

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas



VOLUMEN 59 No. 1

ENERO - MARZO 2014

ISSN 0526-717X

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas

Volumen 59 No. 1
Enero-marzo 2014

Editor Fundador
Jorge Meyrán

Consejo Editorial

Anatomía y Morfología
Dra. Teresa Terrazas
Instituto de Biología, UNAM

Ecología
Dr. Arturo Flores-Martínez
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN
Dr. Pablo Ortega-Baes
Universidad de Salta Argentina

Etnobotánica
Dr. Javier Caballero Nieto
Jardín Botánico IB-UNAM

Evolución y Genética
Dr. Luis Eguarte
Instituto de Ecología, UNAM

Fisiología
Dr. Oscar Briones
Instituto de Ecología A. C.

Florística
Dra. Raquel Galván
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN

Horticultura
Dr. Candelario Mondragón Jacobo, INIFAP
Dr. Elhadi Yahia
Universidad Autónoma de Querétaro

Química y Biotecnología
Dr. Francisco Roberto Quiroz Figueroa
Instituto de Biotecnología, UNAM

Sistemas Reproductivos
Dr. Francisco Molina F.
Instituto de Ecología Campus Hermosillo, UNAM
Dr. Jafet Nassar
Instituto Venezolano de
Investigaciones Científicas

Taxonomía y Sistemática

Dr. Fernando Chiang
Instituto de Biología, UNAM
Dr. Roberto Kiesling
CRICYT, Argentina
Dr. John Rebman
Museo de Historia Natural, San Diego

Editores

Dr. Jordan Golubov
UAM-Xochimilco
Dra. María C. Mandujano Sánchez
Instituto de Ecología, UNAM
Dr. Humberto Suzán Azpiri
Facultad de Ciencias Naturales, UAQ, campus Juriquilla

Asistente editorial

M. en C. Mariana Rojas Aréchiga
Instituto de Ecología, UNAM
Dra. Guadalupe Malda Barrera
Facultad de Ciencias Naturales, UAQ, campus Juriquilla

Diseño editorial y versión electrónica
Palabra en Vuelo, SA. de CV

Impresión

Litográfica Dorantes SA de CV
Se imprimieron 1 000 ejemplares, enero de 2014

SOCIEDAD MEXICANA DE CACTOLOGÍA, AC

Presidenta Fundadora
Dra. Helia Bravo-Hollis †

Presidente
Christian Brachet Ize

Vicepresidente
Alberto Pulido Aranda

Tesorera
Roxana Mondragón Larios

Vocal
Araceli Gutiérrez de la Rosa

Fotografía de portada:
Escobaria abdita
Erich Schrempf



Cactáceas y Suculentas Mexicanas es una revista trimestral de circulación internacional y arbitrada, publicada por la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. desde 1955, su finalidad es promover el estudio científico y despertar el interés en esta rama de la botánica.

El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y se encuentran bajo la siguiente licencia la Creative Commons

La revista *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* se encuentra registrada en los siguientes índices: CAB Abstracts, Periodica y Latindex.

The journal *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* is a publication of the Mexican Society of Cactology, published since 1955.

The articles are under the Creative Commons license

The journal *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* is registered in the following indices: CAB Abstracts, Periodica and Latindex.

Dirección editorial (editor's address): *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, Instituto de Ecología, UNAM, Aptdo. Postal 70-275, Cd. Universitaria, 04510, México, D.F.

Correo electrónico: cactus@miranda.ecologia.unam.mx

El costo de suscripción a la revista es de \$400.00 para México y 40 USD o 30 € para el extranjero. Pago de suscripciones a la cuenta no. 0194760840 de BBVA Bancomer a nombre de Aridamérica A.C., clabe: 012180001947608401.

Subscription rates: 40.00 USD or 30.00 €. Payment in cash, bank transfer or international Postal Money Order (only from the USA).

socmexact@yahoo.com

www.somecacto.com

Consulta de normas editoriales y revistas en texto completo:

www.ecologia.unam.mx/laboratorios/dinamica_de_poblaciones/cacsucmex/cacsucmex_main.html



Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos siempre y cuando se cite la fuente y no sea con fines de lucro.

La Sociedad Mexicana de Cactología, AC agradece la coedición y el financiamiento de esta publicación a los fondos aportados por la Universidad Autónoma de Querétaro.



CACTÁCEAS y suculentas mexicanas

Volumen 59 No. 1 enero-marzo 2014



Contenido

<i>Escobaria abdita</i> Řepka et Vaško (Cactaceae) una especie del norte de Coahuila, México	
Martínez Ávalos JG, Schrempf E, Mora-Olivo A & Martínez Gallegos R....	4
Análisis de la distribución espacial del muérdago (<i>Phoradendron californicum</i>) en el sur del Desierto Sonorense	
Solís-Gracia V & Suzán-Azpiri H	11
Lista de revisores durante 2013	29
Normas editoriales	30
<i>Phoradendron californicum</i>	
González Hernández BA.....	32

Contents

<i>Escobaria abdita</i> Řepka et Vaško (Cactaceae) a species from northern Coahuila, Mexico	
Martínez Ávalos JG, Schrempf E, Mora-Olivo A & Martínez Gallegos R....	4
Spatial distribution analysis of mistletoe (<i>Phoradendron californicum</i>) in southern Sonoran Desert	
Solís-Gracia V & Suzán-Azpiri H	11
List of reviewers for 2013	29
Instructions for authors.....	30
<i>Phoradendron californicum</i>	
González Hernández BA.....	32

Escobaria abdita Řepka et Vaško (Cactaceae) una especie del norte de Coahuila, México

Martínez Ávalos José Guadalupe^{1*}, Schrempf Erich², Mora-Olivo Arturo¹
& Martínez Gallegos Rodolfo³

Resumen

Se presenta información sobre características del hábitat, distribución geográfica y taxonómica de *Escobaria abdita* una especie descrita recientemente para el estado de Coahuila, México.

Palabras clave: Distribución *Escobaria abdita*.

Abstract

We describe habitat characteristics, geographic distribution and taxonomical traits of *Escobaria abdita*, a recent described new species from the state of Coahuila, Mexico.

Key words: Distribution *Escobaria abdita*.

Introducción

La región noreste de México, que abarca los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y parte de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas, es considerada por muchos autores como un centro de diversidad y endemismo de un gran número de géneros de la familia Cactaceae (Hernández *et al.* 1991; Gómez-Hinostrosa & Hernández 2002; Martínez-Ávalos 2004; Martínez-Ávalos & Jurado 2005; Godínez-Álvarez & Ortega-Báez 2007). Una amplia región que llama la atención entre los botánicos y aficionados a los cactus, es la zona norte del estado de Coahuila la cual aloja una gran diversidad de cactáceas y otras plantas

suculentas (Villarreal 2002). Uno de los taxones que es considerado parcialmente endémico del norte de México, es el género *Escobaria* Britton & Rose cuya descripción se atribuye en honor a una familia de origen mexicano de apellido Escobar (Britton & Rose, 1919-1923). Este género, es parte de una controversia debido a la fuerte relación que presenta con los géneros *Coryphantha* y *Mammillaria* (Anderson 2001; Hunt 2006). De este modo, Benson (1969) consideró algunas especies del género *Escobaria* dentro del género *Coryphantha*; por su parte Hunt (1991) incluyó a todas las especies del género *Neobesseya* Britton & Rose en este mismo género, mientras que Buxbaum (1951) trató las especies en dos subgéneros que son

¹ Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas, calle División del Golfo 356 Col. Libertad C.P 87019 Cd. Victoria, Tamaulipas México.

² Rechbergstrasse 15, D-73035 Göppingen, Germany E-mail: drschrempf@web.de

³ Facultad de Ciencias Forestales, UANL Km 145 Carretera Cd. Victoria-Linares, C.P 67000, Linares, Nuevo León México.

*Autor de correspondencia: jmartin@uat.edu.mx

Erich Schrempf.



FOTO 1. Planta de *Escobaria abdita* en su habitat natural.

Erich Schrempf.



FOTO 2. *Escobaria abdita*.

Escobaria y *Pseudocoryphantha* tomando en cuenta características del tamaño de la flor. Por ejemplo, las flores en el subgénero *Pseudocoryphantha* son de mayor tamaño, que las flores del subgénero *Escobaria*.

Actualmente se reconocen cerca de 23 especies, distribuidas a lo largo de la zona fronteriza entre México y Estados Unidos además de una especie presente en Cuba. Sin embargo, Coahuila es el estado que acumula la mayor diversidad de especies con seis taxa, seguido de Sonora, Chihuahua y Nuevo León con tres especies cada uno (Guzmán *et al.* 2003). De acuerdo con Bravo y Sánchez-Mejorada (1991), el género *Escobaria* se caracteriza por ser una planta pequeña, simple o cespitosa, con un tallo depreso-globoso a cilíndrico, tuberculado; con un surco que se extiende desde el ápice hasta las axilas de los tubérculos; espinas divididas en centrales y radiales; sin la presencia de glándulas nectariales. Las flores casi siempre surgiendo en la porción adaxial; presencia de pericarpelos desnudos o con pequeñas brácteas, tubo receptacular corto; segmentos exteriores del perianto ciliados-marginados. Frutos ovoides, claviformes o cilíndricos, por lo general desnudos o con una o dos brácteas, de color verde rosado o rojos. Las semillas ovales a circulares; con células de la testa foveoladas, de color oscuro.

A principios del año 2011, uno de los autores, realizó varios recorridos de campo en la zona norte de Coahuila, encontrando una población pequeña de numerosos individuos del género *Escobaria* notablemente diferentes al resto de las especies reportadas para el estado, sin embargo, durante este mismo año, dos investigadores de la República Checa (Dr. Radomír Řepka & Dr. Zdeněk Vaško) publicaron a esta especie como

Escobaria abdita una especie colectada años atrás (Řepka & Vaško 2011; 2012). Actualmente, poco se conoce a cerca de la distribución y hábitat de la especie desde su publicación taxonómica. Por tal motivo, el presente trabajo presenta una descripción taxonómica de la especie, así como una caracterización de su hábitat.

Descripción

Escobaria abdita Řepka *et* Vaško (Fig. 1)

Tipo: México, Coahuila: octubre 2011, Vaško VZD 1313 (Holotipo desconocido).

Material examinado: México: Coahuila: 23 marzo 2011, J. G. Martínez-Ávalos & E. Schrempp 1875 (Isotipo: UAT).

Diagnosis al latín (tomado de la descripción original): *Corpus singulare, 20 mm in diametro, 25 mm altum, atroviride, maiorem partem anni hypogaeum. Radix rapiformis, carnosa, usque ad 10 cm longa. Corpus tuberculis (10–)12(–14) mm longis et 4–5 mm crassis, leviter oblique sursum ascendentibus, spiraliter dispositis tectum. Pars superior tuberculae per totam longitudinem suam raphe instructa, si exsiccata, valde conspicua. Areolae ovales, 2 mm longae, primo albide lanosae, dein canescentes (usque atrogriseae) et glabrescentes. Spinae 11–15, breves, digitiformes, apice acutae, solum marginales, 3.5–5 mm longae, albidae vel pallide eburneae, pectinatim vel radiatim ordinatae, cum structura superficiali quadristrata bene evoluta, cellulis cavis magnis albidis ornata. Flores ex areolis junioribus ecrecentes, late campanuliformes, 35–42 (–45) mm longi et 30–35 mm lati, albidii, pallide eburnei usque roseoli, tepalis externis anguste lanceolatis, apice protractis, stria subtili pallide rosea ornata, extus cum zona centrali lata brunneorosea; squamae ad basin perigonii fuscovirides, margine albolacinata. Pericarpium pyriforme usque ad ovale. Stylus cum stigmatem pallide virides, stami-*

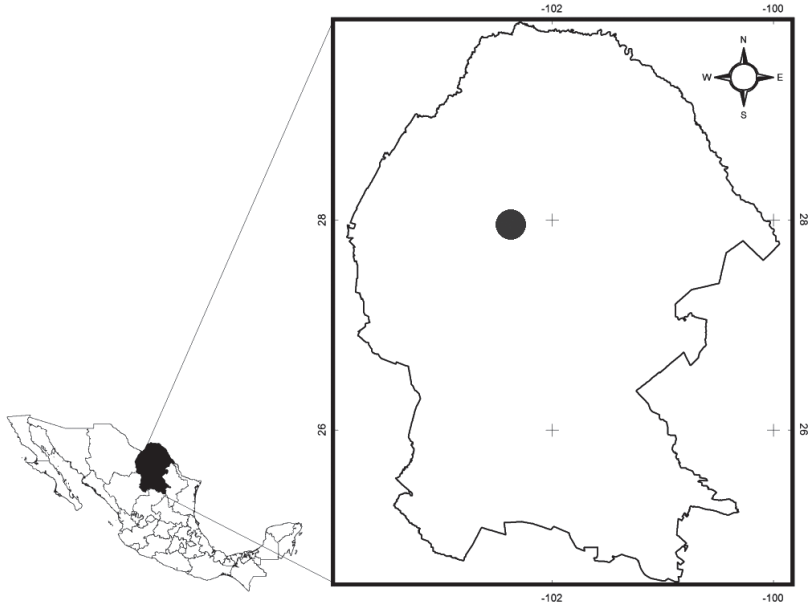


Figura 1. Distribución geográfica de *Escobaria abdita* en Coahuila México.

na valde superantes, filamenta albida, antherae luteae. Fructus obovatus, 6–8 mm longus et 5–7 in diametro, griseo- usque brunneoviridis, mox in pericarpelum pergamentaceum exsiccans. Semina ovata, hilo oblongo protracto, pallide brunnea, 1.5–1.75 mm longa et 1.3–1.35 mm lata, superficiei cavitatibus concavis in margine acutis. Fructus cum 15–30 seminibus (sectio Neobesseyia).

Etimología: De acuerdo con los autores de la especie, su nombre corresponde al vocablo en latín “*abdita*, *abditus*” que significa oculto, secreto, lo que caracteriza la vida literalmente oculta de esta especie.

Descripción de la especie

Planta pequeña, cespitosa, tallo simple, depresoglobo a cilíndrico, rara vez ramificado, con jugo acuoso, de color gris verdoso, de 35 mm de diámetro y 25 mm de altura, permanece hundido en el suelo (Fotos 1 y 2). **Tubérculos** cónicos a cilíndricos, en la parte apical aplanado, con un surco que se extiende desde las axilas desde el ápice

hasta las axilas, sin glándulas nectariales, con presencia de lana entre las axilas, de 9-14 mm de longitud, 5-18 mm de diámetro en la base. **Raíz** simple, muy gruesa, de 180 mm de largo y 50 mm de diámetro (Foto 3). **Aréolas** elongadas a ovadas de 1-1.5 mm de longitud y 0.4-0.5 mm de ancho, con tricomas sólo en las aréolas jóvenes y cercanas al meristemo apical, con peridermis de color gris en aquellas cercanas a la base del tallo; **espinas radiales** gruesas de 10-15, 4-6.3 mm de longitud, y de 0.5-1.5 mm de ancho las de la región media más largas gruesas y rígidas, subuladas, divergentes, curvas o porrectas, de color blanco grisáceo las más gruesas con una fisura a lo largo de la misma. **Espinas centrales** en ocasiones 2 en plantas jóvenes, de 6-8 mm de longitud, y de 2 mm de ancho de color blanco, dispuestas en forma inclinada, cortas y gruesas. **Flores** surgiendo en la porción adaxial; de 43-45 mm de longitud, 44-45 mm de diámetro; pericarpelo desnudo, segmentos externos del perianto ciliados-marginados de 18-22 mm de



Erich Schrempf.

FOTO 3. Raíz de *Escobaria abdita*.

longitud y de 1.5-2 mm de ancho, de color rosa pálido con una línea central de color café rojizo; segmentos internos del perianto, de 23-25 mm de longitud y de 2-3 mm de ancho, de color rosado pálido con una línea central de color rojo aceituna, extendidos durante la antesis, los segmentos externos más cortos, obovados, los segmentos internos más largos, lanceolados o espatulados, el ápice acuminado, la garganta blanco crema; ovario elipsoidal de 5-7 mm de longitud y de 5 mm de diámetro; estilo 4.5-5 mm de longitud, emergente sobre los estambres, amarillo pálido, lóbulos del estigma 4, 1-2 mm de longitud, verde olivo; zona nectarial diminuta, lisa; estambres de 4-8 mm de longitud, blancos, numerosos, dispuestos hacia la parte inferior del tubo (Foto 4). **Fruto** obovoide, globoso a circular, seco, de 6-9 mm de longitud, 6-8 mm de diámetro, de color verde oscuro a veces con tonos café rojizo al madurar, con dehiscencia longitudinal (un solo surco). **Semillas** de no más de 30, 1.5-1.8 mm de longitud, 1.6-1.8 mm de anchura, de color negro castaño, con el hilo oblongo, alargado y pequeño.

Distribución y hábitat

Escobaria abdita se distribuye en sitios planos e inundables, sobre suelos gravosos, arenosos y profundos en los valles a pedregosos y someros en lomeríos, usualmente con buen drenaje, en afloramientos de roca de edad Paleozoica tardía



Erich Schrempf.

FOTO 2. Flor de *Escobaria abdita*.

(Foto 5). En el sitio abundan las calizas métricas y areniscas arkósica de grano fino y medio (conglomerados), así como rocas sedimentarias del Cretácico temprano (Ferrusquía 1998). Actualmente solo se conoce una población con numerosos individuos de diferentes edades. Aunque en el sitio no se presenta vegetación alguna por ser un área que temporalmente es inundable, en zonas cercanas la vegetación dominante corres-

Erich Schrempf.

FOTO 5. Hábitat de *Escobaria abdita*.

ponde a un matorral espinoso de menos de 2 m de altura, compuestos por una mezcla de arbustos micrófilos, espinosos e inermes, también son frecuentes pequeñas comunidades de árboles bajos que se concentran en los sitios más húmedos (Villarreal 1993). Entre las especies más comunes se encuentran, *Acacia rigidula*, *Colubrina texensis*, *Leucophyllum frutescens*, *Prosopis glandulosa*, *Opuntia Engelmannii*, con elementos de *Lippia graveolens*, *Agave lechuguilla* y *Flourensia cernua*. Otros arbustos o árboles pequeños son: *Karwinskia humboldtiana*, *Guaiacum angustifolium*, *Cercidium texanum*, *Ziziphus obtusifolia*, *Castela erecta*, *Cylindropuntia leptocaulis*, *Citharexylum brachyanthum*, *Senegalia berlandierii*, *S. greggii*, *Vachelia farnesiana*, *Acacia constricta* y *Diospyros texana*, en el estrato herbáceo las gramíneas son el componente principal, se presentan en sitios abiertos o protegidas entre los arbustos, las más frecuentes son: *Bouteloua trifida*, *B. curtipendula*, *Aristida purpurea*, *Tridens muticus*, *T. texanus*, *Pa-*

nicum hallii, *Pleuraphis mutica*, *Hilaria belangeri* y *Pennisetum ciliare*, otras herbáceas comunes son: *Gnaphalopsis micropoides* y *Ruellia nudiflora*. La zona de estudio se encuentra inmersa en la Región Hidrológica RH24 Río Bravo que ocupa el 63.22% de la entidad y tiene su origen en las montañas Rocallosas de Colorado, en los Estados Unidos de América, y sirve de límite con este país, desde Juárez, Chih., hasta su desembocadura en el Golfo de México. En el estado fluye en dirección general hacia el oriente en una longitud de unos 740 kilómetros, desde Boquillas del Carmen, hasta el municipio de Hidalgo, pasando por los de Ocampo, Acuña, Jiménez, Piedras Negras, Nava y Guerrero (INEGI, 2007). Climáticamente, la zona de interés presenta un clima seco a semiseco, con una temperatura media anual que va desde los 18 a 22 °C, mientras que las temperaturas más altas son mayores a los 30 °C, y se presenta en los meses de mayo a agosto, mientras que la más baja en enero, que

es alrededor de 4 °C. Las lluvias son muy escasas, se presentan durante el verano; la precipitación total anual es alrededor de 400 mm.

Agradecimientos

Queremos agradecer a César Puente por el apoyo en la elaboración del mapa.

Literatura citada

- Anderson EF. 2001. *The cactus family*. Timber Press Portland, Oregon, USA.
- Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1992. *Las cactáceas de México*, Vol. 2, Segunda Edición. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Bravo-Hollis H. & Sánchez-Mejorada H. 1991. *Las cactáceas de México*. Volumen II Universidad Nacional Autónoma de México.
- Britton NL & Rose JN. 1922. *The Cactaceae*, vol. 3. The Carnegie Institution of Washington, Washington D.C.
- Britton NL & Rose JN. 1919-1923. *The Cactaceae*. Volumen 1-4. The Carnegie Institution, Washington D. C.
- CITES. 1990. *Appendices I, II and III to the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*. U.S. Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior. Washington, D.C.
- Ferrusquía I. 1998. Geología de México. En: Ramamoorthy, T.P.; R. Bye; A. Lot y J. Fa. (eds) *Diversidad biológica de México; orígenes y distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Primera edición en español, México D.F.
- Godínez-Álvarez H & Ortega-Baes P. 2007. Mexican cactus diversity: environmental correlates and conservation priorities. *Bol Soc Bot Mex* **81**:81-87.
- Gómez-Hinostrosa C. & Hernández HM. 2000. Diversity, geographical distribution, and conservation of Cactaceae in the Mier y Noriega region, Mexico. *Biodivers Conserv* **9**:403-418.
- Guzmán U, Arias S & Dávila P. 2003. *Catálogo de cactáceas mexicanas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Hernández E. 1981. Cactáceas de Doctor Arroyo, Nuevo León, México, su utilización y notas ecológicas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.
- Hernández H & Bárcenas R. 1996. Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: II. Biogeography and Conservation. *Conserv Biol* **10**:1200-1209.
- Hernández H & Bárcenas R. 1995. Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: I. Distribution patterns. *Conserv Biol* **9**:1176-1188.
- Hernández H & Godínez H. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Bot Mex* **26**:33-52.
- Hernández H, Gómez-Hinostrosa C & Bárcenas R. 2001. Diversity, spatial arrangement, and endemism of Cactaceae in the Huizache area, a hot-spot in the Chihuahuan Desert. *Biodivers Conserv* **10**:1097-1112.
- Hernández H, Gómez-Hinostrosa C & Goettsch B. 2004. Checklist of Chihuahuan Desert Cactaceae. *Harvard Pap Bot* **9**:51-68.
- Hunt DR. 2006. *The new cactus lexicon*. DB Hunt Books. Milborne Port, UK, DH Books.
- Řepka R & Vaško Z. 2011. *Escobaria abdita* a new species from northern Mexico. *Cact Succ J (USA)* **83**:264-269.
- Řepka R & Vaško Z. 2012. *Escobaria abdita*-eine neue Art aus Nord-Mexiko. *Mammillaria (Alemania)* **2**:119-128.

Análisis de la distribución espacial del muérdago (*Phoradendron californicum*) en el sur del Desierto Sonorense

Solís-Gracia Verónica¹ & Suzán-Azpiri Humberto^{1*}

Resumen

Los muérdagos son plantas hemiparásitas que crecen sobre tallos y ramas. Se les considera especie clave por su papel en una amplia gama de relaciones ecológicas, por sus usos medicinales, sus relaciones con la avifauna y su importancia como plaga. *Phoradendron californicum* es un muérdago que se encuentra en el Desierto Sonorense, parasitando individuos de varias especies de árboles, principalmente leguminosas como *Olneya tesota*, *Prosopis velutina*, *Acacia constricta* y *Parkinsonia microphylla*. Se analizó la distribución y asociación espacial de *P. californicum* y sus hospederos utilizando el sistema de Análisis Espacial por Índices de Distancia (SADIE, por sus siglas en inglés). Los índices de agregación obtenidos indican que tanto los hospederos como el muérdago tienen una distribución agregada en parches y claros, que es notoria de acuerdo a la escala; en cuadrantes pequeños (50 x 50 m) no se alcanza a distinguir el patrón de agregación, pero en cuadrantes más grandes (200 x 200 m) ya se puede observar agregación significativa. Se encontró una asociación positiva entre *P. californicum* con *O. tesota* y una asociación negativa con el resto de los hospederos. Así mismo la prevalencia de la infección fue mayor en *O. tesota*. Es probable que la mayor asociación de *P. californicum* con *O. tesota*, se debe a la mayor disponibilidad de frutos en los muérdagos sobre *O. tesota* y a que uno de sus principales dispersores prefiera estos árboles como sitio de percha. Estudios de esta índole son fundamentales para entender el patrón de dispersión de plantas parásitas en ecosistemas áridos.

Palabras clave: Distribución espacial, muérdago, palo fierro, parasitismo.

Abstract

Mistletoes are hemiparasitic plants that grow over stems and branches. They are considered as keystone species according to its role in wide ecological relationships, their interactions with bird species, and its importance as an economic pest. *Phoradendron californicum* is mistletoe from the Sonoran Desert that parasitizes different tree species, mainly legumes such as *Olneya tesota*, *Prosopis velutina*, *Acacia constricta* and *Parkinsonia microphylla*. The spatial distribution and association of *P. californicum* and its hosts were analyzed with the "Spatial Analysis's by Distance Indices (SADIE)" procedure. Aggregation indices indicate that mistletoes and its hosts have an aggregated distribution within patches and gaps that become evident in response to the scale. In small quadrants (50 x 50 m) the aggregation pattern was not detected, but in larger quadrants (200 x 200 m) a significant aggregating patterns arise. A positive spatial association between *P. californicum* and *O. tesota* and a negative association

¹ Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Querétaro. Cerro de las Campanas s/n, C. P. 76010, Querétaro, Oro. México.

* Autor para correspondencia: hsuzan@uaq.mx

with the remaining hosts was detected. Simultaneously the prevalence of the infection was higher in *O. tesota*. The strongest association of *P. californicum* with *O. tesota* probably is a response to the higher availability of fruits in *O. tesota* and by the roosting preferences of bird dispersers into this tree species.

Key Words: Ironwood, mistletoe, parasitism, spatial distribution.

Introducción

Los muérdagos son plantas hemiparásitas que crecen en tallos y ramas de plantas huéspedes, donde parcialmente toman nutrientes del xilema de su hospedero, pero también fotosintetizan sus propios carbohidratos (Leimu 2010). Los muérdagos pertenecen a las familias Loranthaceae, Misodendraceae, Santalaceae y Viscaceae, dentro del orden de las Santalales (Vidal-Rusel & Nickrent 2008). Los muérdagos son considerados especies clave (Watson 2001; Press & Phoenix 2005; Watson & Herring 2012) ya que tienen un gran impacto en la comunidad: sus frutos son una fuente importante de alimento para aves y de forraje para algunos mamíferos, afectan el crecimiento y reproducción de sus hospederos, atraen diversos polinizadores y dispersores, y aceleran el ciclo de nutrientes. Estas especies también presentan importancia desde un punto de vista económico ya que tienen usos medicinales y son considerados como importantes plagas de árboles económicamente importantes (Waston 2001; Aukema 2003; Arce-Acosta 2013). En México, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR 2005) diagnosticó que el 28.47% del daño forestal es causado por muérdagos y reportó un incremento en su abundancia de un 6% en el 2002 al 28.47% en el 2005.

Phoradendron californicum (Viscaceae) es un muérdago escamoso de color verde a rojizo que puede crecer hasta 3 m de largo y ancho. La floración se da de manera más o menos sincrónica a finales de otoño y

en invierno los frutos son abundantes. Su distribución abarca el Desierto Sonorense y el Desierto de Mojave, en altitudes desde 0 hasta 1750 m snm; se encuentra en los estados de Nevada, California, Arizona y Utah en Estados Unidos, y en México en la Península de Baja California, Sonora y Sinaloa (Kuijt 2003). *Phoradendron californicum* parasita comúnmente distintas leguminosas de los géneros *Olneya*, *Prosopis*, *Acacia* y *Parkinsonia* (Aukema & Martínez del Río 2002a; Aukema 2004; Zuñiga & Suzán 2010). La preferencia por leguminosas arbóreas se debe a que éstas comúnmente fijan nitrógeno y sus raíces son profundas, de manera tal que son buenas proveedoras de nitrógeno y agua (Miller 1997; Orcutt & Nilsen 2000; Press & Phoenix 2005).

Phoradendron californicum es un muérdago dispersado por aves, siendo *Phainopepla nitens* (Ptilonotidae) su principal dispersor, presentando modificaciones en su sistema digestivo que le permiten alimentarse de los frutos del muérdago (Walsberg 1975) (Foto 1). Se distribuye desde el suroeste de Estados Unidos hasta el centro de México. Aparte de *P. nitens*, Larson (1996) observó una amplia gama de generalistas alimentándose de los frutos del muérdago, destacando: *Callipepla gambelii*, *Oreoscoptes montanus*, *Turdus migratorius*, *Carpodacus mexicanus*, *Zonotrichia leucophrys*, *Sialis mexicana*, *Sialis currucoides*, *Mimus polyglottus*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Toxostoma dorsale* y *Melanerpes uropygialis*.

La distribución espacial de *Phoradendron* está condicionada por sus hospederos y las



Humberto Suzán

FOTO 1. Frutos de *Phoradendron californicum*.

zonas donde éstos crecen. Los principales procesos que moldean dicha distribución son la dispersión de semillas, el establecimiento y la supervivencia de plántulas (Aukema & Martínez del Río 2002a). La dispersión se lleva a cabo por aves y por lo tanto es moldeada por su comportamiento; el establecimiento depende de la compatibilidad entre la parásita y el hospedero; y la supervivencia es producto tanto de la compatibilidad con el hospedero como de otros factores abióticos como la presencia de heladas (Press & Phoenix 2005; Roxburgh & Nicolson 2005).

Existen varios estudios sobre la dispersión de *Phoradendron* en el norte del Desierto Sonorense (principalmente en Estados Unidos) que han demostrado que las estructuras espaciales de *Phoradendron* y sus hospederos varían a lo largo del

Desierto (Overton 1996; Aukema 2001). Considerando dicha variación y la importancia que tienen los muérdagos ecológica y económicamente, es relevante determinar la distribución espacial de *Phoradendron californicum* y sus hospederos en el área sur del Desierto Sonorense.

Los patrones de distribución de los muérdagos son afectados tanto por la disponibilidad de hospederos adecuados como por el comportamiento de los dispersores, pero también es importante considerar el establecimiento y supervivencia para entender la distribución de los adultos (Roxburgh & Nicolson 2005). La germinación, en los muérdagos, parece ser independiente del sustrato sobre el que se encuentren las semillas, pero el establecimiento, el cual tiende a ser más bajo que la germinación (Spurrier & Smith

2006), sí depende de dónde se encuentre la semilla (Rödl & Ward 2002). Norton *et al.* (2002) encontraron que las probabilidades de establecimiento tienen que ver con la compatibilidad de los hospederos y con el diámetro de la rama, pese a que hubo una gran variación de acuerdo a cada árbol.

Conocer la distribución espacial de los organismos es fundamental para entender los procesos que se llevan a cabo en las poblaciones y comunidades (Perry 1998; Nathan & Muller-Landau 2000). Un nuevo método para determinar la distribución espacial de los organismos es el análisis espacial por índices de distancia (SADIE, por sus siglas en inglés). El método indica la heterogeneidad en la distribución espacial de los organismos evaluando la no aleatoriedad de interacciones entre individuos (Perry 1998). Este método tiene la ventaja de usar datos en forma de conteos y de considerar su ubicación en dos dimensiones, lo que da resultados más robustos que si sólo se consideran frecuencias por unidad muestral.

Comúnmente la distribución de Poisson y la binomial negativa se utilizan para determinar distribuciones espaciales aleatorias y agrupadas. Estos métodos no consideran los datos de manera espacial, sino que sólo se basan en frecuencias por unidad de área predeterminada. El sistema SADIE usa información en dos coordenadas y datos en forma de conteos. Se basa en el mínimo esfuerzo para alcanzar la regularidad (D), que es la distancia mínima que haría falta mover a los individuos para tener un arreglo uniforme de éstos (Perry *et al.* 1999). Con estos datos se obtiene el índice de agregación I_a ; Complementariamente se puede calcular el esfuerzo mínimo para la agregación (C), que es la distancia mínima que habría que recorrer para tener a todos

los individuos agrupados en un punto; con estos datos se obtiene el índice de agregación J_a . En ambos casos el índice se obtiene de la razón de los datos observados con la media de D o C obtenida de permutaciones de los datos originales. El índice I_a es más robusto para datos que presentan varios parches, mientras que J_a es mejor para los casos en que sólo hay un parche en el área muestreada (Perry 1998).

Con SADIE también se obtiene información sobre asociaciones espaciales entre dos poblaciones (o especies) estimando la contribución de cada unidad muestral al coeficiente de correlación global denominado " χ " (Maestre 2003). Este sistema se ha utilizado para analizar asociaciones de distintos tipos, como son el nodricismo (Zuñiga *et al.* 2005; Suzán *et al.* 2011), efectos del microambiente sobre plantas vasculares (Maestre 2003), modelos de relaciones espacio-temporales (Winder *et al.* 2001) y patrones de infección (Turechek & Madden 1999).

La mayoría de los estudios sobre distribución espacial de muérdagos concuerdan en la distribución agregada de estas parásitas (Donohue 1995; Shaw *et al.* 2005; Press & Phoenix 2005). Para *Phoradendron californicum* existe una descripción de dichos patrones en el norte del Desierto Sonorense, tanto en Arizona (Aukema 2001) como en Baja California Norte (Overton 1996). Aukema (2001) hizo estudios sobre *P. californicum* en Santa Rita Experimental Range y Silverbell Mountains, Arizona, en el norte del Desierto Sonorense, donde encontró que los patrones de distribución del muérdago son agregados jerárquicamente a diferentes escalas. Hay agregación dentro de los hospederos, en hospederos vecinos y a escalas mayores de 4000 m (paisaje).

Por otro lado, Overton (1996) investigó la distribución de *P. californicum* en Baja California y observó agregación dentro del hospedero, pero no detectó autocorrelación alguna a escalas mayores. Aukema (2004) propuso que los patrones de agregación en las escalas pequeñas se deben al comportamiento de *Phainopepla nitens* y que a mayor escala el patrón tiene que ver con factores abióticos.

La agregación, también está determinada por el grado de infección dado por la densidad foliar del parásito y la altura de los árboles (Overton 1994; Aukema & Martínez del Río 2002b). En Arizona se encontró agregación dentro del hospedero, entre hospederos vecinos y a grandes escalas dentro de un gradiente altitudinal, mientras que en Baja California sólo se encontró agregación dentro del hospedero (Overton 1996).

El presente estudio pretende analizar la distribución espacial de *P. californicum* y sus hospederos en la parte sur del Desierto Sonorense utilizando el método SADIE, determinando los índices de agregación y de asociación espacial de *P. californicum* y sus hospederos.

Material y Métodos

Sitio de estudio

Esta investigación se llevó a cabo en la subregión central costera del Golfo del Desierto Sonorense (Shreve 1951), al norte de Bahía Kino, Sonora, México; entre Kino Nuevo y Punta Chueca, en el municipio de Hermosillo (28° 57' 05.4" N, 112° 03' 23.3" W). En esta zona se presentan dos temporadas de lluvia, una en invierno (diciembre-marzo) y otra en verano (julio-septiembre), con una precipitación media anual de 138.2 ± 74.6 mm (Fleming *et al.* 2001). El clima es de tipo Bwh, con una temperatura

media anual promedio de 23.6 °C (INEGI 2005) y temperaturas mínimas promedio de 6 °C y máximas de 38 °C (Moreno *et al.* 2005). El tipo de vegetación en la zona es matorral sacrocaule con matorral subinerme (Moreno *et al.* 2005). Algunas de las especies importantes en la zona son: *Olneya tesota* (Palo fierro), *Prosopis glandulosa* y *Prosopis velutina* (Mezquite), *Parkinsonia microphylla* (Palo verde), *Bursera microphylla*, *Pachycereus pringlei*, *Larrea tridentata*, *Encelia farinosa* y *Jatropha* spp. (Suzán 1994; Phillips & Wentworth 2000; Zuñiga & Suzán 2010).

Distribución espacial del muérdago y sus hospederos

En la zona de estudio, se encontraron como hospederos potenciales de *P. californicum* a árboles y arbustos como *Olneya tesota*, *Parkinsonia microphylla*, *Acacia constricta* y *Prosopis velutina* (Fotos 2 y 3). Para determinar la distribución espacial de la vegetación arbórea, arbustiva y del muérdago se utilizaron siete cuadrantes de 50 x 50 m, con subcuadrantes de 5 x 5 m y para ver el efecto de agregación a diferentes escalas se muestrearon cuatro cuadrantes contiguos de 100 x 100 m con subcuadrantes de 10 x 10 m que conforman un cuadrante de 200 x 200 m. En cada subcuadrante se registró la especie de hospedero y su frecuencia, altura, cobertura, el número de parásitas que presentan y el *status* (vivo/muerto) tanto del hospedero como de las parásitas. En los cuadrantes de 50 x 50 m también se hicieron conteos y registros de coberturas de otras especies leñosas como *Jatropha cuneata*, *Jatropha cardiophylla*, *Bursera microphylla*, *Condalia* sp., *Acacia* sp., *Mimosa* sp1 y *Mimosa* sp2.

Cálculos de los valores de importancia, muérdagos esperados, alturas de hospederos, mortandades y fructificación

Con los datos de los conteos obtenidos de todos los cuadrantes se calculó la prevalencia

(número de hospederos infectados) y la intensidad (número de parásitos por hospedero) de la infección. Se utilizaron los datos de los cuadrantes de 50 x 50 m para calcular el valor de importancia (VI) de los hospederos y las otras especies leñosas de la comunidad (Cox 1980):

$$VI = (dr+cr+fr) \times 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde dr = densidad relativa, cr = cobertura relativa, fr = frecuencia relativa.

Posteriormente, se calculó la cantidad de muérdagos esperados, E_j , en los distintos hospederos de acuerdo a su cobertura, basándose en la fórmula de Tewksbury *et al.* (1999):

$$E_j = (C_j/C_{\text{tot}}) * O_{\text{tot}} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde C_j es la cobertura de la especie hospedera j , C_{tot} es la cobertura de todas las especies hospederas y O_{tot} es el número total de individuos de *P. californicum*. Una vez obtenidos los valores esperados, se compararon con los observados



Verónica Solís

FOTO 2. *Phoradendron californicum* en un palo fierro (*Olneya tesota*).

por medio de una prueba de χ^2 utilizando el programa Minitab v. 13.20, y una prueba de subdivisión de χ^2 acorde a Zar (2010).

Se calcularon las alturas máximas, mínimas y promedio de todos los hospederos, así como las de aquellos infectados. También se calcularon porcentajes de mortandad de los hospederos y los muérdagos, así como el porcentaje de muérdagos con frutos (para esto sólo se utilizaron los datos de los cuadrantes de 100 x 100 ya que fueron los únicos muestreados en temporada de fructificación).

Análisis Espacial por Índices de Distancia (SADIE)

Se calcularon los valores "D", y se obtuvo el índice de agregación I_a , que es el cociente de la D observada entre una D esperada (D_{rand}) que es el promedio de una serie de permutaciones aleatorias de los datos:

$$I_a = \frac{D}{D_{rand}} \quad (\text{Ec. 3})$$

Con los valores de D de las permutaciones se crea una distribución de frecuencias, y basada en ésta se puede calcular qué proporción (P_a) de los valores es igual o mayor al de la D observada.

Este sistema también proporciona los índices de agregación local v_i y v_j para cada unidad (subcuadrante). Estos índices explican qué tanto aporta cada subcuadrante a la agregación total y depende de los valores vecinos, de tal manera que los índices sólo serán altos (positiva y negativamente) si ese subcuadrante se encuentra rodeado por conteos similarmente altos o bajos. El índice v_i tiene valores positivos e implica que esa unidad es parte de un parche, v_j es negativo (por convención) e indica que esa unidad es parte de un claro. Los valores de estos índices pueden ser usados para crear mapas de contornos donde se delimiten claros y parches. Valores de I_a menores a uno implican una tendencia a la

distribución uniforme, valores cercanos a uno indican aleatoriedad y valores mayores a uno denotan tendencia a la agregación. Se considera que valores absolutos de v_i y v_j mayores a 1.5 delimitan parches y claros significativos, respectivamente.

Con este método se obtuvo el índice de asociación entre dos " χ " (Perry & Dixon 2002) a partir de los índices v_i y v_j de dos especies en la misma área; si coinciden los parches y/o claros de ambas especies se considera una asociación positiva, en cambio si coinciden los parches de una especie con claros de otra especie implica una asociación negativa (disociación). Al igual que para el índice de agregación, se hacen permutaciones con los valores para obtener distintas χ esperadas con las que se construye una distribución de frecuencias y se pueden calcular tanto la proporción de valores superiores a $|\chi|$ como los centiles de la distribución. La χ obtenida se puede comparar con los centiles; si el valor es mayor denota asociación, mientras que si es menor indica disociación. También existe una medida de asociación local χ_p que, como v_i , denota la asociación en cada subcuadrante y puede ser utilizada para crear mapas de contornos y mostrar zonas de asociación y disociación entre especies.

Los datos de los conteos de cada especie en cada cuadrante (desde 50 x 50 m, hasta el de 200 x 200 m) fueron analizados con el programa SADIEShell v 1.22 (© Kelvin F. Conrad y IACR-Rothamstead) y se obtuvieron los índices I_a , \bar{v}_i , \bar{v}_j con sus respectivas probabilidades para cada especie de hospedero, para todas las especies de hospederos juntas (con y sin parásitas) y para *Phoradendrum californicum*. En el caso de *P. californicum* se calcularon los índices de agregación considerando todos los subcuadrantes y únicamente los subcuadrantes donde se encontraban los hospederos (que son los únicos sitios donde podría crecer) y se compararon mediante una t de Student.

Se obtuvo el índice χ y su probabilidad para la asociación del muérdago con cada especie de hospedero y con los hospederos en general (todas las especies). Los índices de agregación local (v_i y v_j) y de asociación local (χ_p) se utilizaron para trazar mapas con el programa SURFER v. 8.02-Oct 2001 (Surface Mapping System © 1993-2002, Golden Software, Inc). Para los mapas de agregación se utilizaron como valores críticos para el contorno v_i y $|v_j| > 1.5$, se trazó también la línea de cero para separar zonas con tendencia a formar parches de aquellas con tendencia a formar claros. Los mapas de asociación utilizaron como valores críticos para el contorno aquellos que delimitaron los percentiles 2.5 y 97.5 (aunque también se incluyen los percentiles 5, 12.5, 87.5 y 95).

Una vez obtenidos los índices de agregación de los cuadrantes se hizo una comparación para observar efectos de la escala en el muestreo. Se compararon los cuadrantes de 50 x 50 m con los de 100 x 100 m y estos con el de 200 x 200 m utilizando una t de Student.

Resultados

Cálculos de los valores de importancia, muérdagos esperados, alturas de hospederos, mortalidades y fructificación

Se encontró un total de 813 hospederos posibles en todos los cuadrantes, con una mortalidad general de 0.98%; 432 individuos son de *Parkinsonia microphylla*, 177 son *Olneya tesota* y 204 son *Acacia constricta* (con mortalidad de 1.39%, 1.13% y 0% respectivamente) (Cuadro 1). También se encontraron 85 hospederos infectados con un total de 234 individuos de *P. californicum* de los cuales sólo 202 estaban sobre hospederos vivos y de éstos, 184 estaban vivos (Cuadro 1). La mortalidad de los hospederos infectados fue de 5% para *O. tesota* y de 13.16% para *P. microphylla*

Para el resto de los análisis se utilizaron únicamente los datos de los hospederos vivos. La mayoría de las parásitas (59.90%) se encontraron sobre *O. tesota*, que a su vez muestra la mayor prevalencia con el 22.86% de individuos infectados. En cambio *Acacia constricta* mostró una baja prevalencia (3.43%) y sólo contó con el 3.96% de muérdagos totales y *Parkinsonia microphylla* tuvo valores intermedios de prevalencia (8.92%) y muérdagos (36.14%) (Cuadro 2).

Las alturas de los hospederos van de .20 a 6.50 m, con una altura promedio de 2.788 m, mientras que la altura mínima de infección es de 160 cm y la altura promedio de los árboles infectados es 366 cm.

La cantidad de muérdagos por clases de altura de los hospederos muestra que dos terceras partes de los muérdagos se encuentran en hospederos más altos (de 3.6 a 5.5 m), a pesar de que estos sólo representan una quinta parte de los hospederos disponibles (Fig. 1).

Se utilizaron los datos de los cuatro cuadrantes continuos de 100 x 100 m para calcular el porcentaje de *P. californicum* con fruto (debido a que estos cuadrantes se muestrearon dentro de la temporada de fructificación mientras que los otros no) y se observó que solamente el 10.77% de los muérdagos presentaron frutos, de los cuáles el 85.71% de éstos se encontraron sobre *O. tesota* y el 14.29% restante sobre *P. microphylla*; *Acacia constricta* no tuvo muérdagos con frutos.

Los valores de importancia de las especies leñosas muestreadas se pueden observar en el cuadro 2. Las especies de mayor valor de importancia son *Jatropha cuneata*, *Jatropha cardiophylla* y *Condalia sp.* Considerando los valores de importancia, el hospedero con mayor peso es *P. microphylla* (VI = 28.96),

CUADRO 1. Número de hospederos, número de muérdagos (vivos y muertos) y porcentaje de mortandad.

	Total	Vivo	Muerto	% mrtnd hosp	Phca tot	Phca en hosp vivo	Phca en hosp muerto	Phca vivo	Phca muerto	% mrtnd Phca*
Acco	204	204	0	0.00%	8	8	0	8	0	0.00%
Olte	177	175	2	1.13%	125	121	4	110	15	9.09%
Pami	432	426	6	1.39%	101	73	28	66	35	9.59%
Td Hosp	813	805	8	0.98%	234	202	32	184	50	8.91%

Acco = *Acacia constricta*, Olte = *Olneya tesota*, Pami = *Parkinsonia microphylla*, Phca = *Phoradendron californicum*, Td Hosp = todos los hospederos, mrtnd=mortandad. * Mortandad de muérdagos sobre hospederos vivos.

CUADRO 2. Prevalencia de la infección en los hospederos, intensidad de la infección (número promedio de individuos de *P. californicum* por hospedero infectado) y valores de importancia de las principales especies arbóreas y arbustivas.

Especie	Valor de Importancia	Total Ind.	Infec.	Prev (infe/tot)	Tot Phca	% de Phca del total	Phca/hosp infec	Min-max Phca/hosp
Pami	28.96	426	38	8.92%	73	36.14%	1.92	1 a 11
Acco	8.66	204	7	3.43%	8	3.96%	1.14	1 a 2
Olte	18.25	175	40	22.86%	121	59.90%	3.03	1 a 11
Td Hosp	-	805	85	10.56%	202		2.38	1 a 11
Bumi	37.18	308	0					
Jaca	63.01	660	0					
Jacu	94.69	1040	0					
Cond 1	43.36	452	0					

Acco = *Acacia constricta*, Olte = *Olneya tesota*, Pami = *Parkinsonia microphylla*, Phca = *Phoradendron californicum*, Bumi = *Bursera microphylla*, Td Hosp. = todos los hospederos, Infec = infectados

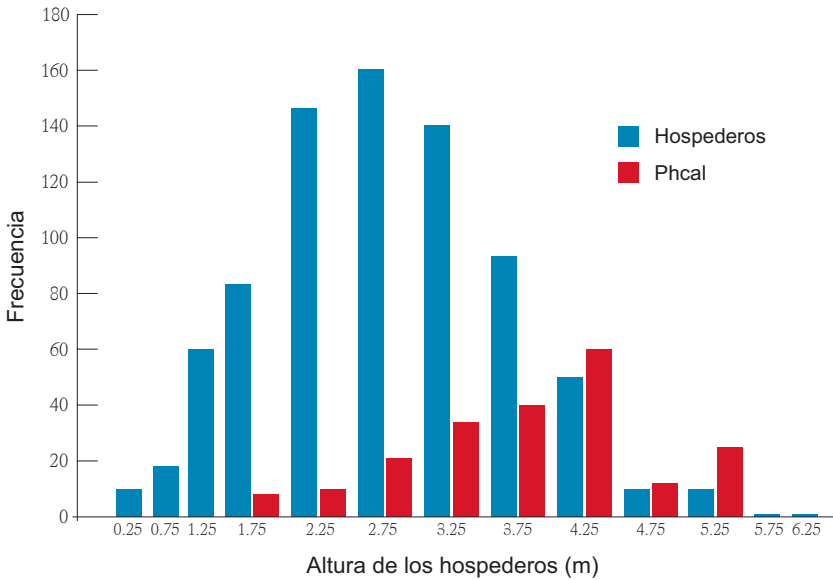


FIGURA 1. Frecuencia de hospederos y muérdagos de acuerdo a la altura del hospedero. Phcal = *Phoradendron californicum*, Hospederos = todos los hospederos.

seguido de *O. tesota* (VI = 18.25) y finalmente *A. constricta* (VI = 8.66).

Se encontraron diferencias significativas entre las frecuencias observadas y esperadas de muérdagos acorde a su cobertura ($\chi^2 = 2271.69$, $P < 0.001$, $N = 791$), donde la prueba de χ^2 subdividida indicó que tanto *P. microphylla* ($\chi^2 = 43.27$, $P < 0.001$, g.l.=1) como *A. constricta* ($\chi^2 = 16.58$, $P < 0.001$, g.l.=1) presentan significativamente menos individuos de los esperados y *O. tesota* ($\chi^2 = 108.83$, $P < 0.001$, g.l.=1) tiene significativamente más muérdagos que los esperados (Fig. 2).

Análisis Espacial por Índices de Distancia (SADIE)

Los índices de agregación obtenidos por SADIE de los cuadrantes varían entre los diferentes tamaños de cuadrante. Los cuadrantes de 50 x 50 m tienen índices muy cercanos a uno, tanto

para los hospederos como para el muérdago, mostrando un patrón de distribución aleatorio. Al analizar los índices para los cuadrantes de 100 x 100 m se observa que los valores para *P. microphylla* y de todos los hospederos juntos incrementan y tienen una diferencia significativa comparados con los de 50 x 50 m ($t = -4.425$, $P < 0.05$, $N = 6$ y $t = -18.866$, $P < 0.05$, $N = 6$; respectivamente) mientras que los de los otros dos hospederos y el muérdago siguen siendo cercanos a uno y no difieren significativamente. En el caso de los datos del cuadrante de 200 x 200 m todas las especies tienen un patrón agregado; se observa que para *P. microphylla* y todos los hospederos juntos no hay diferencia significativa con los de 100 x 100 m, pero sí la hay para *O. tesota* ($t = -5.376$, $P < 0.05$, $N = 4$), *A. constricta* ($t = -1.641$, $P < 0.05$, $N = 4$) y *P. californicum* ($t = -6.928$, $P < 0.05$, $N = 4$) (Fig. 3).



Verónica Solís

FOTO 3. *Phoradendron californicum* en segundo plano sobre palo verde (*Parkinsonia microphylla*).

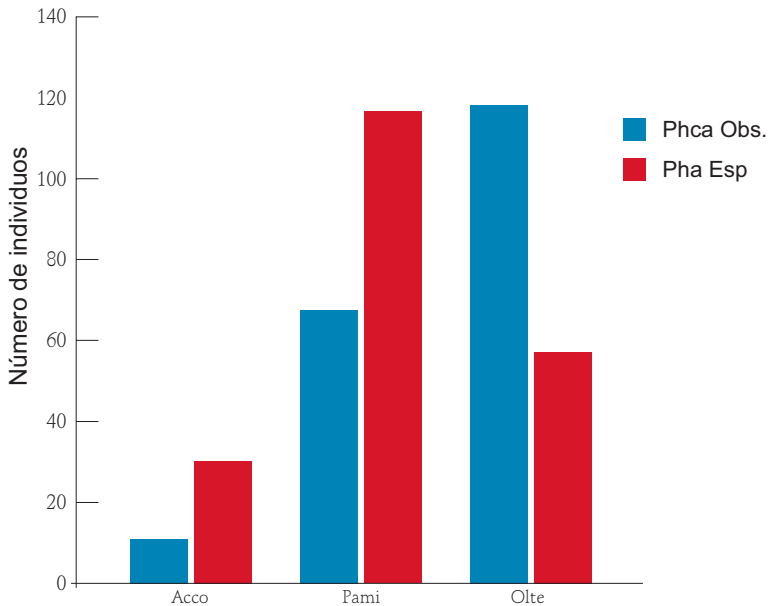


FIGURA 2. Comparación entre el número de individuos de *Phoradendron californicum* (Phca) observados en los hospederos y el número de individuos esperados proporcionalmente a la cobertura ($\chi^2 = 2271.67$, $P < 0.001$). Acco = *Acacia constricta*, Pami = *Parkinsonia microphylla*, Olte = *Olneya tesota*.

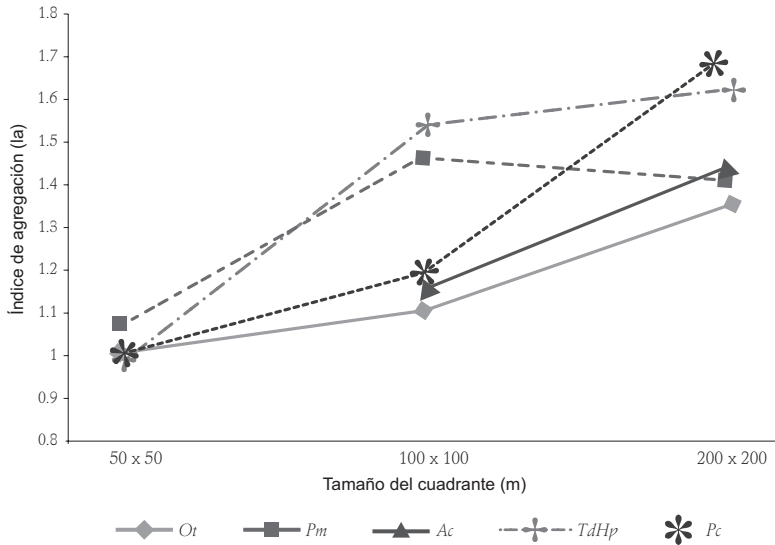


FIGURA 3. Índices de agregación en los diferentes tamaños de cuadrantes. *Ot* = *Olnya tesota*, *Pm* = *Parkinsonia microphylla*, *Ac* = *Acacia constricta*, *Pc* = *Phoradendron californicum*, TdHp = Todos los hospederos.

Se obtuvieron los índices de agregación de *P. californicum* utilizando todos los subcuadrantes y solamente aquellos en las que había hospederos, al compararlos se observó que no hubo diferencia significativa (50 x 50 m $t = -0.664$, $P < 0.05$; 100 x 100 m $t = -0.138$, $P < 0.05$).

Los valores encontrados para los hospederos son: *O. tesota* ($I_a = 1.361$, $P_a = 0.0183$) siendo el menos agregado (Fig. 4), seguido de *P. microphylla* ($I_a = 1.427$, $P_a = 0.0101$) y el más agregado es *A. constricta* ($I_a = 1.463$, $P_a = 0.0069$) (Fig. 5). Cabe mencionar que *P. californicum* es la especie más agregada ($I_a = 1.726$, $P_a = 0.0010$) y considerando los índices de agregación del cuadrante de 200 x 200 m, el índice para todos los hospederos es alto ($I_a = 1.636$, $P_a = 0.0013$) (Fig. 6).

El índice de asociación espacial χ para el cuadrante de 200 x 200 m muestra que sólo hay asociación positiva de *P. californicum* con *O. tesota* ($\chi = 0.1916$, $P = 0.0001$)

(Fig. 7A); en el caso de *P. microphylla*, *A. constricta* y todos los hospederos juntos se observa asociación negativa ($\chi = -0.1519$, $P = 0.9963$; $\chi = -0.1038$, $P = 0.9707$; $\chi = -0.1031$, $P = 0.9587$, respectivamente) (Figs. 7B, C y D).

Discusión

Los resultados muestran que *Parkinsonia microphylla* es el hospedero más abundante, con mayor cobertura y mayor valor de importancia, por lo que si la distribución de *Phoradendron californicum* fuera aleatoria esperaríamos que la mayoría de los individuos se encontraran sobre este hospedero, pero debido a su distribución contagiosa sólo alberga el 36.14% de los muérdagos presentes en la zona. La mayoría (59.9%) de los muérdagos se encuentran sobre *Olnya tesota* que es el hospedero menos abundante y con valores intermedios de cobertura y VI. En el caso de *Acacia constricta* el 3.96%

de los muérdagos se encuentran sobre este hospedero, el cual tiene una abundancia intermedia, pero de los tres hospederos es el que tiene menor cobertura y valor de importancia. En lo que a prevalencia se refiere sólo un 8.92% de los individuos de *P. microphylla* y un 3.43% de *A. constricta* se encuentran parasitados, mientras que el 22.86% de los representantes de *O. tesota* cuentan con al menos un muérdago. El máximo número de muérdagos encontrados por hospedero es de 11 y es igual para *P. microphylla* y *O. tesota*, en cambio, *A. constricta* presenta un solo muérdago en la mayoría de sus individuos infectados, y sólo un caso cuenta con dos parásitas. La prevalencia e intensidad de la infección nos lleva a pensar que existen algunos factores relacionados con sus dispersores y sus hábitos de percheo que favorecen el crecimiento del muérdago sobre *O. tesota*. La asociación de estas dos especies se vuelve evidente también porque el número de muérdagos observados es superior al número esperado (en proporción a la cobertura) y por el índice de asociación χ ($\chi = 0.1916$, $P = 0.0001$), que muestra asociación positiva y significativa de *P. californicum* con *O. tesota* (con los otros hospederos hay asociación negativa). Cabe mencionar que debido que *P. californicum* es una planta parásita y sólo puede crecer sobre sus hospederos forzosamente tiene que estar asociada a éstos. En el caso de asociación espacial el hecho de que los índices presenten valores negativos en dos de sus hospederos se debe más bien a que los parches y claros del muérdago están coincidiendo principalmente con los parches y claros de *O. tesota*, mientras que son discordes con los de *Parkinsonia microphylla* y *Acacia constricta*.

Al cambiar la escala, o unidades de medida, es común encontrar patrones distintos

o variaciones en la intensidad de los mismos (Schneider 1994). La agregación espacial de los hospederos y el muérdago varió de acuerdo a la escala en la que se hicieron las mediciones (Fig. 3). En la escala más pequeña (50 x 50 m) todas las especies manifestaron un patrón aleatorio; al cambiar a la escala intermedia (100 x 100 m) se observó agregación significativa de *P. microphylla* y de todos los hospederos en conjunto; finalmente en la escala más grande (200 x 200 m) todas las especies mostraron una agregación significativa. En este caso es muy probable que el índice de agregación de todos los hospederos en conjunto esté altamente influenciado por el patrón de *P. microphylla*, ya que es el hospedero más abundante. En cambio el patrón de agregación de *P. californicum* sigue una pauta similar al de *O. tesota* y ambos varían de la misma forma entre escalas, lo cual probablemente se debe a la mayor asociación del muérdago con este hospedero, y esto probablemente sea el resultado de la preferencia de esta especie por aves para percheo (Suzán & Sosa 2006). Es importante notar que los índices de agregación del muérdago no difieren significativamente al hacer el análisis considerando sólo los subcuadrantes donde hay hospederos (Fig. 4), lo cual también puede estar dado por la fuerte asociación con *O. tesota*.

Los resultados mostraron agregación de *P. californicum* entre hospederos, lo cual coincide con los resultados encontrados por Aukema (2004) en Arizona, pero difiere de los encontrados por Overton (1996) en Baja California, que sólo detectó agregación dentro de cada hospedero. El tamaño de los sitios de muestreo fueron distintos, Aukema (2004) y el presente estudio utilizaron un cuadrante de 4 hectáreas, mientras que Overton (1996) empleó un círculo de 70 m

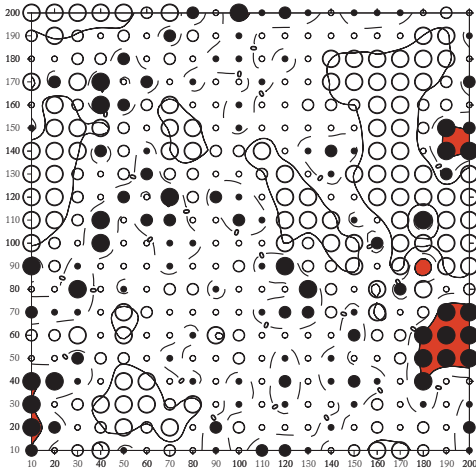


FIGURA 5. Mapa de distribución espacial de *Acacia constricta*. Las zonas sombreadas rojas indican parches ($v_i > 1.5$) y las zonas de sombreado azul indican claros ($v_j < -1.5$). Las líneas punteadas indican valores de cero; separan las zonas con tendencias a parches (+) de las zonas con tendencias a claros (-). Los valores de los índices de agregación $v_i < 1$, $1 < v_i < 1.5$ y $1.5 < v_i$ se muestran como círculos sólidos pequeños, medianos y grandes respectivamente; lo mismo aplica para $|v_j|$ pero con círculos vacíos. Los ejes indican las coordenadas en metros. ($I_a = 1.463$, $P_a = 0.0069$).

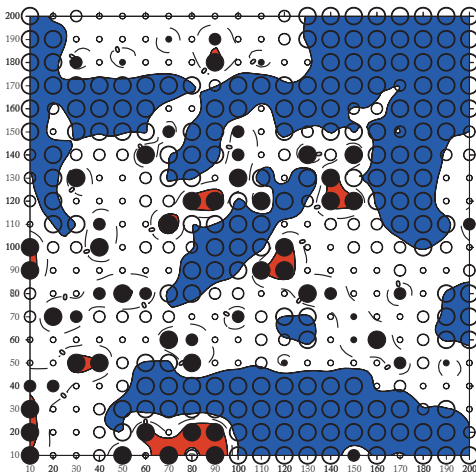


FIGURA 4. Mapa de distribución espacial de *Olneya tesota*. Las zonas sombreadas rojas indican parches ($v_i > 1.5$) y las zonas de sombreado azul indican claros ($v_j < -1.5$). Las líneas punteadas indican valores de cero; separan las zonas con tendencias a parches (+) de las zonas con tendencias a claros (-). Los valores de los índices de agregación $v_i < 1$, $1 < v_i < 1.5$ y $1.5 < v_i$ se muestran como círculos sólidos pequeños, medianos y grandes respectivamente; lo mismo aplica para $|v_j|$ pero con círculos vacíos. Los ejes indican las coordenadas en metros. ($I_a = 1.361$, $P_a = 0.0183$).

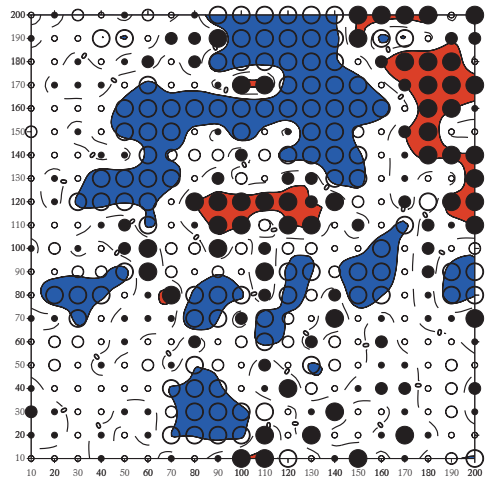


FIGURA 6. Mapa de distribución espacial de *Phoradendron californicum*. Las zonas sombreadas rojas indican parches ($v_i > 1.5$) y las zonas de sombreado azul indican claros ($v_j < -1.5$). Las líneas punteadas indican valores de cero; separan las zonas con tendencias a parches (+) de las zonas con tendencias a claros (-). Los valores de los índices de agregación $v_i < 1$, $1 < v_i < 1.5$ y $1.5 < v_i$ se muestran como círculos sólidos pequeños, medianos y grandes respectivamente; lo mismo aplica para $|v_j|$ pero con círculos vacíos. Los ejes indican las coordenadas en metros. Considerando todos los subcuadrantes ($I_a = 1.636$, $P_a = 0.0013$).

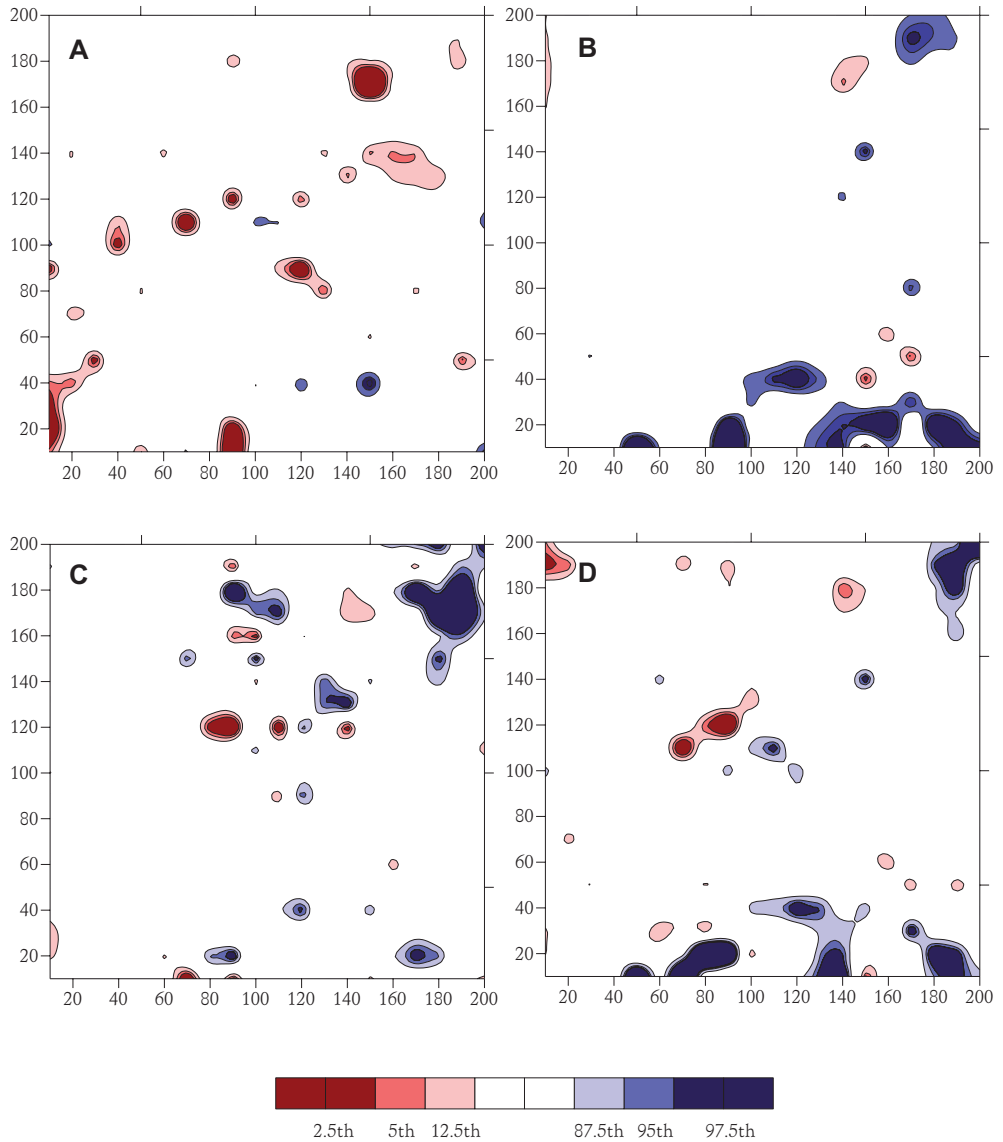


FIGURA 7. Mapas de asociación de *P. californicum* con sus distintos hospederos. Las zonas rojas indican asociación positiva con valores en los diferentes centiles, mientras que las zonas azules indican asociación negativa (disociación) también de acuerdo a los distintos percentiles. Sólo se consideró asociación significativa (con un 5% de error) aquella superior a los percentiles 97.5 y 2.5. A) Asociación con *Olneya tesota*. ($\chi = 0.1916$, $P = 0.0001$). B) Asociación con *Parkinsonia microphylla* ($\chi = -0.1591$, $P = 0.9963$). C) Asociación con *Acacia constricta* ($\chi = -0.1038$, $P = 0.9707$). D) Asociación con los tres hospederos ($\chi = -0.1031$, $P = 0.9587$). Los ejes indican las coordenadas en metros.

de diámetro (aprox. 1.5 hectáreas). Es probable que la diferencia en el tamaño de las áreas de muestreo no permita ver la agregación en los sitios pequeños. En el sitio de estudio de Baja California sólo se encontró a *Parkinsonia microphylla* como hospedero para *P. californicum*, lo cual también puede ser un factor importante para que no se encontrará agregación entre hospederos. En el presente estudio se encontraron tres distintos hospederos dentro de la misma zona, lo que incrementa la heterogeneidad de los posibles sitios de establecimiento y puede favorecer la agregación.

Según Aukema (2001) la abundancia de los hospederos y el patrón de infección fueron distintos en los dos sitios en los que muestreó. En Silverbell Mountains el hospedero más abundante fue *P. microphylla* mientras que en Santa Rita dominó *P. velutina* y fue prácticamente el único hospedero infectado. La prevalencia en cada sitio fue mayor en el hospedero más abundante, pero en el primer sitio la carga de parásitos fue mayor para *O. tesota*, el hospedero menos abundante (Aukema 2001). En nuestro estudio no existe relación directa entre abundancia del hospedero y prevalencia. El hospedero menos abundante es el que presenta mayor número de individuos infectados y a su vez el que tiene mayor carga de parásitos (Cuadro 2). Esto resultados en conjunto parecen indicar que en sitios donde los hospederos son *O. tesota*, *P. microphylla* y *A. constricta*, existe una preferencia por *O. tesota*.

Las diferencias en uso o asociación de plantas parásitas con sus hospederos suele estar moldeada por el comportamiento de los dispersores (generando cierta lluvia de semillas), por el éxito de establecimiento y por diferencias en sobrevivencia (Orcutt & Nielsen 2000; Press & Phoenix 2005;

Roxburgh & Nicolson 2005). Teniendo esto en consideración, *O. tesota* debe representar alguna ventaja sobre los otros dos hospederos en alguno o varios de los puntos.

El estudio de la distribución espacial de plantas parásitas o semiparásitas es fundamental para comprender los mecanismos de dispersión de estas mismas para el caso de *P. californicum* es evidente el rol del hospedero principal (*O. tesota*) y sus dispersores. Estudios posteriores sobre dispersión del muérdago y hábitos de percheo de sus dispersores son necesarios para comprender todo el sistema y sus interacciones.

Agradecimientos

Este proyecto fue parcialmente financiado por CONACYT-SEMARNAT-2002-CO1-273.

Literatura citada

- Arce-Acosta I. 2013. Factores bióticos asociados a la distribución de *Psittacanthus calyculatus* en la zona periurbana de la ciudad de Querétaro, México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Querétaro.
- Aukema JE. 2001. Dispersal and spatial distribution of the desert mistletoe, *Phoradendron californicum*, at multiple scales: patterns, processes and mechanisms. PhD Dissertation. Tucson, Arizona: University of Arizona.
- Aukema JE & Martínez del Río C. 2002a. Variation in mistletoe seed deposition: effects of intra- and interspecific host characteristics. *Ecography* **25**:139-144.
- Aukema JE & Martínez del Río C. 2002b. Where does a fruit-eating bird deposit mistletoe seeds? Seed deposition patterns and an experiment. *Ecology* **83**:3489-3496.

- Aukema JE. 2003. Vectors, viscin, and Viscaceae: mistletoes as parasites, mutualists, and resources. *Front Ecol Environ* **1**:212-219.
- Aukema JE. 2004. Distribution and dispersal of desert mistletoe is scale-dependent, hierarchically nested. *Ecography* **27**:137-144.
- CONAFOR 2005. Logros de sanidad forestal. http://www.cnf.gob.mx:2222/esanidad/esanidad/mambo/index.php?option=com_content&task=view&id=34&Itemid=51
- Cox GW. 1980. *Laboratory manual of general ecology*. 2nd Edition. William C. Brown Company Publishers.
- Donohue K. 1995. The spatial demography of mistletoe parasitism on a Yemeni Acacia. *Int J Plant Sci* **156**:816-823.
- Fleming TH, Sahley CT, Holland JN, Nason JD & Hamrik JL. 2001. Sonoran Desert columnar cacti and the evolution of generalized pollination systems. *Ecol Mon* **71**:511-530.
- INEGI 2005. *Cuaderno estadístico municipal, Hermosillo, Sonora*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Kuijt J. 2003. Monograph of *Phoradendron* (Viscaceae). *Systematic Botany Monographs* **66**:1-643.
- Larson DL. 1996. Seed dispersal by specialist versus generalist foragers: the plant's perspective. *Oikos* **76**:113-120.
- Leimu R. 2010. Habitat quality and population size as determinants of performance of two endangered hemiparasites. *Annales Botanici Fennici* **47**:1-13.
- Maestre FT. 2003. Variaciones en el patrón espacial a pequeña escala de los componentes de la costra biológica en un ecosistema mediterráneo semiárido. *Rev Chilena Hist Nat* **76**:35-46.
- Miller AR. 1997. Creosote bush as a marginal host for desert mistletoe. MA Dissertation. California State University, Fullerton, California.
- Moreno C, Weaver A, Bourillón L, Torre J, Égido J & Rojo M. 2005. *Diagnóstico ambiental y socioeconómico de la región marina-costera de Bahía Kino, Isla Tiburón, Sonora, México: Documento de trabajo y discusión para promover un desarrollo sustentable*. Comunidad y Biodiversidad (COBI) Asociación Civil. Guaymas, Sonora, México.
- Nathan R & Muller-Landau HC. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Tree* **15**:278-285.
- Norton DA, Ladley JJ & Sparrow AD. 2002. Host provenance effects on germination and establishment of two New Zealand mistletoes (Loranthaceae). *Ecology* **16**:657-663.
- Orcutt DM & Nilsen ET. 2000. *The physiology of plants under stress: soil and biotic factors*. Wiley, New York.
- Overton JMcC. 1994. Dispersal and infection in mistletoe metapopulations. *J Ecol* **82**:711-723.
- Overton JMcC. 1996. Spatial autocorrelation and dispersal in mistletoes: field and simulation results. *Plant Ecol* **125**:83-98.
- Perry JN. 1998. Measures of spatial pattern for counts. *Ecology* **79**:1008-1017.
- Perry JN, Winder L, Holland JM & Alston RD. 1999. Red-blue plots for detecting clusters in count data. *Ecol Letters* **2**:106-113.
- Perry JN & Dixon P. 2002. A new method for measuring spatial association in ecological count data. *Ecoscience* **9**:133-141.
- Phillips SJ & Wentworth CP. 2000. *A Natural History of the Sonoran Desert*. Arizona-Sonora Desert Museum, University of California Press. Berkeley, California.
- Press MC & Phoenix GK. 2005. Impact of parasitic plants on natural communities. *New Phytol* **166**:737-751.
- Rödl T & Ward D. 2002. Host recognition in a desert mistletoe: early stages of develop-

- ment are influenced by substrate and host origin. *Func Ecol* **16**:128-134.
- Roxburgh L & Nicolson SW. 2005. Patterns of host use in two African mistletoes: the importance of mistletoe-host compatibility and avian disperser behavior. *Func Ecol* **19**:865-873.
- Shaw D, Chen J, Freeman EA, & Braun DM. 2005. Spatial and population characteristics of dwarf mistletoe infected trees in an old-grown Douglas fir-western hemlock forest. *Canadian J Forest Res* **35**:990-1001.
- Schneider DC. 1994. *Quantitative Ecology: Spatial and Temporal Scaling*. Academic Press Inc. San Diego, California.
- Shreve F. 1951. *Vegetation of the Sonoran Desert*. Carnegie Institution of Washington Publication 591. Washington, D.C.
- Spurrier SE & Smith KG. 2006. Watering blue paloverde (*Cercidium floridum*) affects berry maturation of parasitic desert mistletoe (*Phoradendron californicum*) during an extreme drought in the Mohave Desert. *Oecol* **64**:369-373.
- Suzán H. 1994. Ecological effects of exploitation on *Olneya tesota* Gray and associated species in the Sonoran Desert. PhD Dissertation. Arizona State University. Tempe, Arizona.
- Suzán H, & Sosa V. 2006. Comparative performance of the giant cardon cactus (*Pachycereus pringlei*) seedlings under two leguminous nurse plant species. *J Arid Environ* **65**:351-362.
- Suzán H, Malda G, Caiceros A, Sánchez A, Guevara A & García O. 2011. Spatial Analysis for Management and Conservation of Cactaceae and Agavaceae Species in Central Mexico. *Procedia Environ Sci Elsevier* **7**:329-334.
- Tewksbury JJ, Nabhan GP, Norman D, Suzán H, Tuxill J & Donovan J. 1999. *In situ* conservation of wild chiles and their biotic associates. *Conserv Biol* **13**:98-107.
- Turechek WW & Madden LV. 1999. Spatial pattern analysis of strawberry leaf blight in perennial production systems. *Phytopathology* **89**:421-433.
- Vidal-Russell R & Nickrent DL. 2008. Evolutionary relationships in the showy mistletoe family (Loranthaceae). *Am J Bot* **95**:1015-29.
- Walsberg GE. 1975. Digestive adaptations of *Phainopepla nitens* associated with the eating of mistletoe berries. *Condor* **77**:169-174.
- Watson DM. 2001. Mistletoe as a keystone resource in forest and woodlands World Wide. *Ann Rev Ecol Syst* **32**:219-249.
- Watson DM & Herring M. 2012. Mistletoe as a Keystone resource: an experimental test. *Proc Royal Soc B: Biol Sci* **279**:3853-3860.
- Winder L, Alexander CJ, Holland HM, Woolley C & Perry JN. 2001. Modeling the dynamic spatio-temporal response of predators to transient prey patches in the field. *Ecol Letters* **4**:568-576.
- Zuñiga B & Suzán H. 2010. Population Structure Comparative Analysis of ironwood (*Olneya tesota*) populations in the Sonoran Desert. *J Arid Environ* **74**:173-178.
- Zuñiga B, Malda G & Suzán, H. 2005. Interacciones planta-nodrizas en *Lophophora difussa* (Cactaceae) en un desierto subtropical de México. *Biotropica* **37**:351-356.

Lista de revisores durante 2013

Los editores de la revista *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* agradecen a los miembros del consejo editorial y a los siguientes árbitros que generosamente dieron su tiempo para la revisión de los manuscritos que fueron sometidos a dictamen durante el 2013.



- Dr. Salvador Arias – *Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM*
Dr. Oscar Briones – *Instituto de Ecología, A.C.*
Dr. Javier Caballero – *Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM*
Dr. Fernando Chiang – *Instituto de Biología, UNAM*
Dr. Luis Eguarte Fruns – *Instituto de Ecología, UNAM*
Dr. Arturo Flores Martínez – *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN*
Dra. Raquel Galván – *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN*
Dr. Jordan Golubov – *Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco*
Dra. Guadalupe Malda Barrera – *Universidad Autónoma de Querétaro*
Dra. María C. Mandujano Sánchez – *Instituto de Ecología, UNAM*
M. en C. Gladys I. Manzanero Medina – *CIIDIR, Oaxaca*
Dr. Francisco Molina-Freaner – *Instituto de Ecología, UNAM-Campus Hermosillo*
Dr. Candelario Mondragón Jacobo – *INIFAP*
Biól. Mónica Quejeiro – *Facultad de Ciencias, UNAM*
Dr. Francisco Roberto Quiroz Figueroa – *Instituto de Biotecnología, UNAM*
M. en C. Mariana Rojas Aréchiga – *Instituto de Ecología, UNAM*
Dr. Humberto Suzán Azpiri – *Universidad Autónoma de Querétaro*

Asimismo, invitamos a la comunidad de expertos que estén interesados en participar en el proceso de revisión de manuscritos que versan sobre plantas suculentas a que envíen su currículum vitae y su área de especialización o interés a: cactus@miranda.ecologia.unam.mx

Normas editoriales

(Instructions for authors)

Cactáceas y Suculentas Mexicanas es una revista trimestral de circulación internacional que publica la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. Esta revista está disponible para toda contribución original científica o de divulgación sobre las cactáceas y otras plantas suculentas.

Texto

Presentarlo en hojas tamaño carta a doble espacio (incluyendo cuadros), con márgenes de 2.5 cm, numeradas consecutivamente, sin errores tipográficos, usando fuente Times New Roman de 12 puntos. Las contribuciones pueden ser en español o en inglés. Los nombres científicos para la familia Cactaceae, seguirán la nomenclatura de Guzmán U, Arias S & Dávila P. 2003. *Catálogo de cactáceas mexicanas*. UNAM, Conabio. México, D.F. y para las crasuláceas: Meyrán J & López L. 2003. *Las crasuláceas de México*. Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. México, D.F. Los nombres científicos se anotarán con cursivas citando el género sin abreviar la primera vez que se mencione en el cuerpo del texto, las subsiguientes podrá abreviarse el género. Los encabezados de las secciones deberán estar en negritas y centrados. El texto deberá incluir los siguientes puntos: **Título. Autor(es)**: Apellido y nombre (sin negritas) e indicar con superíndices numerados la referencia a la institución de adscripción y además con un asterisco el autor de correspondencia. El nombre y dirección del autor(es) debe incluirse como nota al pie de página, incluyendo el correo electrónico del autor de correspondencia. **Resumen**: En español, máximo de 150 palabras. **Abstract**: En inglés debe proporcionar información detallada del trabajo, mencionando el objetivo, la especie y el sitio de estudio, breve metodología, resultados y conclusión. **Palabras Clave**: Máximo de seis, en ambos idiomas y ordenadas alfabéticamente. **Introducción**: La introducción debe de mencionar las razones por las que se hizo el trabajo, la naturaleza de las hipótesis y los antecedentes esenciales. **Material y métodos**: Ésta sección debe de describir en suficiente detalle las técnicas utilizadas para que pueda ser repetido. Deberán incluirse descripción de la(s) especie(s) de estudio y del sitio del estudio y enviar fotografías de las especies. **Resultados**: Los resultados deben enfocarse a los detalles importantes de las tablas y figuras y describir los hallazgos más relevantes. **Discusión**: Debe de resaltar el significado de los resultados en

relación a las razones por las que se hizo el trabajo y ponerlas en el contexto de otros trabajos. **Agradecimientos**: En forma breve. **Literatura citada. Cuadros, figuras, fotos y encabezados de cuadros, pies de figura y pies de foto**. Se debe usar el sistema internacional de medición (SI) con las siguientes abreviaturas: min (minutos), h (horas), d (días), mm (milímetros), cm (centímetros), m (metro(s)), km (kilómetro(s)), ha (hectarea(s)), ml (mililitro(s)), l (litro(s)); para los símbolos estadísticos EE (error estándar), g. l. (grados de libertad), *N* (tamaño de muestra), *CV* (coeficiente de variación) y poner en cursivas los estimadores (p. ej. r^2 , prueba de *t*, *F*, *P*). Se deben usar las siguientes abreviaturas: m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), °C separado de la cifra numérica y latitud por ejemplo: 28° 57' 05.4" latitud Norte. Para abreviaturas poco frecuentes, aclarar el significado la primera vez que se mencionan en el texto (p. ej. K_m , K_i constante de Michaelis y constante de inhibición, respectivamente). Enviar tres copias del texto de buena calidad y una copia en disco para PC, en formato Word 6.0 o posterior, ASCII o RTF. Notas o reseñas de libros son bienvenidos, con una longitud máxima de 2,000 (dos mil) palabras incluyendo el título de la publicación o la nota y la adscripción de los autores.

Cuadros, figuras y fotos

Cada cuadro, figura y fotografía debe de presentarse en una hoja nueva e ir numerado consecutivamente conforme se le hace referencia en el texto. Dentro del texto las citas aparecerán entre paréntesis como Cuadro número, Fig. número y Foto número. La primera letra de cada entrada en cada columna o renglón de los cuadros debe ir en mayúscula.

Encabezados de cuadro, pies de figura y pies de foto

Deben contener información suficiente para entenderse sin ayuda del texto principal. Las especies (en

letra cursiva) y los sitios de estudio deben escribirse sin abreviaturas. Cada tipo deberá enlistarse en hojas separadas a doble espacio siguiendo el formato: FIGURA o FOTO o CUADRO número, punto y enseguida el texto con mayúscula al inicio y con punto final.

Las fotografías, mapas e ilustraciones deberán mandarse en original. Los mapas, diagramas y otras ilustraciones se presentarán en hojas separadas, numeradas y en tinta negra (línea con un mínimo de 2 puntos). Las fotografías pueden enviarse en papel o de preferencia transparencia de buen contraste. Anote el nombre del autor y el número de la ilustración al reverso de la misma. Las ilustraciones pueden enviarse en formato electrónico con las siguientes características: formato Tiff de al menos 1200 dpi en tamaño carta, las fotografías en el mismo formato con una resolución mínima de 300 dpi a tamaño carta desde la digitalización. No se aceptará el material fotográfico o de imágenes insertadas en Word o en Power Point.

Literatura citada

La literatura citada en el texto debe de seguir el siguiente formato: un autor Buxbaum (1958), o (Buxbaum 1958), dos autores Cota y Wallace (1996) o (Cota & Wallace 1996), tres o más autores Chase *et al.* (1985) o (Chase *et al.* 1985). Referencias múltiples deben de ir en orden cronológico, separadas por punto y coma (Buxbaum 1958; Chase *et al.* 1985). La literatura citada deberá estar en orden alfabético según el siguiente formato:

- Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1991. *Las Cactáceas de México*. Vol 3. UNAM. D.F. México.
- Buxbaum F. 1958. The phylogenetic division of the subfamily Cereoideae, Cactaceae. *Madroño* **14**:27-46.
- Nolasco H, Vega-Villasante F & Díaz Rondero A. 1997. Seed germination of *Stenocereus thurberi* (Cactaceae) under different solar irradiation levels. *J Arid Environ* **36**:123-132.
- Milligan B. 1998. Total DNA isolation, páginas 29-36. En A. R. Hoelzel (ed.). *Molecular Genetic Analysis of Populations*. IRL Press. Oxford, England.
- Arias S & Terrazas T. 2002. Filogenia y monofilia de *Pachycereus*, página 82. En Memorias de III Congreso Mexicano y II Latinoamericano

y del Caribe sobre cactáceas y otras plantas suculentas. Ciudad Victoria, Tamps. México.

Plascencia-López LMT. 2003. Biología reproductiva de *Opuntia bradtiana* (Cactaceae) en Cuatro Ciénegas, Coahuila. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.

IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened species. <http://www.iucnredlist.org>. Fecha de cuando se consultó la página de Internet.

Para citar un software: R Development Core Team. 2010. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

El nombre de las revistas se debe abreviar y en cursivas. Para verificar la abreviación del título de las revistas se debe consultar la siguiente página en red: <http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>

La revista *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* se deberá abreviar: *Cact Suc Mex*

Las tres copias del manuscrito deben enviarse al editor, anexando fotografías e ilustraciones a la siguiente dirección: Dra. María C. Mandujano, Dr. Jordan Golubov. Instituto de Ecología, UNAM. Apartado Postal 70-275, Ciudad Universitaria, UNAM. México, D.F. 04510, México. Envíos electrónicos al correo: cactus@miranda.ecologia.unam.mx

Los artículos sometidos deberán cumplir con las normas editoriales establecidas para ser sujetos a revisión. La publicación del artículo es gratuita si los autores cuentan con suscripción vigente a la Sociedad Mexicana de Cactología, A. C. El autor de correspondencia debe conservar una copia para cualquier aclaración. Los manuscritos serán revisados por dos académicos especializados en el área de investigación, designados por el comité editorial o el editor.

La Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. no proporciona sobretiros al(los) autor(es). A solicitud de los autores se pueden proporcionar copias electrónicas en formato PDF de los archivos correspondientes a su publicación. El comité editorial se reserva el derecho de rechazar cualquier contribución o solicitar al autor(es) modificaciones a su trabajo, así como hacer cambios menores en el texto sin consultar al(los) autor(es).

Phoradendron californicum Nutt.



Humberto Suzán

Planta dioica densa, rígida y muy ramificada; hasta de 7 metros de largo, por lo general de color verde grisáceo, con frecuencia se vuelve verde rojizo al madurar, las inflorescencias y entrenudos son cilíndricos, rígidos, a menudo de color blanco plateado con pelos densamente enmarañados. Catafilos basales en su mayoría ausentes, cuando se presentan raramente hasta 7 pares; inflorescencia masculina robusta y rígida de 5-25 mm de largo, con pedúnculo de 0.5-3mm de largo. Simple o rara vez con un segmento de entrenudo estéril, los entrenudos fértiles 1-5; normalmente, 3 flores por brácteas, flores fértiles pero en plantas vigorosas hasta 7; la inflorescencia femenina de 5-10 mm de largo, llega a triplicar o más lo largo de la inflorescencia durante la maduración del fruto, pedúnculo de 0.5-3 mm de largo, rara vez con un segundo entrenudo estéril, los entrenudos fértiles de 1-6. Frutos de 3 mm de diámetro, casi esféricos, translúcidos de color rosa o de color amarillento a casi naranja rojizo o marrón (probablemente en función de la exposición solar).

Distribución al sur oeste de E.U.A. (Nevada, California, Arizona y Utah) y el noroeste de México (Baja California, Sinaloa, Sonora) (Kuijt 2003).

González Hernández Beatriz Adriana

Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Querétaro. Cerro de las Campanas s/n, C. P. 76010, Querétaro, Oro. México.

Correo electrónico: adris19bqfm@hotmail.com