La posición que vaya a ocupar cada figura, deberá estar indicada en el texto con negrillas, en renglón aparte, con el número correspondiente.

Cada figura se enviará en archivo por separado, en formato tif (compresión LZW), o jpg, con el tamaño exacto en que se pretende que aparezca en la publicación, en una resolución no inferior a 150 píxeles por pulgada, con el número que le corresponda (p. ej: fig 01.jpg).

Los puntos experimentales deberán marcarse visiblemente. Para dividir los ejes, se escogerán intervalos constantes para cada uno. Los mosaicos fotográficos deberán entregarse montados en un solo archivo gráfico (tif, o jpg), totalmente terminados. El aumento de las microfotografías debe indicarse en la leyenda.

En archivo por separado se enviará un listado de las figuras incluidas en el material enviado, con el número de orden y el pie de grabado correspondientes (p. ej.: listafigs.doc)

Las figuras pueden ser fotos a color o en tonos de gris -según sea su original-, gráficas (de preferencia a color), ilustraciones, dibujos, o grabados (de preferencia a color).

Los cuadros deberán redactarse en el mismo procesador de textos y formato señalado arriba.

Las ecuaciones, si las hubiera, se insertarán en el texto con un editor de ecuaciones compatible con su procesador.

Notas de pie de página

Sólo se podrán utilizar, cuando sean absolutamente indispensables, para identificar información adicional y se numerarán progresivamente en el texto. Los asteriscos se reservarán para indicar significancia a 5% (*) y 1 % (**), respectivamente. En el pie de grabado -o de cuadro- se incluirán las notas o llamadas que sean pertinentes, y serán señaladas con números arábigos.

Citas bibliográficas

Las citas bibliográficas deberán ser de literatura reciente, relevante y sólo las exclusivamente necesarias para sustentar los planteamientos hechos.

Más detalles en http://www.uaaan.mx/DirInv/Convoc/conv_web/normas.htm, o http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm

Contenido

Normas Editoriales / <i>Instructions for authors</i>	2
Convocatoria/ <i>Paper call</i>	4
Editorial / <i>Editorial</i>	
Sierra de Zapalinamé: Disturbio Antropogénico	5
Actividad Fungicida de Extractos de <i>Cowania plicata</i> D. Don. contra <i>Fusarium oxysporum</i> Schlechtend. Fr. y de <i>Pistacia lentiscus</i> L. contra <i>Colletotrichum coccodes</i> Wallr. Hunghes	6
Fungicidal Activity of plant extracts of <i>Cowania plicata</i> D. Don. against <i>Fusarium oxysporum</i> Schlechtend. Fr., and <i>Pistacia lentiscus</i> L.) against <i>Colletotrichum coccodes</i> Wallr. Hunghes Contreras-Arredondo M. E., Hernández-Castillo F. D., Sánchez-Arizpe A., Gallegos-Morales G., Jasso de Rodríguez, D.	
Actividad Inhibitoria de Actinomicetos Aislados de Hormigas Cultivadoras de Hongos (Hymenoptera: Formicidae) Sobre <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> y <i>Rhizoctonia solani</i>	14
Inhibitory Activity of Actinomycetes Isolated from Leafcut Ants (Hymenoptera: Formicidae) on <i>Rhizoctonia solani</i> and <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> María del Rosario Sánchez-Ovalle, Sergio René Sánchez-Peña, Gabriel Gallegos-Morales, Abiel Sánchez-Arizpe	
Distribución Espacial y Efecto de Densidades de Población de <i>Tetranychus urticae</i> Koch en el Rendimiento de Maíz Forrajero	18
Spatial Distribution and Effect of Population Densities of <i>Tetranychus urticae</i> Koch on Forage Corn Yield Osmar Ventura López-López, Ernesto Cerna-Chávez, Ricardo Flores-Canales, Luis Patricio Guevara-Acevedo, Mohammad H. Badii, Jerónimo Landeros-Flores	
Cambio de Uso de Suelo del Matorral Submontano de Rosáceas y Áreas Adyacentes de la Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coah., México	24
Changes of Soil usage of Rosaceous Submontane Forest and adjacent Areas of the Zapalinamé Mountain Range, Saltillo, Coah., Mexico Sergio G. Gómez Pérez, Alejandro Zarate Lupercio, Jesús Valdés Reyna, José Á. Villarreal Quintanilla	
Los Machos Cabríos Criollos en Reposo Sexual no Adelantan el Inicio de la Actividad Sexual Natural ante la Exposición Constante de Hembras Inducidas Artificialmente al Estro	30
The Male Creole Goat in Sexual Rest does not Advance the startof natural Sexual Activity when they are in constant Contact with Artificially Induced to Estrus Females Soledad Bibiana López Vargas, José Alfredo Flores Cabrera, Gerardo Duarte Moreno	

CONVOCATORIA

La Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

CONVOCA

a los investigadores, nacionales y extranjeros, interesados en publicar artículos científicos, a enviar sus contribuciones a la revista **Agraria -Nueva Epoca-**, bajo las siguientes bases:

Los trabajos recibidos se someterán al proceso de revisión descrito en las *Normas Editoriales* de la Revista.

Se recibirán contribuciones inéditas de todos los interesados, nacionales o extranjeros, en español o inglés.

Los artículos deberán versar sobre temas de contenido agrícola, pecuario, forestal, y socioeconómico del entorno regional, nacional e internacional.

Las modalidades de publicación son las siguientes:

Artículo científico

Es el resultado de un trabajo de investigación en el cual se aplicó, de forma rigurosa, el método científico, estudiando el efecto que tienen diferentes tratamientos sobre la respuesta medible de un sistema, como metodología para comprobar o rechazar una hipótesis claramente establecida en el trabajo.

Los artículos científicos que se envíen deberán constar de las siguientes partes: Título, Título en inglés, Autor(es), Institución(es) de adscripción y datos de localización del autor responsable (domicilio, teléfono, fax, e-mail), Abstract, que es la traducción al inglés del Resumen, incluidas las palabras clave; Resumen, que incluirá al pie las palabras clave hasta un máximo de seis, Introducción, Materiales y métodos, Resultados y discusión, Conclusiones, Literatura citada, Agradecimientos.

Ensayo científico

Consiste en el análisis crítico de una recopilación actualizada de artículos científicos, informes de investigación, o materiales similares, en los que el autor o autores aportan su opinión personal sobre un tema, estableciendo conclusiones respecto al estado actual del conocimiento sobre el mismo.

Partes de que consta el Ensayo: Título, Título en inglés, Autor(es), Institución(es) de adscripción y datos de localización del autor responsable (domicilio, teléfono, fax, e-mail), Abstract, que es la versión al inglés del Resumen, incluye las palabras clave, Resumen, incluidas las palabras clave hasta un máximo de siete, Introducción, Desarrollo del tema, con los subtítulos que se estimen convenientes, Discusión, cuando proceda, Conclusiones, Literatura citada.

Nota de investigación

Son materiales basados en trabajos experimentales que, sin perjuicio del método y rigor científicos, presentan aspectos metodológicos innovadores o resultados que, por su carácter novedoso, el autor considera de interés publicar antes de finalizar su investigación.

La nota, aunque de menor extensión, cubre todos los aspectos relevantes del proceso de investigación. Su estructura es similar a la del artículo científico, y trata cada uno de sus apartados, con menor profundidad y detalle, aunque no tiene que incluir los encabezados.

La excepción a lo anterior son el Abstract, que se omite, y la Literatura citada, apartado que deberá incluirse expresamente.

De ser necesario, podrán incluirse -también- algún cuadro o ilustración, cuando resulten relevantes para la mejor comprensión de la nota.

Los trabajos a publicar deberán hacerse llegar en versión electrónica, acompañados de una solicitud, de conformidad con las especificaciones marcadas en las Normas Editoriales arriba mencionadas, a la siguiente dirección electrónica: agraria_ne@uaaan.mx, con atención a:

Editor en Jefe de la Revista Agraria -Nueva Epoca-

Dirección de Investigación, UAAAN, Domicilio conocido, Buenavista,

Saltillo, Coahuila, México. CP. 25315

Para mayor información respecto a esta Convocatoria visite http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/portal.htm para consultas diríjase al Editor en Jefe: agraria_ne@uaaan.mx.

Editorial

Sierra de Zapalinamé: Disturbio Antropogénico

El cambio en el uso del suelo parece ser la principal amenaza para los próximos cincuenta años. Si bien el cambio climático es muy importante, sus efectos no lo serán tanto dentro de medio siglo.

En los próximos cincuenta años el uso de la tierra va a tener más importancia que el cambio climático; probablemente en un futuro más lejano, no, dice el Dr. Osvaldo Sala, profesor de Biología de la Brown University, en Estados Unidos, y autor principal de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio -informe elaborado por 1,360 expertos de 95 países a petición del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente- en el que se pronostican extinciones masivas de flora y fauna, como consecuencia de la que se considera la mayor amenaza a la biodiversidad planetaria: el cambio en el uso del suelo, que provocará fuertes alteraciones en los ecosistemas en el futuro mediato.

La presión que la actividad humana ejerce sobre los recursos naturales es una de las principales causas de cambios de uso del suelo; algunas de las consecuencias de estos cambios, a nivel local, son la pérdida y degradación de suelos, cambios en los microclimas y pérdida de la biodiversidad. A nivel regional, estos cambios afectan el funcionamiento de las cuencas hidrográficas y los asentamientos humanos; a nivel global favorecen la emisión de gases de efecto invernadero. La cubierta natural del territorio se está transformando a un ritmo acelerado debido al constante aumento de la población y al consecuente aumento del número de viviendas; es evidente que existe una relación directa entre los cambios de uso del suelo y el crecimiento urbano.

La Sierra de Zapalinamé, en la región sureste del estado de Coahuila, en México, es un área de conservación prioritaria que, además de su riqueza biológica, constituye la fuente más importante de recursos hídricos para los municipios conurbados de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe. Sin embargo, el incremento poblacional durante los últimos diez años, debido en parte al establecimiento de nuevas industrias, ha originado el crecimiento desordenado del núcleo urbano, y un incremento en la demanda de servicios públicos.

El cambio de uso del suelo, se ve también afectado por los incendios forestales, la extracción de piedra, la ampliación de la mancha urbana, además de otras actividades humanas como el pastoreo, extracción de leña, madera y productos no maderables, constituyendo, esto, acciones de disturbio que ejercen una fuerte presión en la estabilidad de los recursos naturales de esta sierra.

La investigación científica de los procesos dinámicos en los cambios de la cobertura del suelo, y la deforestación, sirven al conocimiento de las tendencias de los procesos de degradación y desertificación, pérdida de biodiversidad, y para realizar una adecuada planificación del desarrollo regional, por ello es que para el aprovechamiento más racional de los recursos naturales y la conservación y restauración de ecosistemas, se requiere la participación de las instituciones de educación superior, centros de investigación así como de organismos gubernamentales, y no gubernamentales.

Actividad Fungicida de Extractos de *Cowania plicata* D. Don. contra *Fusarium oxysporum* Schlechtend. Fr. y de *Pistacia lentiscus* L. contra *Colletotrichum coccodes* Wallr. Hughes

Mario Enrique Contreras-Arredondo, Francisco Daniel Hernández-Castillo, Abiel Sánchez-Arizpe, Gabriel Gallegos-Morales, Diana Jasso de Rodríguez

Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. Apdo. postal 342. E-mail: fdanielhc@hotmail.com. (*Autor responsable).

Abstract

At present there are many restrictions on the use of synthetic fungicides, due to irreparable damage caused to the environment, and to health of plants and animals. A possible alternative is the application of quick biodegradation agents such as fungicides of plant extracts. Due to this fact it is advisable to assay, *in vitro*, the effects of methanol extracts of woody plants in the region such as alexandria (*Cowania plicata* D. Don.) mastic tree (*Pistacia lentiscus* L.) on two species of phytopathogenic fungi of potato (*Solanum tuberosum* L.); *Fusarium oxysporum* and *Colletotrichum coccodes*. An inhibitory concentration (IC) of methanol extracts on a PDA plate is reported, finding that the lowest concentration (IC₅₀) was mastic leaf extract at 2.000 ppm, and higher (IC₉₀) of 16.000 ppm for *C. coccodes*, whereas flower extracts of alexandria were obtained (IC₅₀) of 3.000 ppm, and one (IC₉₀) of 28.000 ppm of *F. oxysporum*. Chemical determinations of these extracts, indicating the presence of various compounds of interest, useful not only to further enrich the vast chemotaxonomy in plants, but also to open new horizons in research on active ingredients with pesticidal activity.

Key words: *Pistacia lentiscus* L., *Cowania plicata* D. Don., plant extracts, fungicidal activity, phytopathogenic fungi.

Resumen

Hoy en día existen abundantes restricciones para el uso de fungicidas sintéticos, debido a los daños irremediables que ocasionan al medio ambiente, y a la salud de plantas y animales. Una posible alternativa, es la aplicación de agentes de rápida biodegradación como lo son los fungicidas provenientes de extractos vegetales. Debido a ello se propone evaluar *in vitro* los efectos de extractos metanólicos de plantas leñosas de la región como: alejandría (*Cowania plicata* D. Don.) y lentisco (*Pistacia lentiscus* L.), sobre dos especies de fitopatógenos de papa (*Solanum tuberosum* L.), como: *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum coccodes*. Se reporta la concentración inhibitoria (CI) de los extractos metanólicos en placa de PDA, encontrando que la menor concentración (CI₅₀) fue del extracto de hoja de lentisco a 2,000 ppm y la mayor (CI₉₀) de 16,000 ppm para *C. coccodes*, mientras que con los extractos de flor de alejandría se obtuvo una (CI₅₀) de 3,000 ppm y una (CI₉₀) de 28,000 ppm sobre *F. oxysporum*. Las determinaciones químicas de dichos extractos, indican la presencia de varios compuestos de interés, útiles no solo para enriquecer aún más la vasta quimiotaxonomía en plantas, sino también para abrir nuevos horizontes en investigaciones de principios activos con actividad plaguicida.

Palabras clave: *Pistacia lentiscus* L., *Cowania plicata* D. Don., Extractos vegetales, Actividad fungicida, Hongos fitopatógenos.

Introducción

Los productores agrícolas se han visto obligados a utilizar cada vez mayores cantidades de sustancias químicas para el control de plagas en campo; estos excesos provocan

que los patógenos desarrollen resistencia a los agroquímicos que se usan para su control. Aunado a lo anterior, los pesticidas ocasionan contaminación del ecosistema, además de provocar severas afecciones a la

salud de las personas, animales y plantas (Montes y Martínez, 1992 y González, 1989).

El uso de plaguicidas y otros agroquímicos para la producción agrícola en América Latina es incuestionable; sin embargo, existe una considerable preocupación entre la población, por los efectos negativos del uso de estos productos (Lagunes y Villanueva, 1994). En México están autorizados aproximadamente 150 ingredientes activos de plaguicidas, los cuales se venden con más de 400 nombres comerciales diferentes (DGSV, 1982 y CICLOPAFEST, 1991).

Actualmente existen muchas restricciones para el uso de fungicidas de tipo sintético, proponiéndose como una alternativa a los agentes químicos, la aplicación de productos de fácil biodegradación como son fungicidas derivados de extractos o polvos de origen vegetal. En este sentido, México es uno de los países con mayor diversidad vegetal en todo el mundo, estimándose que posee entre 23,000 y 30,000 especies de plantas (Toledo, 1994) de las cuales se usa una cantidad mínima (Sarukham, 1995).

La diversidad de compuestos con actividad fungicida es enorme y solo se conoce una pequeña parte de ellos, puesto que las plantas estudiadas representan un porcentaje sumamente bajo del total de especies en el planeta (Montes *et al.*, 2000).

Algunos extractos vegetales pueden ser inhibidores para una cierta especie de hongo pero ser un estimulador del crecimiento para otros (Bravo *et al.*, 1998). En otros casos, los compuestos fenólicos de los pigmentos tienen un efecto fungistático sobre dichos patógenos (Valadez *et al.*, 1986).

Las plantas han logrado desarrollar, durante su constante evolución, diversos mecanismos de defensa contra patógenos; uno de ellos es la síntesis de metabolitos secundarios con propiedades antimicrobianas. Muchos autores han estudiado la aplicación de estos compuestos en forma de extractos acuosos o con diversos solventes para el control de organismos fitopatógenos (Montes y Domingo, 1990).

Guerrero-Rodríguez *et al.* (2007), evaluaron el efecto de extractos de hojas frescas de *Flourensia cernua* en la inhibición del crecimiento micelial de *Alternaria alternata*, *Colletotrichum gloeosporoides* y *Penicillium digitatum*, empleando metanol y cloroformo como solventes principales en relación 1:1 a varias concentraciones. Sin embargo, no todos los extractos afectaron la esporulación. Lira-Saldivar *et al.* (2006), evaluaron *in vitro*, la actividad antifúngica de resina hidrosoluble de gobernadora (*Larrea tridentata* D.C. Coville L.) y soluciones de quitosán (Ch), solos y combinados, sobre *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum coccodes* y *Fusarium oxysporum* f. sp.

lycopersici, reportando que ambos productos manifestaron su efecto fungicida a 1,000 y 2,000 ppm; sin embargo al combinarlos mostraron una actividad fungicida sinérgica. Lira-Saldivar *et al.* (2002), evaluaron el efecto antifúngico de resina de gobernadora (*L. tridentata* Sesse and Moc. Ex D.C.) colectada en los desiertos Chihuahuense y Sonorense, contra *Pythium sp.* Pringsh, empleando metanol, etanol y cloroformo como solventes. La resina de las plantas del desierto Chihuahuense mostraron un 22.6 % de inhibición, mientras que las del desierto Sonorense obtuvieron un 25.4 %. Gamboa-Alvarado *et al.* (2002), evaluaron extractos metanólicos de hojaseñ (*Flourensia cernua* D.C.), mejorana (*Origanum majorana* L.) y trompetilla (*Bouvardia ternifolia* (Ca.) Schlecht.), sobre *Phytophthora infestans* Mont. (De Bary), reportando que el extracto con mejorana presentó un efecto fungicida desde la dosis de 8,000 ppm; mientras que los extractos con *F. cernua* y *B. Ternifolia*, mostraron un ligero efecto fungistático a dosis altas. Jasso de Rodríguez *et al.* (2005), evaluaron con éxito el efecto inhibidor de la pulpa de *Aloe vera* sobre del crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum coccodes*.

En base a lo anterior, los objetivos de la presente investigación fueron: a) determinar la actividad biológica *in vitro* de extractos metanólicos de alejandría (*Cowania plicata*) y lentisco (*Pistacia lentisco*); sobre *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum coccodes*, respectivamente; b) determinar los órganos de la planta (hoja, raíz, flor, etc.) con mayor actividad biofungicida y c) determinar la presencia de compuestos químicos de importancia en las partes de la planta que muestren una mayor actividad fungicida.

Material y Métodos

Aislamiento de los hongos fitopatógenos

En la región sureste de Coahuila, en el norte de México, se colectaron plantas de papa variedad Alpha con síntomas característicos de cada enfermedad, y se trasladaron al laboratorio de Fitopatología, donde bajo condiciones de asepsia se realizaron los aislamientos en medio de cultivo papa-dextrosa agar (PDA). Los hongos *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum coccodes*, se purificaron por punta de hifa (Finch, 1982), y se identificaron a especies por caracteres morfológicos (Booth, 1971; Bailey y Jeger, 1992). Las cepas se conservaron en refrigeración a 4 ± 1 °C, en tubos de ensaye con PDA. Para los bioensayos, los hongos se inocularon en cajas petri con PDA, colocando un explante de micelio con medio de cultivo de ± 5 mm de diámetro al centro de cada caja petri. Se incubaron por cinco días a 22 ± 2 °C y oscuridad continua.

Obtención del material vegetal

La colecta de lentisco (*Pistacia lentiscus*), se realizó al sur de la ciudad de Saltillo, Coah., México a 25° 23' 50" LN, 101° 00' 37" LO y a una altitud de 1,750. La colecta de alejandría (*Cowania plicata*), se llevó a cabo en la sierra de Zapalinamé al sur de esta misma ciudad, localizado a 25° 22' 35" LN, 100° 59' 15" LO a 1,780. Las condiciones climáticas y el tipo de suelo de ambos sitios mostraron ciertas variaciones, el promedio de precipitación anual es de 369 mm, coincidentes con los meses calientes anuales y con temporadas secas muy prolongadas. Se colectaron plantas completas, se depositaron en bolsas de plástico etiquetadas y se colocaron en hieleras para su traslado al laboratorio. Posteriormente se fraccionaron sus partes vegetativas, se secaron en estufa a 35 °C por 3 días, y se molieron con un molino Thomas Wiley. Enseguida se envasaron en frascos de vidrio, y se conservaron a 22 °C y no más de 45 % de humedad relativa, hasta su uso.

Obtención de los extractos

Para cada extracción se emplearon 300 g de material vegetal previamente secado y triturado, el cual se depositó dentro de una funda de papel filtro Watham No. 2, y se sometió a un proceso de extracción sucesiva por reflujo empleando equipo Soxhlet por un período de 24 h, a una temperatura de 45 a 50 °C, empleando como solvente 700 mL de metanol, considerando que los extractos alcohólicos son útiles para conocer la presencia de principios activos importantes (Domínguez, 1973). Los extractos obtenidos se sometieron a evaporación por presión utilizando un rotavapor marca Buchi por 30 min, hasta obtener una pasta uniforme que luego se depositó en frascos de vidrio esterilizados, etiquetados, y cubiertos con papel aluminio, los cuales se conservaron en refrigeración hasta su uso.

Actividad antifúngica de los extractos

Los bioensayos se efectuaron en cajas petri de 8 cm con la mezcla de PDA y el extracto por el método de cultivo envenenado (Dhingra y Sinclair, 1995). Se evaluaron en extractos de alejandría (*C. plicata*) a concentraciones de 0 a 55,000 ppm sobre *F. oxysporum*; extractos de lentisco (*P. lentisco*) a concentraciones de 0 a 25,000 ppm sobre *C. coccodes*, como pruebas preliminares.

Posteriormente se establecieron bioensayos con extractos de las fracciones vegetales, empleando concentraciones de 2,000, 5,000 y 15,000 ppm para ambas plantas. Los hongos se colocaron como explantes de 5mm tomados del margen de crecimiento vigoroso de una colonia de 5 d de edad al centro de cada caja petri. Las cajas se

sellaron y se incubaron a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ por 7 d. Las lecturas del crecimiento micelial se realizaron con un vernier y se transformaron a porcentaje de crecimiento con respecto a la media de crecimiento del testigo, se realizó un análisis probit, para el cual se empleo el software PC-Log Probit (Camacho, 1991), se utilizaron tres repeticiones por tratamiento. Con este método se obtuvieron la dosis inhibitorias 50 y 90, la ecuación de predicción, las líneas de dosis respuesta, límites fiduciales, además de los valores de chi-cuadrada X^2 y el coeficiente de correlación r (Rodríguez, 1991 y Matsumara, 1976).

Análisis de suelo y planta

La determinación de pH, nitrógeno y materia orgánica del suelo donde se localizaron las plantas de lentisco (*P. lentiscus*) y alejandría (*C. plicata*) se realizó de acuerdo a (Dewis y Freitas, 1984; Black *et al.*, 1965 y Jackson, 1976); la textura se determinó por el método del hidrómetro (Narro, 1994 y Grande, 1974). Se utilizaron muestras extraídas a una profundidad aproximada de 60 cm (Chapman y Parker, 2000). Las pruebas realizadas a las fracciones foliares de la planta fueron: por ciento de nitrógeno y de fósforo se determinaron de acuerdo a (Sainz y Bornemiza, 1961, Homer y Parker, 2000, Bohz y Mellon, 1984). El análisis elemental se realizó mediante absorción atómica.

Determinaciones Fitoquímicas

La determinación de taninos totales (TT), se realizó de acuerdo a Folin-Cioecalteau (1927) y Singleton y Rossi (1965); los taninos hidrolizables (TH) por la técnica de Folin-Cioecalteau (1927) y Waterman y Mole (1987); los taninos condensados (TC) mediante los métodos de Price y Bulter (1978); los galotaninos por la técnica de Hagerman (1989); los elagiotaninos por el método de Wilson y Hagerman (1990); el contenido de ácido gálico por la técnica de Sharma *et al.* (2000); HPLC, (Sade, 2000 y García de Marina, 2008); Espectrofotometría (Harris, 2006) y la determinación de compuestos terpenicos mediante cromatografía de gases (Valcárcel *et al.*, 1994).

Resultados y Discusión

Efecto antifúngico de los extractos

La actividad inhibitoria de los extractos de *P. lentiscus* sobre el crecimiento micelial de *C. coccodes* y de los extractos de *C. plicata* sobre *F. oxysporum* alcanzó el 100 % a 22,000 ppm y 55,000 ppm respectivamente (Cuadro 1). Las concentraciones anteriores se establecieron mediante pruebas preliminares, ya que no se encontraron reportes de otras investigaciones realizadas con este tipo de plantas, además de que es difícil establecer

una metodología estándar para las pruebas de productos vegetales contra hongos, en función a la diversidad de relaciones entre planta y patógeno (Pratley *et al.*, 1999).

Cuadro 1. Inhibición del crecimiento micelial (%) de *Colletotrichum coccodes* y *Fusarium oxysporum* con extractos de *Pistacia lentiscus* y *Cowania plicata* en placas con PDA a diferentes concentraciones.

<i>C. plicata</i> Dosis (ppm)	ICM (%) <i>F. oxysporum</i>	<i>P. lentiscus</i> Dosis (ppm)	ICM (%) <i>C. coccodes</i>
5,000	11.66	1,000	18.73
10,000	44.55	2,000	35.50
15,000	77.27	4,000	57.24
20,000	79.39	6,000	66.39
25,000	79.85	8,000	87.24
30,000	81.82	10,000	87.88
35,000	87.88	13,000	88.30
40,000	90.90	16,000	90.00
45,000	94.70	19,000	92.45
50,000	97.58	22,000	100.00
55,000	100.00	25,000	100.00

ICM = Inhibición de crecimiento micelial

Los resultados del análisis probit indican que la CI_{50} y la CI_{90} para *C. coccodes* es de 3,003.58 ppm y 14,176.86 ppm, mientras que para *F. oxysporum* es de 11,196.26 ppm y 33,615.48 ppm respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Concentraciones (CI_{50} y CI_{90}) de extractos de *Pistacia lentiscus* sobre *Colletotrichum coccodes* y de *Cowania plicata* sobre *Fusarium oxysporum*

Extracto	Límites Fiduciales (ppm)			CI_{90}
	CI_{50}	Inferior	Superior	
<i>C. plicata</i>	11,196.26	9,990.92	12,347.22	33,615.48
<i>P. lentiscus</i>	3,003.58	2,585.99	3,420.33	14,176.86

Cuadro 4. Inhibición de crecimiento micelial (%), con extractos de diferentes partes vegetales de *Cowania plicata* (CP) y *Pistacia lentiscus* (PL) sobre *F. oxysporum* y *C. coccodes*, respectivamente.

Dosis ppm	Extractos de							
	hoja CP	hoja PL	raíz CP	raíz PL	flor CP	drupa PL	tallo CP	tallo PL
2,000	37.04	51.79	23.44	09.10	41.57	01.80	15.63	06.37
5,000	57.50	85.45	30.47	15.82	72.97	10.37	23.44	10.00
15,000	88.13	100.00	41.25	44.37	91.10	19.64	40.94	50.91

Los análisis de correlación, muestran valores estimados de 0.860 para *C. coccodes* y 0.842 para *F. oxysporum* (Cuadro 3).

Cuadro 3. Coeficiente de correlación (r) y chi-cuadrada (X^2) de las líneas de regresión dosis – inhibición de diferentes concentraciones de extractos de *P. Lentiscus* y *C. plicata* sobre *Colletotrichum coccodes* y *Fusarium oxysporum*.

Extracto	Hongo	r	X^2	GL	Probabilidad
<i>C. plicata</i>	<i>F. oxysporum</i>	0.842	0.1798	2	0.95
<i>P. lentiscus</i>	<i>C. coccodes</i>	0.860	0.0746	2	0.95

Estos datos sugieren que los resultados de los bioensayos dieron buen ajuste y confiabilidad. Los resultados del efecto inhibitorio de los extractos de diferentes partes vegetativas, mostraron que los extractos de hoja de *P. lentiscus* a 15,000 ppm permitieron una inhibición del 100% sobre *C. coccodes*; mientras que con los extractos de flor de *C. plicata*, a igual concentración, sobre *F. oxysporum* alcanzaron 91.10% de inhibición (Cuadro 4).

El estudio de plantas con actividad biocida es complejo, ya que dependiendo de la especie, pueden contener metabolitos secundarios de mayor potencial en hojas, tallos, raíces, flores o frutos (Domínguez, 1973), además, de que en varios estudios ha concluido que desde el punto de vista fitoquímico, las hojas y las raíces contienen alcaloides, flavonoides, saponinas y taninos y que se ha comprobado su actividad antimicrobiana y antifúngica *in vitro* bajo condiciones experimentales (Robineau, 1991; Dumbleton, 1990 y Dixit y Shukla, 1992).

Los análisis probit realizados para estas dos fracciones vegetales muestran que la CI_{50} y CI_{90} de *P. lentiscus* sobre *C. coccodes* fue de 2,135.30 y 16,016.69 ppm; y para *C. plicata* sobre *F. oxysporum* de 3,151.83 y 28,400.01 ppm (Cuadro 5); ambos extractos presentaron rangos de inhibición relativamente diferenciados, ya que el efecto de *C. plicata* sobre *F. oxysporum* en comparación con el mostrado con *P. lentiscus* sobre *C. coccodes* fue ligeramente, más fungistático.

Cuadro 5. Concentraciones inhibitorias (CI_{50} y CI_{90}) y límites fiduciales al 95 % de *C. plicata* y *P. lentiscus* sobre *F. oxysporum* y *C. coccodes*.

Extracto	Límites Fiduciales (ppm)			
	CI50	Inferior	Superior	CI90
<i>C. plicata</i>	3,151.83	2,569.46	3,733.02	28,400.01
<i>P. lentiscus</i>	2,072.55	1,622.02	2,510.14	16,373.91

Los análisis de correlación, mostraron valores estimados de 0.950 para *C. coccodes* y de 0.897 para *F. oxysporum*

(Cuadro 6), demostrando la compatibilidad de la determinación. En general los valores encontrados en los distintos análisis probits indicaron una buena disposición de los puntos obtenidos, que al graficarlos tendieron a una línea recta.

Análisis de fitoquímicos

Los grupos químicos que se encontraron en los análisis de extractos de hoja de *P. lentiscus* y en flor de *C. plicata*, fueron taninos de tipo hidrolizables y condensados (Cuadro 7), los cuales han sido reportados como antagonistas

Cuadro 6. Coeficiente de correlación (r) y chi-cuadrada (X^2) de las líneas de regresión dosis – inhibición de diferentes concentraciones de extractos de *P. Lentiscus* y *C. plicata* sobre *C. coccodes* y *F. oxysporum*.

Extracto	Hongo	r	x^2	GL	Probabilidad
<i>C. plicata</i>	<i>F. oxysporum</i>	0.950	0.021672	2	0.95
<i>P. lentiscus</i>	<i>C. coccodes</i>	0.897	0.034032	2	0.95

Cuadro 7. Análisis de fitoquímicos de muestras secas de *P. Lentiscus* y *C. plicata*.

Determinación	Hoja seca de <i>P. lentiscus</i>	Flor seca de <i>C. plicata</i>
Nitrógeno (%)	2.300	1.800
Fósforo (%)	0.015	0.0076
K (%)	2.639	1.560
Mg (%)	0.770	0.455
Ca (%)	0.423	0.078
Na (%)	0.439	0.114
Fe (ppm)	360	180
Cu (ppm)	18	13
Zn (ppm)	65	77
Mn (ppm)	14	1
Taninos totales (%)	39.01	02.60
Taninos hidrolizables (%)	35.10	01.00
Taninos condensados (%)	22.56	01.44
Galotaninos (%)	82.50	galoil-glucósido 0.815
Elagiotaninos (%)	17.50	catequina 0.96
Contenido de ácido gálico (%)	93.20	0.51
Glucósidos totales (%)	6.8	0.32
Alfa- pineno (%)	14.041	trans-beta-ocimeno 5.94
Beta- pineno (%)	8.353	5-Hidroximetil-Furfura 6.87
Mirceno (%) 5.013		3,5-Dihidroxi-2-metil 11.81
Limoneno (%) 43.123		- 5,6-dihidroxi-4-ona
Trans- beta- ocimeno (%)	5.974	
Beta - cariofileno (%)	11.989	
Germanceno (%)	11.505	

fúngicos (Azaizeh *et al.*, 1990), al igual que varios compuestos fenólicos, siendo estos según Waterman y Mole, (1994), el grupo de metabolitos secundarios más comúnmente estudiados, y de los cuales se sabe confieren cierta resistencia a las enfermedades con efectos fungistáticos (Tomas-Lorente *et al.*, 1989), además, se encontraron elementos minerales de gran importancia como nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, magnesio y calcio que ayudan a que la planta produzca compuestos que la hagan más resistente a ataques de enfermedades causadas por hongos y bacterias (Hubert, 1980, Narro, 1995 y Bidwell, 1993). Los extractos de hoja de *P. lentiscus*, presentaron una mayor concentración de dichos grupos químicos en comparación a los extractos de flor de *C. plicata*.

Análisis de suelo

Sin embargo, los análisis de suelo mostraron diferencias significativas entre los tipos de suelo de donde se colectaron ambas muestras vegetales (Cuadro 8), lo cual pudiera tener efecto en la biosíntesis de metabolitos secundarios en las plantas y su acción antagónica sobre microorganismos; su concentración pudiera verse influida por nutrientes del suelo y por efecto del clima del lugar de recolección, (Norton, 1994); tal y como lo constataron los trabajos realizados por Lira-Saldivar *et al.* (2002), en los que demostraron que plantas de gobernadora (*L. tridentata*) colectadas en diferentes ecosistemas poseen distintas propiedades fungicidas. Sin embargo, la acción fungicida de los extractos metanólicos, podría deberse también a la presencia de una gran cantidad de compuestos químicos (Cuadro 7), ya que se sabe que algunos compuestos del tipo fenólicos, taninos, cumarinas, flavonoides y terpenoides tienen cierto efecto fungicida, nematocida, bactericida e insecticida (Valadez *et al.*, 1986; Harborne, 1987 y Farmer y Ryan, 1990), por lo que los resultados obtenidos prueban la hipótesis del empleo de estos materiales con fines agrícolas y de clasificación quimiotaaxonómica de especies de plantas del desierto con propiedades biocidas, tal y como lo proponen Waterman y Gray (1987) y Forsyth (1986).

Cuadro 8. Análisis en suelo de muestras secas de *Pistacia lentiscus* y *Cowania plicata*.

Determinación	Hoja seca de <i>P. lentiscus</i>	Flor seca de <i>C. plicata</i>
Nitrógeno (%)	0.18	0.40
pH	7.40	7.90
Materia Orgánica (%)	0.91	4.40
Textura franco – limosomigajón - limoso		
Limo + Arcilla Total (%)	56.48	72.48
Arena (%)	43.52	27.52
Arcilla Total (%)	3.24	17.24
Limo (%)	53.24	

Conclusiones

Los extractos metanólicos de lentisco (*Pistacia lentiscus*) y alejandría (*Cowania plicata*), muestran actividad biocida contra *Colletotrichum coccodes* y *Fusarium oxysporum* respectivamente. Los extractos metanólicos de hoja de lentisco presentan las mejores concentraciones inhibitorias CI₅₀ y CI₉₀ para los fitopatógenos del estudio. La cantidad de sustancias con propiedades biocidas, varían en las partes más activas de cada planta, ambas plantas mostraron una gran cantidad de compuestos fitoquímicos de interés como: cobre, compuestos fenólicos tales como taninos condensados e hidrolizables, ácido gálico, catequinas y compuestos terpénicos como el pineno, mirceno y germanceno entre otros. La composición química del suelo manifiesta en la una clara variación en la composición química de las plantas.

Literatura Citada

Azaizeh, H.A., R.E. Pettit, B.A. Scarr, T.D. Phillips. 1990. Effect of peanut taninextract on growth of *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin production. Mycopathol. 110: 125-132.

Bailey, S.A., M.J. Jeger. 1992. *Colletotrichum* Biology, Pathology and control. C.A.B. International, Redwood Press Ltd, Molksham, U.K. p. 388.

Bidwell, R.G.S. 1993. Fisiología Vegetal, Primera Edición en Español, A.G.T. Editores, México D.F. 272-288 pp.

Black, C.A., D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, F.E. Clark. 1965. Methods of soil and chemical analysis, Agronomy G. Part II, Madison, American Soc. of Agronomy. 1367 p.

Bohz, D.F., M.G. Mellon. 1984. Spectrophotometric determination of Phosphorus as molibdenic acid. Ann. Chem. 20(1); 740.

Booth, C. 1971. The Genus of *Fusarium*. Commonwealth Micological Institute, England. 237 p.

Bravo, L.L., T.K. Bermudez, B.R. Montes. 1998. Inhibición del crecimiento micelial, esporulación de *Fusarium moliliforme* Sheld. Mediante aceites esenciales vegetales y algunos componentes químicos. Rev. Mex. Fitopatol. 16(1); 18-23.

Camacho, C.O. 1991. Programa PC-Probit ,versión 1.0, Centro de Estadística y Cálculo, Colegio de Postgraduados, Montecillos, Chapingo, México.

CICLOPAFEST. 1991. Catálogo oficial de plaguicidas 1991, Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas, SARH-SEDUE-SS-SECOFI. 469 pp.

Dewis, J. F. Freitas. 1984. Métodos Físicos y Químicos

- de Análisis de Suelos y Aguas. Boletín sobre suelos y aguas # 10 FAO Roma. 60 – 74 pp.
- DGSV. 1982. Manual de plaguicidas autorizados, SARH, Dirección general de sanidad vegetal P.F. 125 pp.
- Dhingra, O.D., J.B. Sinclair. 1995. Basic plant pathology methods 2° ed. Lewis publishers. Boca raton, London, Tokyo. 272 p.
- Dixit, V., K. Shukla. 1992. Evaluation of essential oil of *ocimum gratissimum* against storage fungi. Ind. Perfumer. 36(4): 277-283.
- Domínguez, X. A. 1973. Métodos de investigación Fitoquímica. Editorial Limusa S.A., Primera Edición, México 1 D.F. 40-68 pp.
- Dumbleton, C. 1990. Medicinal plants in Vietnam. England: WHO, Institute of Medical Materia, Hanoi, Vietnam. 263 p.
- Farmer, E.E., C.A. Ryan. 1990. Interplant communication airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitions in plant leaves. Acad. Sci. 87: 7713 – 7716.
- Finch, E. 1982. Métodos de investigación fitopatológica. Ed. IICA, San José Costa Rica. 52 – 53 pp.
- Folin, C. Cioecalteau. 1927. Tyrosine and Tryptophan determination in proteins. J. Biochem. 73(1); 627 – 650.
- Forsyth, A.A. 1986. Iniciación a la Toxicología vegetal. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 1-230 pp.
- Gamboa-Alvarado, R., F.D. Hernández –Castillo, E. Guerrero-Rodríguez, A. Sánchez-Arizpe. 2002. Inhibición del crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* Jun y *Phytophthora infestans* Mont. (De Bary) con extractos vegetales metanólicos de hojásén (*Flourensia cernua* D.C.), mejorana (*Origanum majorana* L.) y trompetilla (*Bouvardia ternifolia* (Ca.) Schlecth.). Rev. Mex. Fitopatol. 21(1):13-18
- García de Marina B.A. 2008. HPLC Fundamental. Universidad Politécnica de Valencia, Primera Edición, Valencia, España. 378 pp.
- Grande, L.R. 1974. Métodos para el análisis Físico-Químico de suelos agrícolas, Universidad Autónoma de S.L.P. Instituto de Investigación de zonas desérticas. S.L.P., S.L.P. México. 15 – 20 pp.
- González, S.F.A. 1989. Determinación de la persistencia de la actividad bactericida de la resina de *Larrea tridentata* sobre *Pseudomonas solanacearum* in vitro e invernadero, Tesis de Lic. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coah. México. 68 p.
- Guerrero-Rodríguez, E., S. Solis-Gaona, F.D. Hernández-Castillo, A. Flores-Olivas, V. Sandoval-López, D. Jasso-Cantú. 2007. Actividad Biológica in vitro de extractos de *Flourensia cernua* D.C. en patógenos de postcosecha: *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl., *Colletotrichum gloesporoides* (Penz.) Penz. Y Sacc. y *Penicillium digitatum* (Pers.:Fr.) Sacc. Rev. Mex. Fitopatol. 25(1):48-53.
- Hagerman, A.E. 1989. Extraction of tannins from fresh and preserved leaves. J. Chem. Ecol. 14(1); 453 – 462.
- Harborne, J.B. 1987. Natural fungitoxins, Biologically active natural products. Proc. Phytochem. Soc. Europe 27(1): 195 – 211.
- Harris, C.D. 2006. Análisis Químico Cualitativo, Editorial Reverté. Tercera Edición. Barcelona, España. 940 pp.
- Chapman, H.D., Parker, P.F. 2000a. Métodos para el análisis de suelos plantas y aguas, editorial trillas, novena reimpression. México, D.F. 45-46-102-114 pp.
- Hubert, P.M. 1980. The role of mineral nutrition in defence in “plant disease: An advanced treatise”. G. Horsfall and E.B. Couling Eds. Vol. 1(5): 386-406.
- Jackson, M.L. 1976. Análisis Químico se suelos, Tercera Edición, Omega Barcelona, España. 662 pp.
- Jasso de Rodríguez, D., F.D. Hernández – Castillo, R. Rodríguez-García, J.L. Ángulo-Sánchez. 2005. Antifungal activity *in vitro* of *Aloe vera* pulp and liquid fraction against plant pathogenic fungi. Ind. Crop. Prod. 21(1): 81-87.
- Lagunes T.A., J.A. Villanueva 1994. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Post-Graduados en Ciencias Agrícolas México, 1-2 p.
- Lira-Saldivar, R.H, R. Gamboa-Alvarado, L.A. Villareal-Cardenas, R.G López- Campos, F. Jiménez-Díaz. 2002. Hidrosoluble extracts of *Larrea tridentata* from two desertic zones in the north of México and their inhibitory effect on *Fusarium oxysporum*. Phytom –Int. J. Exp. Bot. 167-172.
- Lira-Saldivar R.H., M. Hernández-Suárez, F.D. Hernández-Castillo. 2006. Activity of *Larrea tridentata*, Coville L. extracts and chitosan against fungi that effect horticultural crops. Rev. Chapingo Serie Hort. 12(2): 211-216.
- Matsumara, F. 1976. Toxicology of insecticides. Second edition. Plenum press. New York, USA. 503pp.
- Montes-Belmont R., V. Cruz-Cruz, G. Martínez-Martínez, G. Sandoval-García, R. García-Licona, S. Zilch-Domínguez, L. Bravo-Luna, K. Bermúdez-Torres, H.E. Flores-Moctezuma, M. Carvajal-Moreno. 2000. Propiedades antifúngicas en plantas superiores. Análisis retrospectivo de investigaciones. Rev. Mex. Fitopatol. 18(1):125 - 131.
- Montes, B.R., C.V. Cruz, P.M. Domingo. 1990. Control

- de la roya del frijoles mediante extractos vegetales, bajo condiciones de campo en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca , XVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, Culiacán , Sinaloa, México. 104 p.
- Montes B.R., M.G. Martínez. 1992. Control de la cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*) y del mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) de la calabacita mediante extractos vegetales en los valles altos de Oaxaca. Rev. Mex. Fitopatol. 10(1): 186-191.
- Narro, F.E. 1994. Física de suelos con enfoque agrícola. Editorial Trillas S.A. de C.V. México D.F., primera edición. 33-37 pp.
- Narro, F.E. 1995. Nutrición y sustancias húmicas en el cultivo de papa, UAAAN, Memorias del Congreso Nacional de Productores de papa, IICA. 32-33 pp.
- Norton, B.W. 1994. The significance of tannins in tropical animal production, School of land and food. The University of Queensland, Brisbane Qld 4072, Australia, Abstract. 15 p.
- Pratley, J.E., M. An, T. Haig. 1999. Following a specific protocol to establish allelopathy conclusively, an Australian case study. In: Macias, A.F., Galindo, C.G.
- Price, M.L., S. Van Scoyoc, L.G. Butler. 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in soya bean grain. J. Agric. Food Chem. 26 (1); 1214 – 1218.
- Robineau, L. 1991. Hacia una Farmacopea Caribeña, Santo Domingo, Rep. Dominicana; Enda Caribe. 475 p.
- Rodríguez del Angel J.M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Editorial Trillas, primera edición. México D.F. 28-37 pp.
- Sade, K.P.C. 2000. Trouble shooting HPLC Systems a Bench Manual, Primera Edición: John Wiley and Sons, New York, USA. 138 pp.
- Sainz del Rio J.F., S.E. Bornemiza. 1961. Departamento de Energía Nuclear, Centro Tropical de Investigación y Enseñanza, Instituto de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica. 5-94 pp.
- Sarukham, J. 1995. Diversidad Biológica, Universidad de México, 536(1):3 – 10.
- Sharma, S.S., T.K. Bhat, R. Dawra. 2000. A spectrophotometric method for assay of tannins using rhodantina, Analytical Biochem. 279(1):85 – 89.
- Singleton, J. Rossi. 1965 . Determination of Tannins in wines J. Enol. Vític. 6(3): 114.
- Toledo, V.M. 1994. La diversidad biológica de México, nuevos retos para la investigación en los noventa. Ciencias 34(1):43 – 59.
- Tomas-Lorente, F., E. Iniesta-Sanmartín, F.A. Tomás-Borboran, W. Trowitzch-Kienast, V. Wray. 1989. Antifungal Phloroglucinal derivatives and lipophilic flavonoids from *helichrysum decumbens*. Phytochem. 28(1):1613 – 1616.
- Valadez M.E., D.M.L. Ortega, Z.L. Fuciovsky, C.A. Caballo. 1986. Centro de genética, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, pigmentos del frijol con acción bactericida sobre *Pseudomonas syringae* y *Xanthomonas campestris* Soc. Mex. De Fitopatología, XIII Congreso Nacional, VI Reunión anual, Museo regional de Tuxtla Gtz. Chiapas. 55 p.
- Valcárcel C.M., M. Gómez Valcárcel, A. Gómez Henz. 1994. Técnicas analíticas de separación. Editorial Reverté S.A., Primera Edición. 778 pp.
- Waterman, P.G., A.I. Gray, 1987. Chemical Systematics. Nat. Prod. Reports. 4(1); 175-203.
- Waterman, P.G., Simon Mole. 1987. Critical analysis of techniques for measuring tannins in ecological studies. Techniques of chemically defining tannins. Oecol. 72 (1):137 – 147.
- Waterman, P.G., Simon Mole. 1994. Methods in Ecology – Análisis of plant phenolic , plant metabolites. 1-74 pp.
- Wilson, T.C., A.E. Hagerman. 1990. Quantitative determination of ellagic acid. J. Agric. Food Chem. 38 (1):1678 – 1683.
-

Actividad Inhibitoria de Actinomicetos aislados de Hormigas Cultivadoras de Hongos (Hymenoptera: Formicidae) sobre *Colletotrichum lindemuthianum* y *Rhizoctonia solani*

María Del Rosario Sánchez-Ovalle*, Sergio René Sánchez-Peña, Gabriel Gallegos-Morales, Abiel Sánchez-Arizpe

Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923. Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. E-mail: m_ross31@hotmail.com. (*Autor responsable).

Abstract

Twenty nine strains of actinomycetes were isolated from the outer surface of leafcutter ants (fungus cultivators), sampled in the Mexican states of Coahuila, Nuevo Leon and Tamaulipas. Different species of the genera *Acromyrmex*, *Atta*, *Cyphomyrmex*, *Mycocetopus*, and *Trachymyrmex*, were collected. The inhibitory activity of these isolates *in vitro* with *Rhizoctonia solani* and *Colletotrichum lindemuthianum* was evaluated on a Czapek's agar plate. Of these 29 isolates, 13 showed inhibitory activity, 11 inhibited *C. lindemuthianum* and 3 *R. solani*, being different among them the isolates for each tested pathogen, except for strain AC14, which showed inhibition in both species found a 68.18% and 43.06% inhibition of *C. lindemuthianum* and *R. solani* respectively. Actinomycetes present in leafcutter ants can act as biological control agents for *R. solani* and *C. lindemuthianum*.

Key words: Antagonism, cutting ants, *Rhizoctonia solani*, *Leucocoprinus*, inhibition

Resumen

Se aislaron 29 cepas de actinomicetos de la superficie externa de hormigas cortadoras (cultivadoras de hongos), muestreadas en los estados mexicanos de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, recolectándose especies diferentes de los géneros *Acromyrmex*, *Atta*, *Cyphomyrmex*, *Mycocetopus*, y *Trachymyrmex*. Se evaluó la actividad inhibitoria de estos aislados *in vitro* con *Colletotrichum lindemuthianum* y *Rhizoctonia solani* en cajas petri con agar Czapeck. De los 29 aislados 13 presentaron actividad inhibitoria, 11 inhibieron a *C. lindemuthianum* y 3 a *R. solani* siendo entre sí distintos los aislados para cada patógeno evaluado, a excepción de la cepa AC14, la cual presentó inhibición en ambos patógenos encontrándose un 68.18% y 43.06% de inhibición sobre *C. lindemuthianum* y *R. solani* respectivamente. Los actinomicetos presentes en hormigas cultivadoras pueden actuar como agentes de control biológico de *R. solani* y *C. lindemuthianum*.

Palabras clave: Antagonismo, hormigas cortadoras, *Rhizoctonia solani*, *Leucocoprinus*, inhibición.

Introducción

Los microorganismos fitopatógenos han sido, por muchos años, los causantes de daños en cultivos de importancia para la alimentación. El control químico es el que se ha empleado más comúnmente y el que más problemas de contaminación ambiental ha causado, tales como resistencia, persistencia, toxicidad para el hombre y su medio ambiente (Weller, 1988). Es por ello, que se han buscado alternativas para su control, una de ellas es mediante el uso de microorganismos como bacterias y hongos.

Este método de control es persistente en el suelo, e inofensivo para plantas y animales, no causa envenenamiento por residuos y es de bajo costo (Atkinson y Watson, 2000). Aunado a ello se ha demostrado que la efectividad de los fungicidas producidos por microorganismos antagonistas está teniendo mayor interés, como alternativa para el combate de plagas.

La asociación tripartita entre bacterias (actinomicetos) que producen antibióticos, y el hongo *Leucocoprinus* - que crecen asociados a hormigas cultivadoras de hongos- puede proporcionar una nueva vía para la identificación,

producción y aplicación de antibióticos para el tratamiento de algunas enfermedades tanto en seres humanos como en otros organismos (Currie *et al.*, 1999).

Se ha encontrado la presencia de una especie del género *Streptomyces* o *Pseudonocardia* en el cuerpo de las hormigas. Este grupo de bacterias filamentosas, generalmente grampositivas, forma una estructura de filamentos ramificados y se desarrollan en un micelio.

Estas bacterias filamentosas producen antibióticos que actúan específicamente sobre los parásitos que invaden los hongos que sustentan a las hormigas. Estos metabolitos suprimen el crecimiento del hongo *Escovopsis*, un parásito que destruye a los hongos simbióticos con las hormigas. Este tercer integrante simbiótico se transmite verticalmente de las hormigas progenitoras a las colonias nacientes (Abyad, 1996)

Uno de los hongos fitopatógenos importantes es *Colletotrichum lindemuthianum* agente causal de Antracnosis, es la principal enfermedad en zonas situadas en altitudes mayores a los 1,000 m; la infección y desarrollo de este patógeno son favorecidos por temperaturas frescas (13-25 °C) y alta humedad relativa, en forma de lluvias moderadas y frecuentes. Las fuentes primarias de inóculo provienen de residuos de cosecha, semillas infectadas y plantas enfermas en lotes vecinos. La enfermedad es diseminada por semilla contaminada y por salpicadura de lluvia. La antracnosis puede afectar cualquier órgano aéreo, desde el estado de germinación hasta el llenado de vaina y formación de grano (madurez fisiológica). Externamente aparecen manchas de borde definido oscuro-rojizo (Agrios, 1985). Otro de los hongos fitopatógenos más importantes del suelo es *Rhizoctonia solani* que afecta al cultivo de papa de diferentes maneras. Se encuentra distribuido en suelos de todo el mundo, cultivados, o no cultivados, constituye un patógeno extendido en los sistemas de cultivo de papa y causa necrosis en las partes tiernas de plantas jóvenes, ataca tallos y estolones. Los daños más severos se producen en primavera, poco después de la plantación; el hongo afecta los brotes subterráneos anulando o retardando su emergencia, especialmente en suelos fríos y muy húmedos lo que da como resultado desigualdad en el crecimiento, plantas débiles y fallas de emergencia (Randall, 1993).

Este hongo se puede encontrar en forma de esclerocio en el suelo, y en la superficie de tubérculos y el micelio en restos vegetales. La población de *R. solani* puede incrementarse cuando se cultiva papa en el mismo campo sucesivamente. El usar papa-semilla altamente infestada de esclerocios también favorece el incremento de inóculo en el suelo (Agrios, 1985). Las fallas de emergencia en campo, producto del ataque del hongo en brotes

emergentes, y los canchales en estolones y tallos, reducen el número de plantas por hectárea, lo que da como resultado una disminución en el rendimiento final. Sin embargo, el mayor daño es el incremento de tubérculos pequeños, deformes y agrietados, aumentando de esta forma el desecho, perdiendo capacidad comercializadora. La enfermedad es reconocida como un problema significativo para los productores, por las pérdidas económicas que ocasiona (Carling y Leiner, 1990).

Es por eso que se consideró de importancia llevar a cabo un programa de selección de actinomicetos simbióticos de hormigas, que tuvieran capacidad antagonista (fungistática o fungicida) a través de bioensayos. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar si los antibióticos que generan tienen actividad inhibitoria antagonista (fungicida o fungistática) sobre *Rhizoctonia solani* y *Colletotrichum lindemuthianum*.

Materiales y Métodos

Ubicación del área de trabajo

El trabajo se realizó en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coah., México durante el periodo de septiembre de 2005 a septiembre de 2006.

Muestreo

Se llevo a cabo en zonas desérticas de Coahuila, Tamaulipas y Nuevo León recolectándose especies diferentes de los géneros *Acromyrmex*, *Atta*, *Cyphomyrmex*, *Mycocepurus*, y *Trachymyrmex*. El muestreo se realizó al azar en distintos hormigueros. Las muestras se guardaron en recipientes de polietileno previamente etiquetados, que se trasladaron en hieleras al laboratorio, donde se colocaron a temperaturas de 20 a 25° para su posterior procesamiento, el cual consistió en seleccionar las hormigas que presentaban mayor desarrollo del actinomiceto adherido a su tórax (Figura 1).

Aislamiento de actinomicetos

Se prepararon cajas petri con medio Agar Caseína Almidón suplementado con glicerol (ACA-G), selectivo para actinomicetos. De cada una de las muestras obtenidas en campo, se colocó a las diversas hormigas en tubos ependorff estériles de 2 mL debidamente etiquetados. Una vez solidificado el medio en las cajas petri se procedió a extraer y purificar el actinomiceto adherido a las distintas muestras de hormigas con asas bacteriológicas estériles, se incubaron a 30 ± 25 °C durante 5 días. El procedimiento anterior se realizó con asepsia en una cámara de flujo laminar. Las colonias con morfología típica polvorosa de actinomicetos, con olor a tierra mojada fueron purificadas

en medio Czapek Dox Agar (CDA) (Difco). La conservación se llevó a cabo por resiembras periódicas en cajas petri con el mismo medio, manteniéndolas en refrigeración a 4 °C para su posterior evaluación.

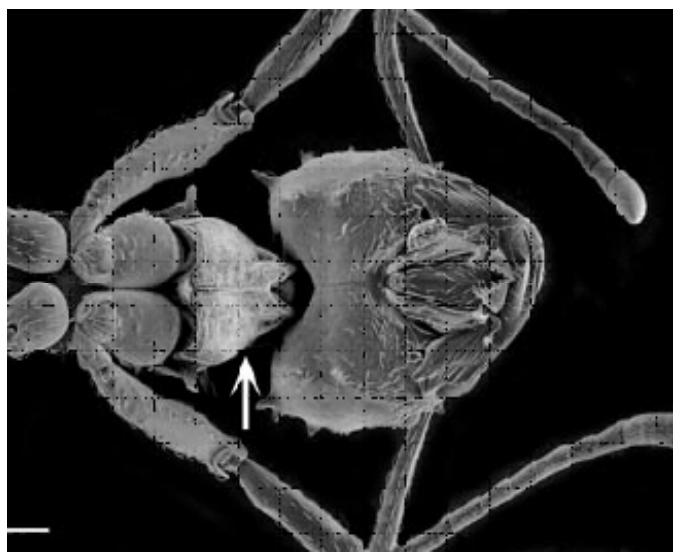


Figura 1. Actinomicetos adheridos al tórax de hormigas cultivadoras de hongos. Justo debajo de la boca es donde se resguardan. Al momento de realizar la siembra de su hongo simbionte, estas hormigas, también inoculan la bacteria que regula al hongo patógeno.

Aislamiento de Patógenos a evaluar

El aislamiento de los patógenos se realizó a partir de siembras de tejido dañado por el hongo, en papa recolectada con costra negra. Estos se lavaron, luego, con agua corriente, y se extrajeron trozos pequeños que, seguidamente, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 3 %, se lavaron 3 veces con agua destilada estéril para eliminar el exceso de cloro y se secaron con papel estéril. Los trozos se colocaron en cajas petri con medio Papa Dextrosa Agar (PDA), las cajas se incubaron a una temperatura de 25 °C por 4-5 d, para el desarrollo y su posterior purificación e identificación según Sneh *et al.* (1991). La conservación de cepas de *C. lindemuthianum* y *R. solani* fueron en medio de cultivo PDA.

Prueba de antibiosis *in vitro*

Para llevar a cabo la selección de los actinomicetos con acción antagonica hacia *C. lindemuthianum* y *R. solani*, las cepas aisladas del tórax de las hormigas fueron sembradas en Czapek Dox Agar, colocando 3 explantes de 4 mm de diámetro en 3 puntos cardinales de la caja petri. Los explantes de actinomicetos sembrados en las cajas petri se incubaron a 25 °C por 72 h. Una vez

transcurrido ese tiempo, se procedió a colocar un disco de micelio del hongo del mismo diámetro que los actinomicetos en el centro de la caja, el testigo consistió en colocar un explante de 4 mm de diámetro de *R. solani* en el centro de dos cajas petri con medio czapek. Las placas se incubaron a 25 °C por 5 días. Para la evaluación posterior al tiempo de incubación, se procedió a medir con un vernier digital el crecimiento diametral de cada fitopatógeno a 5 días contra las cepas de actinomicetos en comparación con el crecimiento del hongo en el testigo (Castillo, 2000). El diseño estadístico que se utilizó fue comparación de medias con bloques completamente al azar con 3 repeticiones, donde los tratamientos se representaron por las cepas de actinomicetos. La unidad experimental consistió en una caja petri, para determinar las mejores cepas, se realizó la prueba de Tukey $P=0.05$.

Resultados y Discusión

Aislamiento de actinomicetos

El medio utilizado para el aislamiento de actinomicetos, el agar caseína almidón suplementado con glicerol permitió el aislamiento de 29 cepas de actinomicetos con efecto antagonico hacia otras bacterias y hongos presentes en el medio. Descrito anteriormente por Richter *et al.* (1994) quienes aislaron *Streptomyces* de la rizósfera del pino rojo en medio agar caseína almidón con antagonismo o comensalismo hacia los hongos *Laccaria bicolor* y *L. baccata*; y con Nesmith *et al.* (1985) y Liu *et al.* (1994), quienes utilizaron el medio ACA (suplementado con quitina) y lograron aislar una gran cantidad de cepas de *Streptomyces*.

Prueba de antibiosis *in vitro*

De las 29 cepas de actinomicetos que se aislaron, y se evaluaron se obtuvo como resultado que solo 11 mostraron una inhibición sobre *C. lindemuthianum* con un promedio de 31.2 %; estas cepas fueron seleccionadas para realizar una segunda evaluación. La comparación de medias indica que el mejor tratamiento fue la cepa AC13 con 88.0 % de inhibición, siendo estadísticamente superior al resto de las demás evaluadas. Este tratamiento fue seguido de la cepa AC14 con 68.18 % y posteriormente las cepas AC15, AC17, AC22, AC24, AC5, AC9, AC19, AC6 con porcentajes de 35, 29, 22.7, 22.7, 18.18, 17.1, 13.6, y 12.7 % respectivamente (Cuadro 1). Y para *R. solani* se obtuvo que de las 29 cepas de actinomicetos aislados solo 3 presentaron actividad inhibitoria con un promedio de 42.3 % de inhibición (Cuadro 2). La cepa AC29 fue mejor estadísticamente (Tukey $P=0.05$) con 58.06 % de inhibición, seguida de la cepa AC14 con un 43.06 % y por último la cepa AC20 con un porcentaje de 25.9 %.

Cuadro 1. Comparación de medias de medias de porcentajes de inhibición *in vitro* de diferentes cepas de actinomicetos en cultivos duales sobre *Colletotrichum lindemuthianum*.

Actinomiceto	Inhibición (%)
AC 13	88.0 A
AC 14	68.18 B
AC 18	35.0 C
AC 15	29.0 C
AC 17	22.7 CD
AC 22	22.7 CD
AC 24	18.18 CD
AC 5	17.0 D
AC 9	15.9 DE
AC 19	13.6 E
AC 6	12.7 E

C.V. 6.25. Tukey (P=0.05)

Cuadro 2. Comparación de medias de los porcentajes de inhibición *in vitro* de diferentes cepas de actinomicetos en cultivos duales sobre *Rhizoctonia solani*.

Actinomiceto	Inhibición (%)
AC 29	58.06 A
AC 14	43.06 B
AC 20	25.9 C

C.V. 12.53. Tukey (P=0.05)

Conclusiones

El uso del medio de cultivo agar caseína almidón combinado con glicerol (ACA+G) es un medio adecuado para el aislamiento de actinomicetos contenidos en el tórax de las hormigas de los géneros *Acromyrmex*, *Atta*, *Cyphomyrmex*, *Mycocepurus*, y *Trachymyrmex*.

En la superficie del tórax de las hormigas de las especies colectadas en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, están presentes actinomicetos con altos porcentajes de inhibición o antagonismo *in vitro* hacia *Colletotrichum lindemuthianum* y *Rhizoctonia solani*.

La cepa AC13 extraída de hormigas del genero *Cyphomyrmex* del estado de Nuevo León mostró el mayor porcentaje de inhibición del crecimiento de *Colletotrichum lindemuthianum* (88 %) y la mejor cepa AC29 extraída de la hormiga del género *Cyphomyrmex* del estado de Tamaulipas fue la que presentó mayor porcentaje de inhibición (58.06 %) contra *Rhizoctonia solani*.

Para la selección de actinomicetos con potencial activo inhibitorio es útil la evaluación *in vitro* para control de *Colletotrichum lindemuthianum* y *Rhizoctonia solani*.

Literatura Citada

Abyad, M.S., M. A. Sayed, A.R. Shanshoury, S.M. Sabbagh. 1996. Antimicrobial activities of *Streptomyces pulcher*, *S. canescens* and *S. citroflourescens* against fungal and bacterial pathogens of tomato in vitro. *Folia Microbiol.* 41(4): 321-328.

Agrios, N.G. 1985. *Fitopatología*. Ed. Limusa. México, D.F. 756 p.

Atkinson, D., C.A. Watson 2000. The Beneficial Rhizosphere: a dynamic entity. *Appl. Soil Ecol.* 15(2): 99-104.

Carling, D.E., R.H. Leiner. 1990. Effect of temperature on virulence of *Rhizoctonia* on potato. *Phytopathol.* 80 (10): 930-933.

Currie, C. R., J.A. Scott, R.C. Summerbell, D. Malloch. 1999. Fungus-growing ants use antibiotic producing bacteria to control garden parasites. *Nature* 398: 701-704.

Castillo, F.E. 2002. Efectividad *In vitro* de Actinomicetos aislados de Rizósfera de papa sobre *Rhizoctonia solani* Kühn. *Rev. Mex. Fitopatol.* 22(2): 203-207

Nesmith, W.C.Y., S.F. Jr. Jenkins. 1985. Influence of antagonists and controlled matric potential on the survival of *Pseudomonas solanacearum* in four North Carolina soil. *Phytopathol.* 75:1182-1187

Liu, D., B.E. Paulsrud, L.L. Kinkel, N.A. Anderson. 1994. Evaluation of isolation procedures and soil sources in selecting pathogensuppressive *Streptomyces* strains. (Abstract) *Phytopathol.* 84:1204

Randall, C.R. 1993. *Potato health management*. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA. 193 p.

Richter, D.L., T.R. Zuelling, S.T., Bagley, J.N. Bruhn, 1994. Effects of red pine mycorrhizosphere streptomycetes on in vitro growth of ectomycorrhizal fungi. *Phytopathol.* 84:1760.

Sneh, B., L. Burpee, A. Ogoshi. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. American Phytopatological Society, St. Paul, MN, USA. 133 p.

Weller, D.M. 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rizosphere with bacteria. *Ann Rev. Phytopathol.* 26: 379-407.

Distribución Espacial y Efecto de densidades de Población de *Tetranychus urticae* Koch en el rendimiento de Maíz Forrajero

Osmar Ventura López-López¹, Ernesto Cerna-Chavez¹, Ricardo Flores-Canales¹, Luis Patricio Guevara-Acevedo¹, Mohammad H. Badii², Jeronimo Landeros-Flores^{1*}

¹Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coahuila, México; ²Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, A. Postal 391 San Nicolás de los Garza, Nuevo León C.P. 66450, México. Tel: + 52-844-411-03-33; fax +52-844-411-02-28). E-mail: jlanflo@uaaan.mx (*Autor responsable).

Abstract

The spatial distribution of *Tetranychus urticae* Koch was identified on the front and the underside of leaves in three plant strata (low, medium and high) of forage maize plants, and the effect of different levels of population of forage maize yield. The experiment was conducted at the experimental station of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) located in San Pedro, Coah., Mexico. Relationship between the average density of two-spotted mite in the plant, and the variance expressed by Taylor's power law was highly significant, the slopes were nearly identical and significantly > 1 in all cases, therefore the spatial distribution was highly aggregated on the underside of the leaf, and in the middle of the plant. The results on the effect of different densities of *T. urticae*, in fresh and dry weight were highly significant, but were not so for plant height, with a 82,75 percent infested leaves and half the population of 8,968.50 mites may reduce the yield to 30,75 and 32,08% for fresh weight and weight, respectively.

Key words: Spatial distribution, *Tetranychus urticae*, *Zea mays*, Taylor's power law, yield.

Resumen

Se determinó la distribución espacial de *Tetranychus urticae* Koch en el haz y el envés de la hoja en tres estratos de la planta (bajo, medio y alto) de maíz forrajero, y el efecto de diferentes niveles de población en el rendimiento de maíz forrajero. El experimento se llevó a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro localizado en San Pedro, Coah., México. La relación entre la densidad media del ácaro de dos manchas en la plantas, y la varianza expresada por la Ley de Poder de Taylor fue altamente significativa; las pendientes fueron cercanamente idénticas y significativamente mayores que 1 en todos los casos, por lo tanto la distribución espacial fue altamente agregada en el envés de la hoja y en la parte media de la planta. Los resultados acerca del efecto de diferentes densidades de *T. urticae*, en el peso fresco y seco, fueron altamente significativos pero no lo fueron para altura de planta, con un porcentaje de 82.75 hojas infestadas y una media poblacional de 8,968.50 ácaros puede reducir el rendimiento hasta el 30.75 y 32.08 % para peso fresco, y peso respectivamente.

Palabras clave: Distribución espacial, *Tetranychus urticae*, *Zea mays*, Ley de Poder de Taylor, rendimiento.

Introducción

El ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), es catalogado como la plaga principal en una gran variedad de plantas (Jeppson *et al.*, 1975). Es una plaga polífaga que se ha reportado en más de 900 especies hospederas, y es reportada como plaga importante al menos en 30 plantas cultivadas, entre las cuales se encuentran, el maíz, algodón, frijol, melón, pimienta, tomate, berenjena, y rosal (Helle y Sabelis, 1985 y Navajas *et al.*, 1998); también se le encuentra atacando

calabaza y pepino (Johnson y Lyon, 1991). Jussey y Scopes (1985); Nihoul *et al.* (1991) y Bezert (1999), mencionan que en muchas partes del mundo se ha vuelto una plaga muy importante en tomate, y se le reporta como un problema serio en el cultivo de maíz en regiones áridas y semiáridas (Owens *et al.*, 1976; Ortega, 1987); su potencial reproductivo le permite incrementar su población hasta en cuatro veces en un periodo de tres semanas Zhag y Sanderson (1995). *T. urticae* causa daños severos en el cultivo de maíz por la perforación y succión del tejido foliar,

causa un secado de las hojas en forma gradual, y reduce el rendimiento total en grano Ehler (1974). Archer y Binnun (1993), mencionan que esta especie puede llegar a causar pérdidas significativas en maíz durante su desarrollo, llegando a tener pérdidas del 20 %. Gorman *et al.* (2001), mencionan que la arañita de dos manchas, al alimentarse, reduce el área de actividad fotosintética pudiendo ocasionar abscisión de la hoja. Bacon *et al.* (1962), reportaron pérdidas hasta del 47 % en maíz.

El control químico se ha utilizado ampliamente para el combate de esta plaga, sin embargo ésta práctica tiene, entre sus principales desventajas, la destrucción de la fauna benéfica, y el desarrollo de resistencia a los químicos utilizados (McMurtry *et al.*, 1970; Jeppson *et al.*, 1975); razón por la cual se hacen nuevos estudios ecológicos siguiendo la secuencia de las poblaciones a fin de obtener información que permita efectuar un mejor manejo.

Recientemente *T. urticae* se ha constituido como la plaga principal en maíz forrajero en algunos estados de México, sin conocer en la actualidad el impacto real de sus poblaciones; es por eso que el objetivo de ésta investigación fue determinar la distribución espacial y el efecto de diferentes densidades de *T. urticae* en el rendimiento de maíz forrajero.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló en dos etapas en un campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), localizado en el municipio de San Pedro, Coah., México. La primera etapa se desarrolló en un lote de 2000 m² de maíz forrajero (híbrido SB 203). La siembra se realizó en surcos de 0.85 m de ancho por 100 m de largo y un promedio de 10 plantas por m⁻¹. Al

inicio del experimento se fertilizó mediante la fórmula 120-40-00 compuesto de 226.84 kg de nitrógeno en forma de urea y 86.95 kg de fosfato de amonio respectivamente y después de la siembra se realizó un riego a saturación de suelo. Después de la germinación se realizaron observaciones periódicas para detectar el momento de aparición de la arañita de dos manchas en el cultivo y posteriormente iniciar una serie de muestreos semanales que consistieron en el recuento del número de ácaros presentes en tres estratos de la planta (bajo, medio y alto) así como en el haz y en el envés utilizando para ello una lupa 4x, además se registró la altura de la planta muestreada. Los datos registrados se analizaron utilizando el modelo conocido como Ley de Poder de Taylor (1961).

La segunda etapa del experimento se realizó con el fin de determinar el nivel de daño causado por diferentes densidades de *T. urticae* en este cultivo, utilizando para esta etapa la misma fertilización y riegos que en el paso anterior, y la infestación fue de forma natural, para ello se etiquetaron 200 plantas en forma aleatoria, y se tomaron registros semanales del número de ácaros, en cada una de ellas, en todo su desarrollo fenológico.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 20 tratamientos (nivel de densidad de ácaros) y 10 repeticiones. Cuando las plantas presentaron los granos en estado lechoso masoso, se cortaron a ras del suelo, y se registraron la altura y el peso fresco, en seguida se colocó el material en una cámara de secado y después de tres días se registró el peso seco. Los datos registrados fueron correlacionados con el número de ácaros a través de una serie de regresiones simples. Para ello se ordenaron los datos obtenidos de las 200 plantas en estudio, y se analizaron en grupos de 10 de acuerdo a su densidad y al

Cuadro 1. Índices de agregación de *Tetranychus urticae* (Koch) en cada muestreo realizado durante todo el ciclo del cultivo, en base a 100 plantas de maíz forrajero seleccionadas al azar (P/V 2005).

Muestreo	No. Ácaros / Estrato						Taylor	R ²	P > F
	Bajo		Medio		Alto				
	H	E	H	E	H	E			
23-Abr-05	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
30-Abr-05	0	2006	0	612	0	3	1.67	0.68	<0.0001
07-Abr-05	0	4531	0	1013	0	0	1.78	0.83	<0.0001
14-May-05	0	3125	0	1687	0	181	1.73	0.93	<0.0001
21-May-05	0	1205	0	2857	0	228	1.73	0.94	<0.0001
28-May-05	18	9373	45	9747	0	2290	1.75	0.96	<0.0001
04-Jun-05	70	10006	85	11932	11	1588	1.83	0.97	<0.0001
11-Jun-05	181	24679	267	29960	57	2012	1.89	0.97	<0.0001
18-Jun-05	158	26046	242	28825	104	56910	1.85	0.91	<0.0001

H: haz; E: envés

promedio expresado en ácaros/día/hoja (Ruppel, 1983), de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Ácaros/día/hoja} = \frac{1}{2} (\text{población inicial} + \text{población final}) \times \text{tiempo}$$

Por último se obtuvo el porcentaje de reducción en cada uno de los parámetros en estudio. En base a las plantas que tuvieron menor densidad de ácaros. Se realizaron análisis de regresión entre el promedio de ácaros y altura, peso fresco, y peso seco, así como un análisis de varianza para analizar diferenciación entre los diferentes niveles de infestación. Todas las variables evaluadas fueron analizadas usando el programa estadístico (SAS Institute 2007), y una prueba de Duncan al 0.05 para separar la media de los tratamientos.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos sobre la distribución espacial, de acuerdo al modelo matemático Ley de Poder de Taylor. Como se puede observar, en los primeros tres muestreos se registró una densidad más alta en el estrato bajo y, a partir del cuarto muestreo, la mayor densidad se presentó en el estrato medio. En todos los casos con una marcada incidencia en el envés de la hoja.

Observaciones al respecto demuestran claramente que las poblaciones de ácaros comienzan a desarrollarse primeramente en el envés de las primeras tres hojas, posteriormente se incrementa la densidad e invaden el estrato medio y, finalmente, el estrato superior aunque en menor grado. Lo anterior confirma lo señalado por (Archer y Bynnum Jr, 1993), quienes mencionaron que el daño en la planta inicia en la parte inferior y se distribuye después por toda la planta pudiéndola secar cuando las densidades son muy altas. Es importante señalar que, aunque no se llevó un registro del índice de daño se notó muy claramente el impacto que este ácaro ocasionó en la parte inferior de la planta. Al respecto (Bacon *et al.*, 1962; Chandler *et al.*, 1979; Pickett y Gilstrap, 1985), mencionan que la alimentación de los ácaros provoca el secado de las hojas y, por consecuencia, reducen el rendimiento del cultivo.

En el Cuadro 2 se presenta el porcentaje de hojas infestadas de acuerdo al total de hojas muestreadas. Como se puede observar, el porcentaje de hojas infestadas más alto fue de 83 % con una densidad promedio de 557.40 ácaros/planta. Además, con excepción del último muestreo en donde se registró un decremento en la densidad de ácaros en todos los muestreos la densidad poblacional fue en aumento, siempre con la tendencia de emigrar hacia hojas menos infestadas ya que las primeras hojas fueron

Cuadro 2. Porcentaje de hojas infestadas y densidad promedio de la población de *Tetranychus urticae* en el cultivo de maíz forrajero (P/V 2006).

Muestreo	Ácaros-Día Acumulados	Promedio de ácaros/hoja			No. de Planta	% de hojas Infestadas	
		Bajo	Medio	Alto			
29-Abril-06	102.2	1.35 d	0.004 c	0.00 b	1.35 b	9.02 d	5.29 f
6-Mayo-06	264.7	3.19 d	0.950 c	0.00 b	4.14 b	16.52 d	14.04 e
13-Mayo-06	490.8	7.26 dc	4.180 c	0.97 b	12.41 b	49.65 d	22.33 e
20-Mayo-06	719.0	9.91 bcd	6.960 c	1.40 b	18.27 b	73.06 cd	34.13 d
27-Mayo-06	1757.3	13.86 bcd	10.290 c	2.52 b	26.67 b	106.70 cd	34.75 d
3-Junio-06	3944.9	33.90 abc	23.680 bc	6.29 b	63.87 ab	332.62 bc	54.58 c
10-Junio-06	4848.5	49.44 a	87.000 a	26.77 a	163.21 a	654.73 ab	64.58 b
17-Junio-06	4456.0	35.16 ab	73.410 ab	30.79 a	139.36 a	557.40 a	82.75 a

Las medias en cada columna seguidas de la misma literal no son significativamente diferentes (P=0.05; Prueba de rango múltiple de Duncan [SAS Institute 2007]).

secadas completamente debido a la alimentación, este movimiento se hizo muy notorio. Margolies y Kennedy (1985), mencionaron que el movimiento de ácaros hacia

el estrato superior de la planta de maíz es con la finalidad de desplazarse a través, e invadir otras plantas utilizando el viento para su desplazamiento.

Cuadro 3. Efecto de diferentes densidades de *T. urticae* -expresado en ácaros/día/hoja sobre altura de planta, peso fresco, y peso seco.

A-D	Altura (cm)	Peso Fresco (g)	% Reducción	Peso Seco (g)	% Reducción
712.13	299.00 a	1145.00 a	3.54	235.70 a	5.83
892.73	303.00 a	1140.00 a	3.96	234.10 a	6.47
1211.47	305.50 a	1133.00 ab	4.55	230.50 a	7.91
1404.67	293.50 a	1110.00 ab	6.49	225.00 ac	10.11
1605.33	301.60 a	1098.00 abc	7.50	223.00 ab	10.91
1897.93	297.00 a	1094.00 abc	7.83	220.50 abc	11.91
2162.53	301.60 a	1074.00 abcd	9.52	219.00 abc	12.50
2501.80	281.00 a	1059.00 abcd	10.78	215.35 abcd	13.96
2870.47	293.20 a	1036.50 abcde	12.68	205.60 abcd	17.86
3420.67	286.50 a	1040.70 abcd	12.32	210.40 abcd	15.94
4270.00	299.50 a	1022.00 abcde	13.90	203.50 abcd	18.70
4876.67	280.70 a	1002.22 abcde	15.57	201.40 abcd	19.54
5506.67	296.66 a	1044.44 abcd	12.01	198.00 abcd	20.89
6743.33	295.00 a	983.30 abcde	17.16	195.00 abcd	22.09
8700.07	290.00 a	966.00 abcde	18.62	192.00 abcd	23.29
10613.40	299.00 a	971.30 abcde	18.17	191.50 abcd	23.49
17920.00	297.70 a	912.00 bcde	23.17	180.00 bcd	28.09
21200.67	284.50 a	880.00 cde	25.86	175.00 dc	30.08
29717.80	286.10 a	851.10 de	28.30	170.00 d	32.08
41853.00	281.70 a	822.00 e	30.75	170.00 d	32.08

Las medias en cada columna seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales (P=0.05; Prueba de rango múltiple de Duncan [SAS Institute 2007]).

En el Cuadro 3 se presentan los datos de las variables, altura de la planta, peso fresco, y peso seco en relación a la densidad poblacional de los ácaros expresados en ácaros/día/hoja. Como se puede observar, en el caso de altura de planta, la prueba de Duncan no muestra diferencias estadísticas, sin embargo se registró una reducción de 17.30 cm., en promedio, en las plantas con mayor infestación comparadas con las plantas de menor infestación; no así para el caso de peso fresco, y seco, donde la prueba de Duncan arroja una diferencia notoria entre los diferentes niveles de infestación, con una notable reducción del peso fresco, y seco, en relación al aumento en la población de ácaros en las plantas. La reducción máxima registrada fue de 30.75 y 32.08 %, respectivamente, con una población de 3487.75 ácaros/día/hoja. Comparado con estudios realizados en maíz, con el ácaro de dos manchas, donde reportan pérdidas en el rendimiento del 22 % (Archer y Bynnum, 1990) y 21 % (Archer y Bynnum 1993).

En el Cuadro 4 se presentan los análisis de varianza para determinar la probabilidad y el efecto de las diferentes densidades de araña roja en las variables evaluadas. Como se puede observar, no se mostraron evidencias estadísticas

del efecto de ácaros en la variable altura de planta.

Cuadro 4. Efecto de diferentes densidades de ácaros en las variables peso fresco, peso seco y altura en el cultivo de maíz forrajero bajo condiciones de campo.

Variable	F	Pr > F	CV	Media
MPeso fresco				
Trat	9.84**	0.008	20.6819	
1019.233				
Rep	2.53**	0.009		
Peso seco				
Trat	1.45**	0.002	21.0982	
204.855				
Rep	2.52*	0.02		
Altura				
Trat	1.12ns	0.3421	1.4478	293.52
Rep	1.02ns	0.2598		

Probabilidad estadística para la significancia de F; *d” 0.05; **Pd” 0.001

Cuadro 5. Relación entre la densidad del ácaro de dos manchas y las variables altura, peso fresco y peso seco en plantas de maíz forrajero.

Variable	Ecuación	E. S	RCME	r ²	Pr > F
Altura (x)	Y= 296.67731- 0.00167	0.000673	6.931	0.2548	0.0232
Peso Fresco (x)	Y= 1086.11 - 0.03677	0.004014	41.328	0.8234	0.0001
Peso Seco (x)	Y= 218.3555 - 0.007466	0.001102	11.344	0.7183	0.0001

Cuadro 6. Pérdida y reducción de las variables peso fresco y peso seco en (cm) de maíz forrajero expuesto a diferentes densidades de *T. uticae*.

No. Ácaros	Peso Fresco	Reducción	%	Peso Seco	Reducción	%
0	1086.11	0	0	218.36	0	0
1	1086.07	0.04	0.02	218.35	0.01	0.02
5	1085.93	0.15	0.04	218.32	0.03	0.04
30	1085.01	0.92	0.12	218.13	0.19	0.12
50	1084.27	0.74	0.19	217.98	0.15	0.19
70	1083.54	0.74	0.26	217.83	0.15	0.26
100	1082.43	1.10	0.36	217.61	0.22	0.36
200	1078.76	3.68	0.70	216.86	0.75	0.70
300	1075.08	3.68	1.03	216.12	0.75	1.05
500	1067.72	7.35	1.71	214.62	1.49	1.73
800	1056.69	11.03	2.73	212.38	2.24	2.76
1300	1038.31	18.39	4.42	208.65	3.73	4.46
1700	1023.60	14.71	5.77	205.66	2.99	5.83
2500	994.18	29.42	8.48	199.69	5.97	8.57
2900	979.47	14.71	9.84	196.70	2.99	9.93
3600	953.73	25.74	12.20	191.48	5.23	12.33
4400	924.31	29.42	14.91	185.51	5.97	15.06
5300	891.22	33.09	17.96	178.79	6.72	18.14
6700	839.74	51.48	22.70	168.33	10.45	22.92
8300	780.90	58.84	28.11	156.39	11.95	28.39

Sin embargo, para los casos de peso fresco y seco los resultados indican claramente diferencias altamente significativas. Este resultado reafirma lo ya expresado en relación al impacto en el decremento de las variables peso fresco, y seco, por la arañita de dos manchas.

En el Cuadro 5 se presentan las ecuaciones de regresión lineal simple con los datos de densidad media poblacional y altura, peso fresco, y seco. Como se puede observar, existe una relación altamente significativa entre el número de ácaros, y el peso fresco, y seco de la planta, y este modelo matemático también refleja significancia entre las densidades poblacionales, y altura de planta, sin embargo el valor de la r² fue mucho menor que en los dos casos.

En el Cuadro 6 se presentan los resultados de rendimiento en relación a niveles de población, utilizando el modelo matemático obtenido de la regresión presentada en el Cuadro 5. Los cálculos de reducción se realizaron con el máximo valor de Y estimada.

Como se puede observar, una población de 300 ácaros, en promedio, produjo un reducción de 1.03 y 1.05 % para peso fresco y seco respectivamente, mientras que 8300 ácaros en promedio causaron una reducción de 28.11 y 28.39 % para las mismas variables. En esta investigación las pérdidas en peso fresco y seco indicaron daños máximos que alcanzaron el 32 % bajo condiciones de infestaciones naturales.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo condiciones de infestaciones naturales, la distribución espacial de *T. urticae* fue de tipo agregada, encontrando mayor densidad en el estrato medio y en el envés de la hoja. El efecto del ácaros de dos manchas fue muy notorio, la densidad promedio más alta encontrada en esta investigación causó pérdidas en el rendimiento de 30.75 y 32.08 % en peso fresco y seco respectivamente, pero no afectó la altura de planta.

Literatura Citada

- Archer, T. L. y E.D. Bynum Jr. 1990. Economic injury level for the banks grass mite (Acari: Tetranychidae) on corn. *J. Econ. Entomol.* 83: 1069-1073.
- Archer, T.L. y E.D. Bynum Jr. 1993. Yield loss to corn from feeding by the banks grass mite and two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Exp. Appl. Acarol.* 17:893-903.
- Bacon, O.G., T. Lyons, y R.S. Baskett. 1962. Effects of spider mite infestations on dent corn in California. *J. Econ. Entomol.* 55:823-825.
- Bezert, J. 1999. *Tetranychus urticae* on processing tomatoes. How to reason cultural practices? *Acta Hort* 487:257-261.
- Chandler, L.D., T.L. Archer, C.R. Ward, y W.M. Lyle. 1979. Influences of irrigation practices on spider mite densities on field corn. *Environ. Entomol.* 8:196-201.
- Ehler, L.E. 1974. A review of the spider mite problem on grain sorghum and corn in West Texas. *Tex. Agric. Exp. Stn. Bull. No.* 1149.
- Gorman, K., F. Hewitt, I. Denholm y G.J. Devine. 2001. New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) in the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. *Pest Mang Sci.* 58:123-130.
- Helle, W. y M.W. Sabelis. [eds]. 1985. Spider mites: their biology, natural enemies and control, vol 1B. Elsevier. Amsterdam, 406 pp.
- Jeppson, L.K., H.M. Keifer y E.N. Baker. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press. California, 614 pp.
- Johnson, W.T., y H.H. Lyon 1991. Insects that feed on trees and shrubs. 2nd ed., rev. Comstock Publishing Associates. 560 p.
- Navajas, M., J. Lagnel, J. Gutierrez y P. Boursot. 1998. Species-wide homogeneity of nuclear ribosomal ITS2 sequences in the spider mite *Tetranychus urticae* contrasts with extensive mitochondrial CO1 polymorphism. *Heredity* 48: 742-752.
- Nihoul, P., G. Van Impe y T. Hance. 1991. Characterizing indices of damage to tomato by the two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) to achieve biological control. *J. Hort. Sci.* 66: 643-648.
- Margolies, D.C. y G.G. Kennedy. 1985. Movement of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, among hosts in a corn-peanut agroecosystem. *Ent. Experim. App.* 37: 55-61.
- McMurtry, J.A., C.B. Huffacker y M. Van de Vrie. 1970. Tetranychid enemies: their biological characters and the impact of spray practices. *Hligardia* 40: 331- 390.
- Ortega, A.C. 1987. Insect Pest of Maize: A Guide for Field Identification. CIMMYT, México, D.F., México.
- Owens, J.C., C.R. Ward, y G.L. Teetes. 1976. Current status of spider mites in corn and sorghum. *Proc. 31st Annual and Sorghum Conf.* (Chicago, II, USA), pp. 38-64.
- Pickett, C.H. y F.E. Gilstrap. 1985. Dynamics of spider mite species (Acarina: Tetranychidae) composition infesting corn. *J. Kans. Entomol. Soc.* 58:503-508.
- Ruppel, R.F. 1983. Cumulative insect-day as an index of crop protection. *J. Econ. Entomol.* 76:375-377.
- Taylor, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature.* 189: 732-735.
- Zhag, Z.Q. y J.P. Sanderson. 1995. Two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse roses: distribution and predator efficacy. *J. Econ. Entomol.* 88(2):352-357.
-

Cambio de Uso de Suelo del Matorral Submontano de Rosáceas y Áreas Adyacentes de la Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coah., México

Sergio Germán Gómez Pérez^{1*}, ²Alejandro Zárate Lupercio, Jesús Valdés Reyna¹ y José Ángel Villarreal Quintanilla¹

¹Departamento de Botánica, ²Departamento Forestal, Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coah., México. E-mail: sergio_gmez@yahoo.com.mx (*Autor responsable).

Abstract

The Sierra de Zapalinamé (Zapaliname mountain range) is a spur of the Sierra Madre Oriental in the transition to the Chihuahuan Desert, declared, in 1996, as a zone subject of ecological conservation by the government of the state of Coahuila. A historical review of processes, or events that caused changes in the structure and distribution of plant communities in an area of 11,432.65 ha for the years 1988 to 2008 was made in order to evaluate the change in land use. Mining, forest fire, and urban growth are the factors affecting the rosaceous submontane forest, in which the total loss, from 1998 to 2008, was 321.73 ha. The main area reduction factor was the growth of the urban area, with a frequency of 9.89%, where the association of submontane forest of *Amelanchier denticulata* - *Purshia plicata* was the most affected, this is why the implementation of biodiversity conservation strategies should take into account the control of anthropogenic disturbances.

Key words: Sierra de Zapaliname, Submontane Rosaceous forest, changes of soil usage, anthropogenic disturbance.

Resumen

La Sierra de Zapalinamé es una estribación de la Sierra Madre Oriental en la transición al Desierto Chihuahuense; decretada como Zona Sujeta a Conservación Ecológica por el gobierno de Coahuila en 1996. Con la finalidad de evaluar el cambio de uso de suelo se hizo una revisión histórica de los procesos, o sucesos, que provocaron cambios en la estructura y distribución de las comunidades vegetales de un área de 11,432.65 ha para el año 1988 al 2008. La minería, los incendios, y el crecimiento de la zona urbana, son los factores que afectan al Matorral Submontano de Rosáceas, en el cual la pérdida total del año 1998 al 2008 fue de 321.73 ha, el principal factor de reducción del área fue el incremento de la zona urbana con una frecuencia del 9.89 %, donde la asociación matorral submontano de *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata* es el más afectado. Por lo que para la implementación de estrategias de conservación biológica se deberá considerar el control de los disturbios antropogénicos.

Palabras clave: Sierra de Zapalinamé, Matorral submontano de rosáceas, cambio de uso de suelo, disturbio antropogénico.

Introducción

México es considerado en el cuarto lugar en diversidad biológica a nivel mundial (Mittermeier, 1988), los matorrales xerófilos ocupan aproximadamente el 50 % del territorio del país, con 6,000 especies estimadas, que representan el 20% de la flora total (Rzedowski, 1978); los matorrales se distribuyen desde Baja California, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo, Distrito Federal, Puebla, Oaxaca hasta Chiapas (Valiente-Banuet *et al.*, 1998); en el estado de Coahuila se desarrollan en el norte-centro (Sierra del Carmen, Municipio de Múzquiz) (Muller, 1947) y sur en la Sierra de Zapalinamé, este llamado Matorral inerm-

parvifolio de rosáceas (Arce y Marroquín, 1985).

La Sierra de Zapalinamé es una estribación de la Sierra Madre Oriental en la transición con el Desierto Chihuahuense (UAAAN, 1998), fuente de suministro de recursos naturales y de recreación; a su vez, su ubicación y sus características geológicas han hecho que sea considerada como el área más importante para la recarga de los mantos acuíferos que abastecen a la ciudad de Saltillo; decretada como Zona Sujeta a Conservación Ecológica por el gobierno de Coahuila en 1996 (Gobierno de Coahuila, 1996), ocupa una superficie de 44,739 ha, de las cuales el matorral submontano de rosáceas representa el 2.86 % (1,820 ha) del área (UAAAN, 1998).

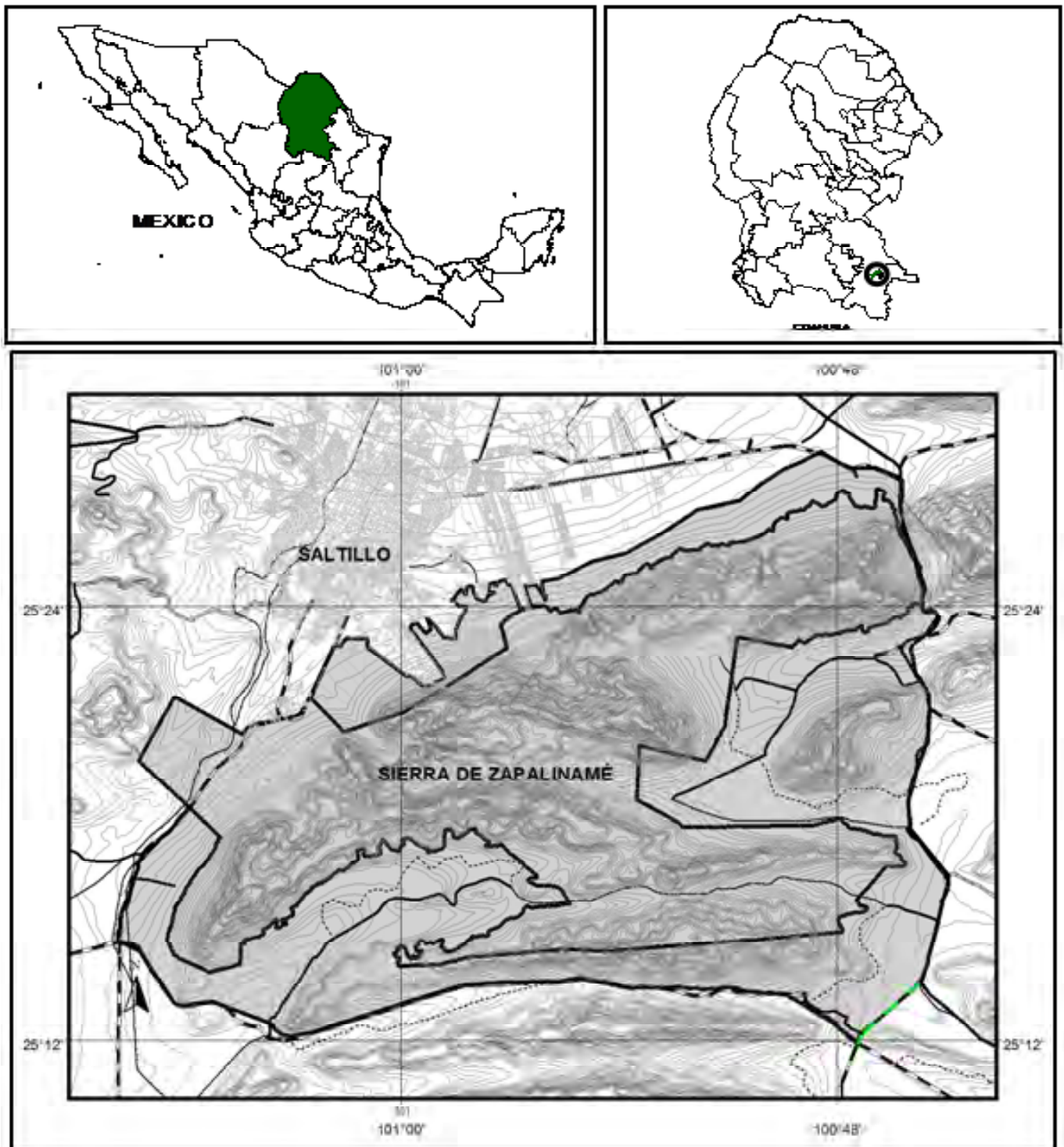


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

El matorral submontano de rosáceas, también llamado matorral denso inerme parvifolio de rosáceas, se encuentra inmerso en un acelerado proceso de colonización urbana; talas, incendios, y se ha incrementado en los últimos años, por consiguiente estos cambios determinan el tipo de vegetación (Marroquín, 1978) y modifica los procesos tendientes hacia un clímax (Arce y Marroquín, 1985), tales cambios varían de

acuerdo con la naturaleza del disturbio (origen, extensión, régimen e intensidad) (Rzedowski, 1978). Por lo que la vegetación es el resultado de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo. Refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como los factores antrópicos y bióticos (Matteucci y Colma, 1982).

Las asociaciones entre las comunidades y el hábitat tienen importancia por su capacidad predictiva, cuanto más investigaciones sistemáticas y detalladas se realicen, más confiable será la capacidad predictiva, por lo que es urgente realizar este tipo de estudios (Matteucci y Colma, 1982).

Las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) permiten una manipulación de la información georreferida, contenida en bases de datos biológicos, para realizar análisis espacial (Murguía y Llorente, 2003), generando información básica para coadyuvar a las estrategias de manejo, agilizando los procesos de análisis necesarios tanto en la parte de diagnóstico como en la formulación de políticas fundamentales para su elaboración (Galeano y Hernández, 1995). Aplicado en estudios de impacto ambiental para la toma de decisiones (Solano y Robinson, 1995-1996), identificación y patrones de distribución (Walker, 1990), así como en la elección de áreas naturales para su protección (Davis *et al.*, 1990).

Por lo anterior es importante el conocimiento ecológico de las comunidades vegetales del área natural protegida. El objetivo de este estudio fue determinar los cambios de uso de suelo, con la finalidad de recuperar las áreas deterioradas, y desarrollar programas de gestión sostenibles y así garantizar la conservación de la diversidad biológica de la Sierra de Zapalinamé. En base a la información generada se reforzarán los programas de conservación y manejo de dicha área natural protegida.

Materiales y Métodos

Area de estudio

La información sobre la localización y geografía física del área de estudio fue tomada de INEGI (1983) y UAAAN (1998); de acuerdo con estas publicaciones, la Sierra de Zapalinamé que se localiza en el sureste de Coahuila, es una estribación de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, en el noreste de México, en la zona de transición entre esta provincia y el Desierto Chihuahuense. La Sierra forma parte de los municipios de Saltillo y Arteaga y queda muy cerca de la ciudad de Saltillo. Se ubica entre los 25° 15' 00" - 25° 25' 58.35" de LN y los 100° 47' 14.5" - 101° 05' 3.8" de LO (Figura 1). Al norte y este colinda con la carretera 57 (México - Piedras Negras), al oeste con la carretera 54 (Saltillo - Zacatecas) y al sur está limitada por la coordenada de latitud 25°15'.

La región pertenece a la Subprovincia de la Gran Sierra Plegada; el macizo incluye valles, planicies y montañas. La orientación de los pliegues transversales es de este a oeste, las altitudes van desde 1,590 m en el pie de monte, hasta los 2200 m en los valles intermontanos, alcanzando su mayor elevación en el Cerro el Penitente a 3,140 m. La

zona serrana generalmente se encuentra disectada por cañones, con pendientes abruptas y topografía accidentada. Las rocas que afloran en el área son sedimentarias marinas del Jurásico y Cretácico; las calizas cubren 43 % del área, las areniscas y los conglomerados 17 %.

Arce y Marroquín (1985) realizaron un estudio detallado de los tipos de vegetación de una parte del macizo montañoso y describieron 11 fitocenosis. En general la cubierta vegetal de las áreas con exposición sur está representada por matorrales rosetófilos y micrófilos. En las partes altas la vegetación está integrada por bosque de pino y oyamel, en los cañones se localizan bosques de encino y, en las laderas bajas de exposición norte y oeste, se presenta el matorral submontano de rosáceas (Marroquín, 1976). Los tipos de vegetación mejor representados son el bosque de pino que ocupa 14.09 % de la superficie total del área protegida, el bosque de piñonero 12.54 % y el bosque de piñonero con matorral xerófilo 9.55 %. El matorral submontano de rosáceas se localiza principalmente en suelos superficiales, someros con poca pendiente, predominan en exposiciones noroeste y sur, en áreas cercanas a la urbanización, en altitudes que varían entre los 1,800 y 2,480 m, donde las especies del estrato superior alcanzan alturas de hasta 4 m (Arce y Marroquín, 1985).

Análisis de cambios en uso de suelo

Se hizo una revisión histórica de los procesos, o eventos, que provocaron cambios en la estructura y distribución de las comunidades vegetales de un área de 11,432.65 ha en el año 1988. Para la determinación de la ocupación actual, en cuanto a los usos y cubierta vegetal del área (Villarreal y Valdés, 1992-1993), se utilizaron ortofotos digitales correspondientes al año 1998, imágenes DigitalGlobe del año 2004, imágenes QuickBird del año 2008 y el programa de manejo de la zona (UAAAN, 1998). El análisis de cambios en el uso del suelo se realizó mediante una comparación de las imágenes en los tres tiempos mencionados. Se establecieron categorías de interpretación de acuerdo a cambios de uso de suelo los cuales son: matorral micrófilo, matorral submontano de rosáceas, bosque de juniperus, bosque de encino, zona urbana, vegetación secundaria, bosque de pino, zacatal, reforestación, minería, sin vegetación, agricultura, matorral rosetófilo, asentamiento, extracción de suelo, bordo abrevadero, pozo y área de recreación.

La información de 2008 se complementó mediante la corroboración de la interpretación que se realizó mediante recorridos de campo, apoyados mediante la ayuda de un GPS se reconocieron los cambios de uso del suelo, estas fueron georeferenciadas e incorporadas al sistema de información geográfica llamado ArcView Gis 3.3. También

se incorporó información de áreas donde se habían producido cambios recientes, como los incendios reportados por PROFAUNA, A.C. en el periodo de 1998-2008.

Se crearon coberturas de uso de suelo para cada año mediante un sistema de información vectorial basado en el formato de polígonos, por consiguiente se generaron bases de datos para cada año, que contienen información de uso de suelo, y área, expresado en hectáreas. Para conocer el cambio de uso de suelo a través del tiempo se realizó una intersección de temas correspondientes a cada año, que consiste en la cuantificación de la sustitución de un uso por otro, y la intensidad del cambio de cada periodo; de esa manera se contabilizó el crecimiento o decremento de las coberturas.

Resultados y Discusión

En las 11,432.65 ha digitalizadas el matorral submontano de rosáceas ha sufrido más cambios, ya que en el año 1998 el área que ocupaba esta comunidad fue de 2,253.99 ha, para el año 2004 el área era de 1,903.18 ha (Cuadro 1), teniendo una reducción de 350.81 ha; para el año 2008 se redujo a 1,814.18 ha; en total la pérdida total del año 1998 al 2008 fue de 321.73 ha.

Cuadro 1. Áreas de los diferentes Usos de Suelo en de 1998-2008.

Uso de suelo	Superficie (ha)		
	1998	2004	2008
Matorral micrófilo	3,039.04	2,913.89	2,717.31
Matorral submontano de rosáceas	2,253.99	1,903.18	1,814.18
Bosque de juniperus	1,928.35	1,714.31	1,536.26
Bosque de encino	1,339.62	1,338.67	1,338.67
Zona urbana	0,463.02	0,900.03	0,961.84
Vegetación secundaria	0,032.10	0,250.84	0,787.66
Bosque de pino	0,738.73	0,738.73	0,611.22
Zacatal	0,512.46	0,512.46	0,512.42
Reforestación	0,333.27	0,333.27	0,321.12
Minería	0,147.07	0,177.10	0,186.94
Sin vegetación	0,101.50	0,133.41	0,136.37
Agricultura	0,152.17	0,119.62	0,104.84
Matorral rosetófilo	0,385.77	0,385.77	0,385.77
Asentamiento	0,002.89	0,006.86	0,013.40
Extracción de suelo	0,001.64	0,002.79	0,002.79
Bordo abrevadero	0,000.91	0,000.91	0,000.91
Pozo	0,000.13	0,000.61	0,000.75
Área de recreación	0,000.00	0,000.21	0,000.21
Total	11,432.65	11,432.65	11,432.65

Le siguen el bosque de juniperus con una pérdida total de 392.10 ha y el matorral micrófilo con 321.73 ha en los más afectados. Estos resultados confirman lo reportado por Portes (2001) quien al realizar una evaluación del cambio de uso de suelo y del paisaje regional en la Sierra Zapalinamé encontró como principales factores: la urbanización, la agricultura, la minería, los incendios, el aprovechamiento forestal y la erosión.

En el área de estudio se encontró la vegetación secundaria como principal cambio, le sigue la zona urbana, la minería, sin vegetación, asentamiento y extracción de suelo. En el municipio de Linares, N. L., García y Jurado (2008) encontraron, en gran parte de las áreas abiertas para actividades agrícolas, pecuarias o forestales, que están ahora cubiertas por vegetación secundaria o en el caso extremo se encuentran desnudas o sin vegetación. Llata-Gómez *et al.* (2006) encuentra en la vegetación de la Sierra Gorda, de Querétaro áreas desmontadas, tanto para la agricultura (11.77 %), como potreros, zonas erosionadas, y manchas urbanas, abarcando en conjunto casi un 16 % del área.

Cuadro 2. Cambios de uso de suelo en el periodo de 1998 al 2004.

Cambio de Uso de Suelo	FR (%)	Superficie (ha)
Matorral submontano-zona urbana	9.89	322.54
Bosque de juniperus-vegetación secundaria	1.10	206.97
Matorral micrófilo-zona urbana	10.99	67.78
Matorral micrófilo-sin vegetación	12.09	23.51
Matorral micrófilo-minería	4.40	22.96
Matorral submontano de rosáceas-sin vegetación	8.79	14.66
Matorral submontano de rosáceas-vegetación secundaria	3.30	11.89
Matorral micrófilo-agricultura	4.40	8.11
Bosque de juniperus-minería	3.30	7.08
Sin vegetación-zona urbana	3.30	6.03
Micrófilo-asentamiento	5.49	2.68
Bosque de juniperus-asentamiento	2.20	1.53
Matorral submontano de rosáceas-extracción de suelo	2.20	1.16
Otros	28.57	2.92

FR = Frecuencia Relativa

Del mismo modo en la cuenca alta del río Santo Domingo, Estado Mérida, Venezuela, se encontró que los principales cambios de uso de suelo son: área agropecuaria,

área urbana, suelo descubierto, y área crítica de erosión, en el que estos son las que presentan los mayores incrementos en los cambios de su superficie por año; en contraste el matorral y bosque natural son las que muestran las más grandes pérdidas por año (Lozano-Peñaloza, 2006).

En el matorral submontano de rosáceas del año 1998 al 2004 el principal factor de reducción del área fue el incremento de la zona urbana con una frecuencia del 9.89 %, en el Bosque de juniperus el principal factor fueron los disturbios antropogénicos como la deforestación transformándolos en vegetación secundaria, con una frecuencia del 1.10 %, con una pérdida de 206.97 ha (Cuadro 2); en este periodo el cambio de uso de suelo fue de 699.8 ha.

Cuadro 3. Cambios de uso de suelo en el periodo de 2004 al 2008.

Cambio de Uso de Suelo	FR (%)	Superficie (ha)
Bosque de juniperus-vegetación secundaria	1.67	170.723
Matorral micrófilo-vegetación secundaria	8.33	154.918
Bosque de pino-vegetación secundaria	1.67	126.823
Matorral submontano de rosáceas-vegetación secundaria	5.00	63.564
Matorral micrófilo-zona urbana	8.33	29.593
Sin vegetación-zona urbana	5.00	25.81
Matorral submontano de rosáceas-sin vegetación	5.00	19.023
Reforestación-vegetación secundaria	1.67	12.157
Matorral micrófilo-sin vegetación	6.67	9.745
Agricultura-vegetación secundaria	1.67	8.634
Bosque de juniperus-minería	1.67	7.326
Matorral submontano de rosáceas-zona urbana	13.33	6.414
Agricultura-asentamiento	1.67	5.535
Matorral micrófilo-minería	3.33	2.506
Matorral micrófilo-asentamiento	3.33	1.017
Otros	31.67	3.492

En el periodo de 2004 al 2008 los tipos de vegetación fueron principalmente transformados en vegetación secundaria en el que destacan el bosque de juniperus con una pérdida de 170.7 ha, le siguen el matorral micrófilo con 154.9 ha, el bosque de pino con 126.8 ha y el matorral submontano de rosáceas con 63.6 ha. Otro factor de disturbio es el avance de la zona urbana hacia las comunidades en el que se ve afectado el matorral micrófilo

y el matorral submontano de rosáceas como se muestra en el Cuadro 3.

En general del periodo 1998-2008, en el área, se encontró mayor aumento de superficie en la vegetación secundaria con 755.56 ha, seguido por la zona urbana con un incremento de 498.82 ha, la minería con 39.87 ha, sin vegetación con 34.87 ha. El matorral submontano de rosáceas disminuyó su superficie, debido al incremento de la zona urbana, la cual sustituyó 328.95 ha de esta vegetación; coincidiendo con lo encontrado por Portes (2001) quien menciona que la mancha urbana tuvo un incremento de 822.45 %, con respecto a lo que había en 1874, donde éste es responsable de la pérdida del 74.40 % del matorral. UAAAN (2003) mencionan que el crecimiento de la mancha urbana ha generado un impacto negativo sobre la superficie forestal, en el país tiene un aumento de 74.78 ha del año 1993 al 2000, con un promedio anual de 10.68 ha. Llata-Gómez *et al.* (2006) encontraron áreas ocupadas por la zona urbana de 487.86 ha en la vegetación de la Sierra Gorda queretana.

UAAAN (2003) menciona que, en el país, los incendios forestales provocan y contribuyen a la deforestación. Anualmente son afectadas de 200 a 300 mil hectáreas por incendios forestales. En tercer lugar se encuentra la remoción de la vegetación, en el que ésta aumentó 27.81 ha en el área de estudio; de la misma manera Llata-Gómez *et al.* (2006) encontraron áreas desprovistas de vegetación 1,977 ha en la vegetación de la Sierra Gorda queretana. Todos estos cambios propician la introducción de especies invasoras, arvenses, y malezas, tal es el caso en el matorral submontano en el que existe una abundancia de *Mimosa biuncifera* en el estrato arbustivo, en el estrato herbáceo la abundancia de *Dyssodia papposa*, especies catalogadas como preferentes de áreas de disturbio (Villarreal, 1983). García y Jurado (2008) muestran las consecuencias de una histórica falta de planeación en el aprovechamiento de los recursos naturales en el municipio de Linares, N. L., en el que la superficie ocupada por el matorral en 1994, estimada en 58 % del territorio municipal, menos del 1 % guarda condiciones de virginidad.

Conclusión

Los principales factores de que determinan el cambio de uso de suelo son: el incremento de la zona urbana, los incendios (vegetación secundaria) y la minería; en el cual el matorral submontano de rosáceas se encuentra afectado principalmente por el incremento de la zona urbana. El uso de Sistemas de Información Geográfica es una herramienta muy útil para el manejo de los recursos, y para realizar programas de conservación. Por lo anterior urgen medidas de conservación, así como la rehabilitación y restauración ecológica de las áreas perturbadas.

Agradecimientos

El primer autor agradece el apoyo del CONACyT para realizar esta investigación, la cual forma parte de su tesis de Maestría en Ciencias.

Literatura Citada

- Arce González, L., J.S. Marroquín. 1985. Las unidades fisonómico-florísticas del Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila, México. *Biótica* 10:369-393.
- Davis, F.W., D. Stoms, J.E. Estes, J. Scean, J.M. Scott. 1990. An information systems approach to the preservation of biological diversity. *Int. J. Geographical Information Systems*. 4(1):55-78.
- Galeano, R., A. Hernández. 1995. Sistemas de Información Geográfica: Un Elemento Estratégico para el Ordenamiento Territorial. SELPER-México, A.C. pp. 187-196. *In: Memorias VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota*. Puerto Vallarta, Jalisco, México.
- García-Hernández, J., E. Jurado. 2008. Caracterización del matorral en condiciones prístinas en Linares N. L., México. *Ra Ximhai* 4(1): 1-21.
- Gobierno de Coahuila . 1996. Decreto del Área Natural Protegida, con Carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica. Un Área de la Serranía conocida como Zapalinamé. Periódico Oficial del Gobierno de Coahuila. Tomo CIII. No. 83. Saltillo, Coahuila, México. 75 p.
- INEGI. 1983. Síntesis geográfica de Coahuila. México. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F. 163 p.
- Llata-Gómez, R., Bayona C., A., Rivera S., E., Valtierra G., R.W.E, Martínez, A.M. Montoya 2006. Vegetación, uso de suelo y unidades de paisaje en la Sierra Gorda Queretana. Reporte Técnico. Centro Queretano de Recursos Naturales. Tomo XI. Qro., México. 54 p.
- Lozano-Peñaloza, E. 2006. Análisis de cambio multitemporal de uso de la tierra en la cuenca alta del río Santo Domingo, estado Mérida, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 50(1).
- Marroquín, J.S. 1976. Ensayos Fitogeográficos: Vegetación y florística del nordeste de México. I. Aspectos gincológicos en Coahuila. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 36: 69-101.
- Marroquín, J.S. 1978. A Physiognomic analysis of the types of transitional vegetation in the easter parts of the Chihuahuan Desert in Coahuila, México. *Trans. Symposium on the biological Resources of the Chihuahuan Desert, Region, U.S. and México (Oct. 1974)*. U.S. Dept. Interior Nat. Park Service Trans. Procced. Ser. 3:249-272.
- Matteucci, S.D., A. Colma, 1982. Metodología para el estudio de la Vegetación. Secretaría General de los Estados Americanos. Washington, D.C. E. U. 168 p.
- Mittermeier, R.A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. *In: E. Wilson (Ed.)*. Biodiversity, National Academy Press, Washington, D. C. USA.
- Muller, C.H. 1947. Vegetation and climate in Coahuila, México. *Madrono*: 9:33-57.
- Murguía, M., B.J. Llorente. 2003. Reflexiones conceptuales en Biografía Cuantitativa. pp. 133-154. *In: Morrone, J. J. y J. Llorente B. (Eds.)*. Una perspectiva Latinoamericana de la Biografía. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Portes, V.L. 2001. Evaluación del cambio de uso de suelo y del paisaje regional en la Sierra Zapalinamé, Coahuila. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* 2(1):41-51.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, S.A. México, D.F. 431 pp.
- Solano, M.A., T. Robinson. 1995-1996. Sistemas de Información Geográfica y algunas aplicaciones. *Rev. Geográfica de América Central*. 32-33:79-76.
- UAAAN. 1998. Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Sierra de Zapalinamé”. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 179 p.
- UAAAN, FIRCO, SFAC. 2003. Sistema de Información Geográfica para el Manejo y Planeación por Microcuencas (SIGMAPLAN-Coahuila Sureste). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - FIRCO – Secretaría de Fomento Agropecuario, Coahuila, México. Valiente-Banuet, A., H.N. Flores, M. Verdú, P. Dávila. 1998. The Chaparral vegetation in Mexico under nonmediterranean climate: the convergence and Madrean-Tethyan hypotheses reconsidered. *Amer. J. Bot.* 85(9): 1398-1408.
- Villarreal, Q.J.A. 1983. Malezas de Buenavista Coahuila. 1ª. Ed. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México. 269 p.
- Villarreal Q.J.A., J. Valdés R. 1992-1993. Vegetación de Coahuila. *Manejo de Pastizales* 6 (1): 9-18. Coahuila. México.
- Walker, P. 1990. Modeling wildlife distribution using a geographic information system: kangaroos in relation to climate. *J. Biogeo.* 17: 279-289.

Los Machos Cabríos Criollos en Reposo Sexual No Adelantan el Inicio de la Actividad Sexual Natural Ante la Exposición Constante de Hembras Inducidas Artificialmente al Estro

Soledad Bibiana López Vargas, José Alfredo Flores Cabrera, Gerardo Duarte Moreno*

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL, CIRCA. Periférico Raúl López Sánchez, Torreón, Coah., México. E-mail; damor_g@hotmail.com (*Autor responsable).

Abstract

The objective of this study was to determine whether the presence of ewes in artificially induced estrus condition, is enough to stimulate or advance the onset of sexual activity in local Creole male goats at natural sexual resting (January-April). Ten Creole goat males at sexual rest and 3 females with induced oestrus were used. All the animals remained lairaged during the experiment. A male witness group remained isolated, without contact with females. The second group, from March and until the end of the study, was put in close contact with the three estrogenizadas females. Each group remained separate from each other, without any visual or olfactory contact between them. Certain variables were, body condition, testicular diameter and the intensity of odor (which is dependent on testosterone), every 2 weeks. Body condition, testicular diameter, and the intensity of odor were subjected to an analysis of variance (ANOVA) with repeated measures and considering two factors (Group and time of the study). The intensity of odor was determined by means of or the Mann-Whitney test. The ANOVA revealed in body condition testicular diameter an effect of the time ($P < 0.001$), interaction between grupo-tiempo ($P < 0.05$), however, no statistical difference between groups ($P > 0.05$) in these two variables. The intensity of odor varied through the study ($P < 0.001$), Mann-Whitney test indicated a statistical difference between the isolated males, and males with estrogenizadas females only 15 may ($P < 0.05$). The obtained results allow to conclude that the constant presence of females estrogenizadas during the period of sexual rest, does not encourage or anticipates the onset of sexual activity of the local Creole goats males.

Key words: Biostimulation, male effect, female effect, reproductive seasonality.

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar si la presencia de hembras en estro, inducido artificialmente, es suficiente para estimular o adelantar el inicio de la actividad sexual en los machos cabríos criollos locales en reposo sexual natural (enero-abril). Se utilizaron 10 machos cabríos criollos en reposo sexual, y 3 hembras inducidas al estro. Todos los animales permanecieron estabulados durante el experimento. Un grupo testigo de machos permaneció aislado, sin contacto con hembras. El segundo grupo, a partir de marzo y hasta el final del estudio, fue puesto en estrecho contacto con las tres hembras estrogenizadas. Cada grupo permaneció separado uno de otro, sin tener ningún contacto visual ni olfativo entre ellos. Las variables determinadas fueron, la condición corporal, el diámetro testicular y la intensidad de olor (el cual es testosterona dependiente), cada 2 semanas. La condición corporal, el diámetro testicular, y la intensidad de olor fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas y considerando dos factores (grupo y tiempo del estudio). La intensidad de olor se determinó mediante la prueba de *U* de Mann-Whitney. El ANOVA reveló en la condición corporal diámetro testicular un efecto del tiempo ($P < 0.001$), una interacción entre grupo-tiempo ($P < 0.05$), sin embargo, no se observó diferencia estadística entre grupos ($P > 0.05$) en estas dos variables. La intensidad de olor varió a través del estudio ($P < 0.001$), la prueba de Mann-Whitney indicó una diferencia estadística entre los machos aislados, y los machos con hembras estrogenizadas solamente el 15 de mayo ($P < 0.05$). Los resultados obtenidos permiten concluir que la presencia constante de hembras estrogenizadas durante el periodo de reposo sexual, no estimula o adelanta el inicio de la actividad sexual de los machos cabríos criollos locales.

Introducción

Los factores medioambientales de mayor importancia para la reproducción en mamíferos son el ciclo día/noche, la disponibilidad de alimento, la temperatura ambiente, la lluvia, y una gran variedad de señales sociales como la presencia de individuos del sexo opuesto. Algunas especies inician su actividad sexual cuando estos factores ambientales son favorables (Bronson, 1985). Las interacciones sociales en un grupo de individuos son determinantes para el desarrollo del ciclo anual de reproducción (Rekwot *et al.*, 2001).

Los mecanismos responsables de la estimulación del macho por la presencia de hembras en estro, no están bien dilucidados. Sin embargo, se considera que es un fenómeno multisensorial como el descrito en el efecto macho. Las razas caprinas adaptadas a las áreas subtropicales presentan variaciones estacionales en su actividad reproductiva (Walkden-Brown *et al.*, 1994a; Delgadillo, 2004). En el subtrópico de México, en particular en la Comarca Lagunera (México), se han observado variaciones en la actividad sexual de los caprinos locales, determinándose una marcada estacionalidad reproductiva. El periodo de anestro en las hembras ocurre de marzo a agosto, y el periodo de reposo sexual en los machos cabríos de enero a mayo (Delgadillo *et al.*, 2003).

Se ha determinado que la introducción de un macho sexualmente activo es suficiente para inducir y sincronizar la actividad ovulatoria de las hembras en anestro estacional (efecto macho; Chemineau, 1987; Flores *et al.*, 2000). Por otro lado, las hembras en estro pueden inducir la actividad ovulatoria sobre las hembras anéstricas (efecto hembra-hembra; ovejas: Zarco *et al.*, 1995; cabras: Álvarez *et al.*, 1999). El contacto con la hembra, así como la emisión de feromonas por parte de ésta, parecen participar en la respuesta de los machos al efecto hembra (Lindsey, 1965; Signoret, 1991).

En carneros y machos cabríos en reposo sexual, el contacto con hembras en estro durante 6 u 8 h, incrementa la pulsatilidad de la LH y testosterona (efecto hembra-macho; ovejas: Sanford *et al.*, 1974; Howland *et al.*, 1985; Cabras: Walkden-Brown *et al.*, 1994b). En carneros mantenidos en el período de actividad sexual durante 6 meses con hembras en estro, la talla y el peso testicular y la actividad sexual determinada por el número de eyaculaciones fue significativamente mayor, comparado con carneros aislados de las hembras (Illius, 1976).

Varios estudios han demostrado que la estimulación de los machos por hembras inducidas artificialmente al estro, es más eficiente durante el periodo de reposo sexual de los machos (Schanbacher *et al.*, 1987). No obstante, otros autores reportaron, en carneros, incrementos en la

secreción de la LH y la testosterona después de ser expuestos a las ovejas en estro, mientras que los carneros que permanecieron separados, a solamente 30 cm de las hembras, no mostraron variaciones en la secreción de LH y testosterona (Gonzalez *et al.*, 1988ab; Ungerfeld y Silva, 2004). La intensidad del olor sexual se incrementó un mes después del crecimiento testicular, debido a que el olor sexual es testosterona dependiente (Iwata *et al.*, 2000) y los niveles plasmáticos de esta hormona se incrementan un mes después del crecimiento testicular (Walkden-Brown *et al.*, 1994a).

Sin embargo, se conoce poco sobre la respuesta de la actividad sexual en los machos cabríos criollos del subtrópico mexicano durante el periodo de reposo sexual natural, en presencia de cabras en estro. Por lo tanto, el objetivo fue determinar si en los machos cabríos criollos locales en reposo sexual natural (enero-abril), el contacto constante de hembras en estro inducido es suficiente para estimular y adelantar el inicio de su actividad sexual.

Materiales y Métodos

Este estudio se llevó a cabo del 1 de febrero al 31 de mayo de 2005, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Torreón, Coah., México a una latitud de 26° N y una altitud que oscila de 1100 a 1400 msnm. La temperatura promedio máxima a la sombra fue de 38.8 °C con rangos promedio de 10.1 °C en invierno y de 35.2 °C en verano.

Se utilizaron 10 machos cabríos Criollos de la Comarca Lagunera los cuales tenían experiencia sexual previa. Los machos se repartieron en dos grupos homogéneos ($P > 0.05$; $n = 5$ cada uno) de acuerdo a su peso corporal, condición corporal, olor y diámetro testicular. Un grupo testigo no tuvo contacto con hembras, este fue denominado grupo aislado (GA). El segundo grupo fue tratado poniéndolo en contacto con tres hembras inducidas artificialmente al estro (GE) a las cuales se les aplicó una dosis de 2 ml (4 mg) de cipionato de estradiol (ECP, Upjohn, México) vía i.m. durante tres días seguidos. Después de ponerlas en contacto con los machos a partir del 1 de marzo, se continuó aplicándoles una dosis de 1 ml (2 mg) de cipionato de estradiol cada tercer día, con la finalidad de mantener el estado estrogenizado de las hembras hasta el final del estudio. Este estado en las hembras estuvo caracterizado por las constantes montas entre ellas y algunos intentos de monta a los machos.

La distancia entre cada grupo fue de, al menos, 200 m. Los animales fueron alojados en corrales abiertos de 5 x 4 m, y provistos de sombra. Estos animales fueron desparasitados (Ivermectina), despezuañados, y vitaminados (ADE) antes de iniciar el estudio. El alimento se les

proporcionó por la mañana (8:00 h) y consistió en heno de alfalfa (17 % PC, 1.95 Mcal de EM) y de avena (7.5 % PC, 1.9 Mcal de EM) según los requerimientos de mantenimiento diarios por animal (NRC, 1981). El agua y sales minerales (bloques, no menos de 17 % de P, 3 % de Mg, 5 % de Ca, 5 % de Na y 75 % de NaCl) se les proporcionó a libre acceso durante todo el experimento.

VARIABLES DETERMINADAS

La condición corporal, el diámetro testicular, y la intensidad de olor se determinaron cada 15 días.

CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal se determinó mediante la técnica de palpación descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997). Esta técnica utiliza una escala de 1 a 4, en donde 1 es un animal descarnado, 2 un animal con poca masa muscular y grasa entre las vértebras, 3 un animal con buena masa muscular y grasa, y 4 un animal con abundante masa muscular y grasa.

DIÁMETRO TESTICULAR

El diámetro testicular se determinó midiendo la parte más ancha de los testículos utilizando una cinta métrica flexible (Walkden-Brown *et al.*, 1994a).

INTENSIDAD DE OLOR

La intensidad de olor se determinó según la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997). Esta técnica consiste en determinar el olor de los machos a una distancia de 10-15 cm de la base posterior de los cuernos, en donde se encuentran las glándulas sebáceas. Los valores de la escala utilizada son de 0 (olor neutro, no diferente a la hembra, o a macho castrado), 1 (olor sexual ligero), 2 (olor sexual moderado), y 3 (olor sexual intenso).

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

La condición corporal, el diámetro testicular y la intensidad de olor fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas considerando dos factores (grupo y tiempo del estudio). La intensidad de olor se analizó mediante la prueba U de Mann-Whitney. Cuando existió interacción, los datos se compararon mediante la prueba “t” de student. Todos los análisis estadísticos se efectuaron utilizando el paquete estadístico SYSTAT 10.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ANOVA reveló, en la condición corporal (Fig. 1), un efecto del tiempo ($P < 0.001$), una interacción entre grupo-tiempo ($P < 0.05$), sin embargo, no se observó diferencia

estadística entre grupos ($P > 0.05$) en estas tres variables. En efecto, los machos de los dos grupos mostraron un ligero incremento, aunque la ración alimenticia de los animales fue calculada sólo para cubrir sus requerimientos nutricionales de mantenimiento, y para que no fuera a ocurrir un efecto estimulador por una sobre alimentación.

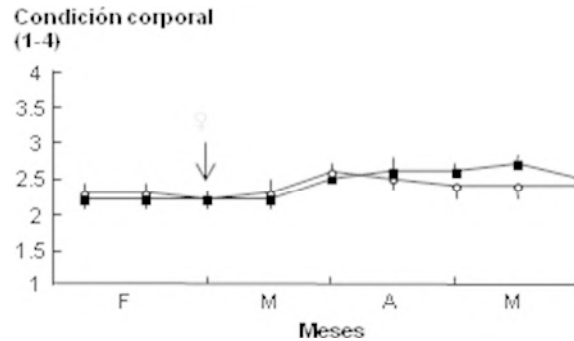


Figura 1. Evolución de la condición corporal de los machos cabríos de la Comarca Lagunera (26° N) aislados de hembras (O), y con hembras estrogenizadas (■) $P > 0.05$. La flecha indica el momento de la introducción de las hembras al grupo tratado.

Los machos de los dos grupos mostraron incrementos en el diámetro testicular (Fig. 2), por lo tanto el ANOVA reveló un efecto del tiempo ($P < 0.001$), y una interacción entre grupo-tiempo ($P < 0.05$), sin embargo, no se observó diferencia estadística entre grupos ($P > 0.05$). En efecto, en los machos cabríos de la Comarca Lagunera se ha demostrado que, de manera natural en esta región, inician su actividad sexual en los meses de mayo-junio, con el incremento en el peso testicular.

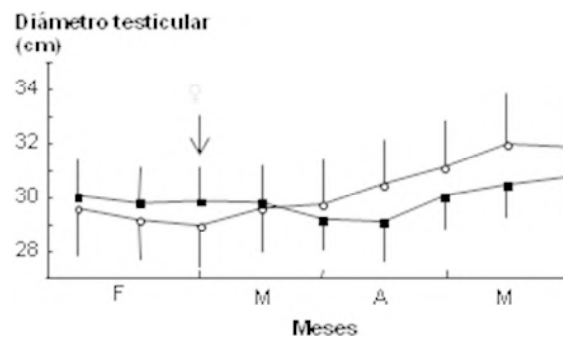


Figura 2. Evolución del diámetro de ambos testículos de los machos cabríos de la Comarca Lagunera (26° N) aislados de hembras (O) y con hembras estrogenizadas (■). $P > 0.05$. La flecha indica el momento de la introducción de las hembras en el grupo tratado.

La evolución de la intensidad del olor de los dos grupos se muestra en la Fig. 3, ésta varió a través del estudio ($P < 0.001$). La prueba de Mann-Whitney indicó diferencia

estadística entre los machos aislados y los machos con hembras estrogenizadas solamente el 15 de mayo ($P < 0.05$). Sin embargo, a través del estudio, el nivel de la intensidad del olor se mantuvo en sus más bajos niveles, como lo observado en machos en reposo sexual natural.

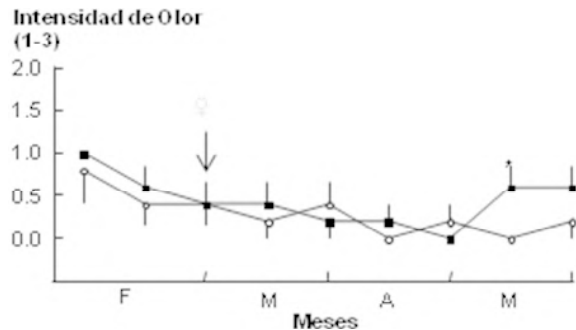


Figura 3.-Evolución de la intensidad del olor sexual de los machos cabríos de la Comarca Lagunera (26° N) aislados de hembras ($\bar{E}\%$) y con hembras estrogenizadas ($\%$). $*=P < 0.05$. La flecha indica el momento de la introducción de las hembras en el grupo tratado.

La presencia de las hembras en estro no adelantó el inicio de la estación sexual de los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera. En efecto, la evolución del diámetro testicular y del olor fue similar en los machos aislados y en los machos expuestos a las hembras estrogenizadas. Estos resultados no concuerdan con los reportados en los carneros adultos, expuestos durante 6 meses en estrecha proximidad a ovejas en estro inducido, en los cuales el tamaño testicular y los niveles plasmáticos de testosterona fueron mayores que en los carneros aislados (Illius *et al.*, 1976). Esta diferencia se debe, probablemente, al momento del año en que se efectuaron los dos estudios. Este estudio se llevó a cabo durante el periodo de reposo sexual, cuando el fotoperiodo inhibe fuertemente la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (Delgadillo, 2004). Durante este periodo, la presencia de las hembras en estro no fue suficiente para estimular, a largo plazo, la secreción de la testosterona, el crecimiento testicular, ni el olor de los machos que es testosterona dependiente. En cambio, el estudio de Illius *et al.*, (1976) se realizó durante la estación sexual. Esto sugiere que la presencia de hembras en estro incrementa la secreción de LH y, en consecuencia, de la testosterona, el olor sexual, y la talla testicular de los machos en la estación sexual. En el estudio, la falta de respuesta de los machos en contacto con hembras en estro se debió, probablemente, a que los machos se hicieron insensibles a la presencia de las hembras. Otra posibilidad es que haya existido una interacción entre la época del año en que se efectuó el estudio, y la aparición del estado refractario a

la presencia de las hembras.

Conclusión

Estos resultados permiten concluir que la presencia continua de hembras en estro no adelanta el inicio de la actividad sexual anual de los machos cabríos del subtrópico mexicano.

Literatura Citada

- Álvarez, R.L., W.A. Ducoing, Q.L. Zarco, A.G. Trujillo, 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. *Vet. Méx.* 30(1): 25-31.
- Bronson, F.H. 1985. *Mammalian Reproduction: An Ecological Perspective.* Biol. Reprod. (32): 1-26.
- Chemineau, P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. A review. *Livest. Prod. Sci.* 17: 135-147.
- Delgadillo, J.A., J.A. Flores, F.G. Véliz, G. Duarte, J. Vielma, P. Poindron, B. Malpoux. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y el efecto macho. *Vet. Méx.* 34(1): 69-79.
- Delgadillo, J.A. 2004. Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 44(3): 183-93.
- Flores, J.A., F.G. Véliz, J.A. Pérez-Villanueva, G. Martínez de la Escalera, P. Chemineau, P. Poindron, B. Malpoux, J.A. Delgadillo. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. *Biol. Reprod.* 02: 1409-1414.
- González, R., P. Orgeur, J.P. Signoret. 1988a. Luteinizing hormone, testosterone and cortisol responses in rams upon presentation of estrous females in the nonbreeding season. *Theriogenol.* 30: 1075-1086.
- González, R., P. Poindron, J.P. Signoret. 1988b. Temporal variation in LH and testosterone responses of rams after the introduction of oestrous females during the breeding season *J. Reprod. Fertil.* 83: 201-208.
- Howland, B.E., L.M. Sanford, W.M. Palmer. 1985. Changes in serum levels of LH, FSH, Prolactin, Testosterone, and Cortisol associated with season and mating in male pygmy goats. *J. Androl.* 6: 89-96.
- Illius, A.W., N.B. Haynes, G.E. Lamming. 1976. Effects of ewe proximity on peripheral plasma testosterone levels and behaviour in the ram. *J. Reprod. Fertil.* 48: 25-32.

- Iwata, E., Y. Wakabayashi, Y. Kakuma, T. Kikusui, Y. Takeuchi, Y. Mori. 2000. Testosterone-dependent primer pheromone production in the sebaceous gland of male goat. *Biol. Reprod.* (62): 806-810.
- Lindsey, D.R. 1965. The importance of olfactory stimuli in the mating behavior of the ram. *Anim. Behav.* 13: 75-78.
- Rekwot, P., D. Ogwu, E. Oyedipe, V. Sekoni. 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 65: 157-170.
- Sanford, M.L., W.M. Palmer, B.E. Howland. 1974. Influence of sexual activity on serum levels of LH and Testosterone in the ram. *Can. J. Anim. Sci.* 54: 579-585.
- Schanbacher, B.D., P. Orgeur, J. Pelletier, J.P. Signoret. 1987. Behavioural and hormonal responses of sexually-experienced Ile-de-France rams to oestrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 14: 293-300.
- Signoret, J.P. 1991. Sexual pheromones in the domestic sheep: Importance and limits in the regulation of reproductive physiology. *J. Steroid Biochem. Molec. Biol.* 39(4): 639-645.
- SYSTAT 10. 2000. Evenston, ILL. USA.
- Ungerfeld, R., L. Silva. 2004. Ewe effect: Endocrine and testicular changes in experienced adult and inexperienced young Corridale rams used for the ram effect. *Anim. Reprod. Sci.* 80: 251-259.
- Walkden-Brown, S.W., B.W. Norton, B.J. Restall. 1994a. Seasonal variation in voluntary feed intake and growth in Australian cashmere bucks fed ad libitum diets of low and high quality. *J. Agric. Sci.* 45: 355-366.
- Walkden-Brown, S.W., B.J. Restall, B.W. Norton, R.J. Scaramuzzi. 1994b. The "female effect" in Australian cashmere goats: effect of season and quality of diet on the LH and testosterone response of bucks to oestrous does. *J. Reprod. Fertil.* 100(2): 521-31.
- Walkden-Brown, S.W., B.J. Restall, R.J. Scaramuzzi, G.B. Martin, M.A. Blackberry. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: Long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and Prolactin concentrations, and body growth. *Small Rumin. Res.* 26: 239-252.
- Zarco, L., E.F. Rodríguez, M.R.B. Angulo, J. Valencia. 1995. Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.* 39: 251-258.
-

Colofón

Esta edición de la Revista Agraria –Nueva Epoca–
consta de 500 ejemplares y se terminó de imprimir en los
Talleres Gráficos de la Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

En Saltillo, Coah., México, el día 4 del mes de mayo del 2011



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

www.uaaan.mx - (844) 411-02-00; Fax (844) 411-02-00, Ext. 2041

e-mail: investigacion@uaaan.mx