



**SOCIEDAD LATINOAMERICANA
Y DEL CARIBE**

Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas

Volumen 7 / N° 1 Ene.-Abr. 2010

Depósito Legal No. ppx200403DC451 ISSN: 1856-4569



Junta Directiva

Presidente
Jafet M. Nassar

Presidenta honoraria
Léia Scheinvar

Primer Vicepresidente
Roberto Kiesling

Segundo Vicepresidente
Salvador Arias

Secretaria-Tesorera
Adriana Sofía Albesiano

Comité Editorial

Jafet M. Nassar
jafet.nassar@gmail.com

Mariana Rojas-Aréchiga
mrojas@miranda.ecologia.unam.mx

Adriana Sofía Albesiano
aalbesiano@yahoo.com

Julissa Rojas-Sandoval
julirs07@gmail.com

Roberto Kiesling
rkiesling@lab.crioyt.edu.ar

Contenido

Las conexión SLCCS-IOS, por J.M. Nassar.....	1
Beat Ernst Leuenberger, por R. Kiesling.....	2
Segundo taller del Global Cactus Assessment, por B. Goetsch.....	3
Estado de conservación de los cactus de Paraguay, por A. Pin.....	4
Biodiversidad y distribución de cactáceas, por W Barthlott <i>et al.</i>	6
Las bromelias como importantes fitotelmata, por S. Cruz-García <i>et al.</i>	8
La palomilla del nopal <i>Cactoblastis cactorum</i> , por M. Pérez Sandi Cuen <i>et al.</i>	10
Germinación de semillas de <i>Pilosocereus gounellei</i> , por de Oliveira Silva <i>et al.</i>	16
Evento Especial: Simposios de la SLCCS.....	21
TIPS.....	22
Publicaciones recientes.....	23
En Peligro.....	24

La conexión SLCCS-IOS: Un puente de posibilidades para el estudio y conservación de las suculentas

Jafet M. Nassar

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Venezuela
Correo electrónico: jafet.nassar@gmail.com

A pocos meses de culminar mi período como presidente de la SLCCS y de que sea elegida la nueva Junta Directiva durante la realización del X Congreso Latinoamericano de Botánica en La Serena, Chile, tuve la oportunidad de participar como ponente invitado en el XXXI Congreso de la Organización Internacional para el Estudio de las Plantas Suculentas (IOS por sus siglas en inglés), en la ciudad de Bonn, Alemania.

Acepté de muy buen agrado esta gentil invitación de la mano del Dr. David Hunt, para conocer desde dentro a una de las organizaciones líderes a nivel mundial en el estudio de las plantas suculentas. También decidí compartir con nuestros colegas de Europa porque soy de la opinión que, a pesar de la distancia y de tantas diferencias históricas y culturales que nos separan, nos une un lazo muy fuerte: nuestro genuino deseo y entusiasmo para trabajar en pro del estudio y conservación de las plantas suculentas en cualquier parte del mundo.

En la reunión de la IOS participaron 25 de sus miembros, pertenecientes en su gran mayoría a países europeos, incluyendo Alemania, Reino Unido, Suiza, Bélgica, España e Italia. Por Latinoamérica, tuve la alegría y el honor de compartir podio con la Dra. Léia Scheinvar, Presidenta Honoraria de la SLCCS. Los tres días que duró el encuentro se trataron variados temas, tanto organiza-



Algunos participantes del XXXI Congreso de la IOS en Bonn, Alemania. (Foto: Ingrid Mecklenburg)

La SLCCS desea la recuperación de todos nuestros hermanos latinoamericanos tras los terremotos recientemente sufridos y la pronta reconstrucción de Haití y Chile, con un fuerte y cariñoso abrazo.

tivos como científicos. De una de las presentaciones a mi cargo, titulada "La SLCCS: Hacia una red consolidada para promover el estudio y conservación de plantas suculentas en Latinoamérica", se derivaron varios comentarios e ideas sobre posibilidades de interacción SLCCS-IOS.

La primera de estas ideas tiene que ver con la organización de eventos científicos conjuntos, tomando como modelo la exitosa experiencia que resultó de combinar el IV Congreso Latinoamericano y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas y el XXX Congreso de IOS, en la ciudad de Natal, Brasil, en agosto de 2008. Empleando esta estrategia podríamos unir esfuerzos en la captación de los fondos necesarios para la realización de las reuniones, tendríamos un mayor poder de convocatoria y podríamos conjugar la participación de ponentes con una representación geográfica e institucional amplia. De hecho, pensando en la programación de la próxima reunión de IOS dentro de dos años, algunos miembros de la directiva sugirieron la posibilidad de que tanto IOS como la SLCCS planificaran un evento conjunto en la isla de Cuba. Este sería un punto interesante para discutir durante la venidera reunión satélite de la SLCCS en Chile.

Una segunda vía de colaboración que pudiera establecerse, tiene que ver con la inclusión de colegas europeos en el equipo de docentes que imparte los cursos cortos teórico-prácticos regularmente ofrecidos por la SLCCS en Latinoamérica. Se podría aumentar así la riqueza de temas tratados y el número de días dedicados a observaciones de campo, de la mano con cactólogos latinoamericanos y europeos expertos en distintos grupos de plantas suculentas. Sería ésta también una buena oportunidad para que jóvenes latinoamericanos interesados en el estudio de las plantas suculentas conozcan de primera mano a potenciales tutores de postgrado e instituciones académicas fuera de la región.

Además de estas formas de cooperación, la interacción SLCCS-IOS puede verse potenciada a través de la promoción de ambas sociedades en los medios de comunicación de los que cada una dispone. Se trata aquí de establecer enlaces permanentes en las páginas web oficiales de las dos sociedades, promover las actividades que ambas realizan e incluir información institucional dentro de los boletines informativos publicados por cada una.

Finalmente, es importante recordar que IOS es una organización en la que tienen cabida colegas de todo el mundo. Sin embargo, en la actualidad es notable el predominio numérico de miembros pertenecientes a países europeos. Pero nada impide a las personas de países latinoamericanos interesadas en plantas suculentas inscribirse en IOS, expresar sus ideas y contribuir a definir las prioridades de acción de la organización en los años por venir.

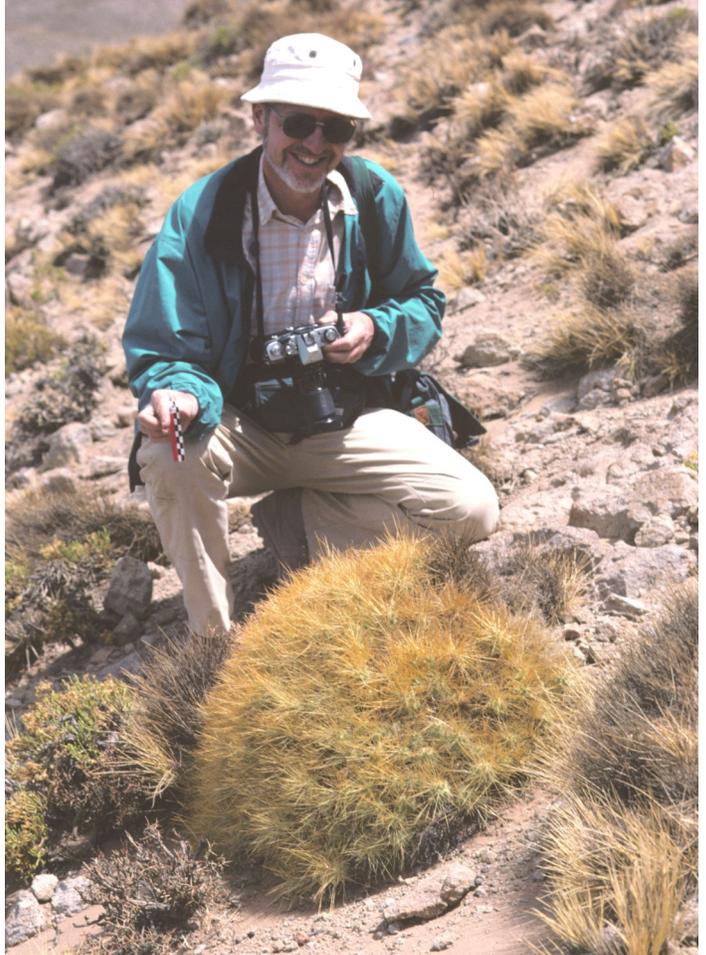
A pesar de sus diferencias, SLCCS y IOS comparten muchos retos, intereses y necesidades. Está en nuestras manos estrechar alianzas estratégicas que nos permitan compartir las cargas y los logros derivados de trabajar con estas fascinantes plantas que cautivan por igual a personas de todo el mundo.

OBITUARIO

Beat Ernst Leuenberger

Roberto Kiesling

Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas
Correo electrónico: rkiesling@lab.cricyt.edu.ar



Beat Leuenberger junto a ejemplares de *Cumulopuntia boliviana*, Salta, Dept. Los Andes, Argentina (Foto: Urs Eggli, 1998)

El 20 de mayo de este año, falleció en Berlín este conocido y apreciado botánico, con destacadas publicaciones acerca de las Cactáceas.

Beat nació en Suiza, el 27 de agosto de 1946, donde realizó sus primeros estudios en su pueblo natal, Burgdorf. En 1963 y 1964, como parte de un intercambio estudiantil, estudió en Portales, New Mexico (EEUU), en la American Field Service High School.

De regreso a Europa, estudió biología y química en universidades de Berna (Suiza) y de Heidelberg (Alemania), obteniendo el título de Doctor en Ciencias Naturales en 1975. Sus conocimientos amplios de biología, de química, como también el conocimiento fluido de varios idiomas, le permitieron profundizar con soltura en todo lo que se propuso investigar.

Su tesis doctoral -sobre el polen de las cactáceas- es un volumen donde se detallan, género por género (de acuerdo al concepto más estrecho de esas entidades, o sea en



la forma más detallada posible), las características morfológicas del polen. Incluso para esto desarrolló métodos para el corte de los granos, hoy en día una práctica que se realiza con frecuencia, pero innovadora en aquella época. También resultaron novedosas las fotos de granos de polen que él tomo con ayuda de los primeros microscopios electrónicos de barrido.

Ingresó en 1976 en el destacado Berlin Botanical Garden and Museum, donde en un principio trabajó en el herbario y luego, hasta este año, se desempeñó como curador de las colecciones vivas de plantas tropicales y subtropicales.

Además del citado estudio del polen de las cactáceas, sus dos trabajos más relevantes en orden cronológico son: la monografía del género *Pereskia* (1986) y la del género *Maihuenia* (1997). Ambas son, sin duda, los estudios más integrales realizados hasta la fecha para géneros de esta familia. Se interesó especialmente en varios géneros argentinos, publicando trabajos muy completos sobre los géneros monotípicos *Denmoza* y *Blossfeldia*, y también varios trabajos sobre *Opuntia* sensu strictu, de la serie *armata* y cercanas, del Este de Sudamérica, resolviendo sobre bases históricas y morfológicas muy firmes la tipificación de sus conflictivas especies.

No conocemos la lista completa de sus publicaciones, comenzadas en 1972, pero de las más destacadas, cerca de 130, tanto individuales como en colaboración, posiblemente la mitad sean sobre cactáceas. También incursionó en la botánica histórica, por ejemplo el análisis sobre la tarea de Humboldt y Bonpland, de F. Buxbaum y de H. Krainz, en tareas de florística, como sus tratamientos sobre varias familias para la Flora de Togo. Dio especial importancia a la documentación botánica, o sea a los herbarios, confeccionando diversos trabajos sobre los ejemplares tipo del Herbario de Berlín (B), los tipos de Cárdenas en el Instituto Lillo (LIL), los ejemplares de Ritter en Chile, Utrecht y otros (SGO, U, etc.), los de Humboldt y Bonpland en París (P), entre otros. Casado con Silvia Arroyo Leuenberger, colaboraron estrechamente en varias publicaciones sobre Amarilidáceas.

Quienes utilizamos sus trabajos admiramos su profundidad y minuciosidad; los que lo conocimos en forma cercana, su humildad y su forma de ser, siempre amable, abierto, colaborador. Hemos perdido mucho.



Pereskia guamacho Web en floración, Isla de Margarita, Venezuela (Foto: Jafet M. Nassar)

INICIATIVAS

Segundo taller del Global Cactus Assessment: desierto Chihuahuense

Bárbara Goetsch

Biodiversity and Macroecology Group

University of Sheffield,

Sheffield S10 2TN

UK

Correo electrónico: B.Goetsch@sheffield.ac.uk

Durante el segundo taller del Global Cactus Assessment se evaluó el estado de conservación de las 319 especies de cactáceas distribuidas dentro del desierto Chihuahuense, el desierto norteamericano más grande. El taller se celebró en la ciudad de Querétaro, México, en el mes de noviembre de 2009 y reunió a una interesante amalgama de académicos y amateurs mexicanos, estadounidenses y británicos, así como facilitadores de la UICN.

Para llevar a cabo esta intensa labor, los expertos se dividieron en mesas de trabajo de acuerdo a las subregiones de este desierto. Estas fueron: la región Queretano-Hidalguesa, la región principal del desierto Chihuahuense y la región norte, incluyendo Estados Unidos. Gracias al duro trabajo de los participantes y a la experiencia de los facilitadores el total de las especies fueron revisadas, aunque no todas fueron evaluadas por falta de información. Como recompensa a este esfuerzo, el último día del taller el personal del Jardín Botánico Regional de Cadereyta organizó una salida al campo para visitar especies de la región, así como el Jardín.

Hasta ahora, con los dos talleres realizados se han evaluado más de 500 especies de cactáceas, lo que equivale a cerca de la tercera parte de las especies conocidas. Próximamente se evaluarán las especies del desierto Sonorense, con lo cual se concluirá la evaluación de las especies norteamericanas. En los próximos meses se comenzará el trabajo en la región sur de América.



Expertos, moderadores y personal de apoyo que asistieron al segundo taller del GCA.

PROYECTOS

Evaluación del estado de conservación de los cactus de Paraguay

Ana B. Pin Ferreira

Asociación Etnobotánica Paraguaya
Correo electrónico: anapinf@gmail.com

La Familia Cactaceae registra en Paraguay unas 73 especies con 19 géneros. Están distribuidas en las Regiones Oriental y Occidental o Chaco, ocupando diversos tipos de hábitats, principalmente los ambientes xéricos (Pin y Simon 2004, DPNVS 1999, Esser 1982).

Según las listas oficiales de la Secretaría del Ambiente, 14 de estas especies se encuentran amenazadas, y de éstas, 6 especies se encuentran en "Peligro de Extinción". Al igual que otras especies, los cactus están amenazados principalmente por la deforestación y cambio en el uso del suelo, en muchos sectores con gran impacto por la agricultura mecanizada (Mereles 2008, Soria *et al.* 2006).

El endemismo es otro factor a ser considerado al determinar el grado de amenaza de las especies. Entre las especies endémicas chaqueñas (6) están: *Cleistocactus grossei* Backeb., *Echinopsis rhodotricha* subsp. *chacoana* (Schütz) P.J. Braun & E. Esteves Pereira, *Gymnocalycium eurypleurum* Presnik ex F. Ritter, *G. paediophilum* F. Ritter & Schütz, *Monvillea phatnosperma* (K. Schum.) Britton & Rose, *Opuntia cognata* (F. Ritter) P.J. Braun & E. Esteves Pereira; y en la Región Oriental (6) se tienen a: *Cleistocactus paraguariensis* (F. Ritter) P.J. Braun & E. Esteves Pereira, *Harrisia hahniana* (Backeb.) Kimnach & Hutchinson, *Echinopsis adolfriedrichii* G. Moser, *Gymnocalycium paraguayense* K. Schum. & Schütz, *Opuntia stenarthra* K. Schum. y *Parodia nigrispina* (Schum.) Brandt.

La extracción selectiva con fines ornamentales también



Dos ejemplares de *Discocactus heptacanthus* (Foto: Ana Pin)

representaría una amenaza -aunque en menor medida- para algunas como: *Discocactus heptacanthus* subsp. *magnimammus* (Buining & Brederoo) Taylor & Zappi, *Echinopsis oxygona* (Link) Zucc. ex Pfeiffer & Otto, *E. rhodotricha* K. Schum., *Frailea pumila* (Lem.) Britton & Rose, *F. cataphracta* (Dams) Britton & Rose, *Gymnocalycium paraguayense* K. Schum. & Schütz, *Parodia nigrispina* (Schum.) Brandt., *P. ottonis* (Lehm.) N.P. Taylor y *P. Schumanniana* (Nicolai) F.H. Brandt.

La forma más concreta de conservación en la actualidad es la presencia de ejemplares en una o más Áreas Silvestres Protegidas (ASP's) del país, lo que ocurre con 40 especies de cactáceas (54% del total), quedando 33 especies fuera de estos sitios. Entre éstas últimas, tres son la más vulnerables por ser endémicas: *Harrisia hahniana* (Backeb.) Kimnach & Hutchinson y *Opuntia stenarthra* K. Schum., y por la restricción de hábitat: *Pilosocereus machrisii* (E.Y. Dawson) Backeb. (Pin *et al.* 2007).

La evaluación del estado de conservación de las cactáceas y otras especies de la flora nativa ha sido realizada por la Secretaría del Ambiente (SEAM) y otras instituciones locales. Hace unos 7 años, tomando como modelo de trabajo la metodología UICN, se instauraron las Resoluciones SEAM N° 1998 /05, que aprueban el listado de especies de flora y fauna amenazadas de Paraguay, y N° 2243 /06, por el cual se actualiza el listado de especies protegidas de la vida silvestre en Peligro de Extinción.

Por otro lado, el Centro de Datos para la Conservación de la SEAM viene registrando por más de 20 años los diversos estados de amenaza de especies de cactáceas, entre otras especies de la flora nativa, los cuales se evalúan en cuatro niveles: N1, N2, N3 y N4.

El objetivo general de este proyecto es evaluar el estado de conservación de las cactáceas de Paraguay utilizando los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Como objetivos específicos se tienen:

- Realizar la identificación y georreferenciación de las poblaciones naturales de cactáceas.
- Actualizar la presencia o ausencia de las diferentes especies de cactáceas en el sistema de áreas protegidas de Paraguay.
- Establecer sitios potenciales para la conservación de las Cactáceas.
- Proponer planes de manejo para las especies amenazadas.
- Calcular el promedio de la pérdida de hábitat por cada región en Paraguay en base a imágenes satelitales.

Métodos

Básicamente, el trabajo se realiza de la siguiente forma:

1. Registro de información sobre localidades de colectas con apoyo de literatura, bases de datos electrónicas disponibles en Internet y material de herbario en instituciones nacionales.



Se planea revisar las colecciones de los siguientes herbarios: G (Conservatorio y Jardín Botánico de Ginebra), MO (Missouri Botanical Garden), PY (Museo Nacional de Historia Natural), CTES (Instituto Botánico del Noreste), FCQ (Facultad de Ciencias Químicas) e ITAIPU (Entidad Hidroeléctrica Binacional).

2. Procesamiento preliminar de datos en planilla electrónica.
3. Reuniones de coordinación y control de datos.
4. Preparación de mapas preliminares de distribución.
5. Visita de terreno para registro de localidades con GPS, colectas de especies para identificación y para cultivo, descripción de hábitats y documentación fotográfica.
6. Procesamiento de datos (base de datos) y mapeo final.
7. Reunión para presentación de resultados y ajustes de información (con participación de botánicos invitados).
8. Elaboración del informe final.

El análisis GIS se realizará con mapas en formato Raster, utilizando el programa ArcGis.

Para el cálculo de distribución de las especies de Cactáceas, se procederá a dividir virtualmente el territorio paraguayo en las "Zonas de Vida" de Holdridge basadas en temperatura y humedad. A éstas se superpondrán los datos de los especímenes georreferenciados, con el fin de calcular la distribución potencial y probable de cada especie.

La estimación de hábitats naturales perdidos se obtendrá superponiendo un mapa de la cobertura boscosa actual al mapa de distribución de cada especie para calcular el promedio de hábitat natural perdido y restante para cada una.

Los mapas finales contendrán la distribución natural estimada de la especie, hábitats naturales actuales y perdidos, sistema de áreas protegidas, rutas y asentamientos urbanos más importantes. Con estos mapas se podrán identificar probables sitios de importancia para la conservación de cactáceas.

La evaluación del estado de conservación se llevará a cabo con el análisis de todos los datos relevados, aplicando los criterios de la versión 3.1 de la UICN (IUCN 2001), con lo cual se asignará a cada especie una de las siguientes categorías: "Extinta", "Extinta en la naturaleza", "Extinta regionalmente", "en Peligro crítico", "en Peligro", "Vulnerable", "Casi amenazada", "Preocupación menor", "Datos insuficientes".

Para las especies que estén en Peligro y en Peligro crítico se intentará plantear estrategias adecuadas de conservación.

Este método fue usado recientemente por una colega en su tesis de Maestría para las palmeras de Paraguay (Arecaceae), quien está asesorando este trabajo. Se cuenta además con dos voluntarias para trabajos de campo y un voluntario para elaboración de mapas.

Metas a corto y mediano plazo

El presente proyecto se propone las siguientes metas a corto plazo, considerando su duración (1 año): a) determinar el estado de amenaza de las especies de cactáceas en el territorio nacional; b) presentar estos resultados en la Reunión Satélite de especialistas de cactáceas, en el marco del *Simposio Ecología y Evolución de Interacciones Mutualistas y Antagonistas en Cactáceas y X Congreso Latinoamericano de Botánica*, del 4 al 10 de octubre del 2010, en la Serena, Chile; c) identificar sitios óptimos para la conservación *in situ* de las especies nativas de cactáceas; d) Elaborar un "Programa Nacional de Conservación de Cactáceas de Paraguay".

A mediano plazo, se prevé la publicación de los resultados en una revista nacional, así como la implementación del programa mencionado.

Referencias consultadas

- Arenas P. 1981. Etnobotánica Lengua-Maskoy. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Buenos Aires, Argentina. 358 pp.
- Arenas P. 1983. Nombres y usos de las plantas usadas por los indígenas Maka del Chaco Boreal. *Parodiana* 2:131-229.
- Basualdo I, Soria N, Ortiz M, Degen R. 2004. Plantas medicinales comercializadas en los Mercados de Asunción y Gran Asunción (Parte I). *Rojasiana* 6: 95-114.
- CITES (noviembre, 2009): <http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>
- CITES (noviembre, 2009): http://www.cites.org/common/resources/2003_CITES_CheckList.pdf
- DPNVS. 1999. 1065 Motivos iniciales para proteger el Parque Nacional Defensores del Chaco. Evaluación Ecológica Rápida. Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre / Ministerio de Agricultura y Ganadería. 119 pp.
- Esser G. 1982. Vegetationsgliederung und Kakteenvegetation von Paraguay. *Trop. Subtrop. Pflanzenw.* 38: 1-471
- Friesen V. 2004. Urunde y schlorrekaktus pehen: Una guía para plantas leñosas del Chaco /Ein feldführer für Chacogehölze. Iniciativa para la Investigación y Transferencia de Tecnología Agraria (INTTAS). Loma Plata. 120 pp.
- Kiesling R. 1998. Nota sobre *Opuntia anacantha* Speg. (Cactaceae) para la flora de Paraguay y Argentina. En Ramella L & Peret R. Notulae ad Floram Paraquaiensem 71. *Candollea* 53: 471-476.
- Kiesling R. 1994. *Monvillea kroenleinii*: a new species from Paraguay. *Cact. Succ. J.* 66: 157-165.
- Ley N° 96/92 de Vida Silvestre.
- López A, Little Jr. E, Ritz G, Rombold J, Hahn W. 1987. Árboles comunes del Paraguay-Ñande yvyra mata kuera. Cuerpo de Paz. Asunción. 425 pp.
- Mármori G. 1995. Lista de especies vegetales del Area de Influencia de ITAIPU Binacional. *Biota*, N° 3. Ciudad del Este. 74 pp.
- Mereles F, Degen R. 1994. Contribución al estudio de la flora y la vegetación del Chaco Boreal paraguayo. *Rojasiana* 2: 36-38.
- Pin A. 1996. *Las Cactáceas del Parque Nacional Ybycui*. Boletín N° 12 del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay, MNHNP/DPNVS. Asunción. 28 pp.
- Pin A, Simon J. 2004. *Guía Ilustrada de los Cactus del Paraguay*. SEAM/PNUD-GEF y Universidad de Barcelona/Grupo GREB, España. Asunción.
- Pin A, Oakley L, Rivarola N. 2007. *Cactáceas en Areas Protegidas del Paraguay*. *Bol. Soc. Latin. Carib. Cact. Succ.* 4: 7.
- Soria N, Basualdo I, Zardini E. 1994. Catálogo de la Flora Vascular del Cerro Mbatoví, Departamento de Paraguari, Paraguay. *Rojasiana* 2: 20-35.
- Soria N, Basualdo I. 2005. Medicina herbolaria de la comunidad Kavaju Kangué, Departamento de Caazapa, Paraguay. Asunción. 138 pp.
- Soria N., R. Degen, I. Basualdo, M. Ortiz & E. Zardini. 2006. Catálogo de la flora vascular de cordillera de Ybyturuзу, Dpto. Guaira, Paraguay. *Rojasiana* 7: 117-152.
- Resolución SEAM N° 1998 /05, que aprueba listado de especies de flora y fauna amenazadas de Paraguay.
- Resolución SEAM N° 2243 /06, por el cual se actualiza el listado de especies protegidas de la vida silvestre en Peligro de Extinción.



ARTÍCULOS DIVULGATIVOS

Biodiversidad y distribución de cactáceas

Wilhelm Barthlott^{1,2}, Kirsten Burstedde¹, Nadja Korotkova¹, Jens Mutke¹

¹Nees Institute for Biodiversity of Plants, ²Botanical Gardens, University of Bonn, Alemania

Dirección de internet: www.nees.uni-bonn.de

2010 – El Año Internacional de la Diversidad Biológica

Las Naciones Unidas han declarado el año 2010 como el Año Internacional de la Diversidad Biológica. El propósito tras esta celebración es despertar el interés público y científico sobre la importancia de la biodiversidad y los impactos generados por la pérdida de ésta.

¿Cuántas especies hay?

La diversidad de formas de vida en nuestro planeta no es aun suficientemente conocida. Existe un estimado de 10 a 20 millones de especies en la Tierra, pero solo 1,7 millones han sido formalmente descritas hasta el presente. Por esta razón, ¿debemos asumir que desconocemos el 90% de toda la vida en el planeta!

Existen solo unos pocos grupos de organismos que son particularmente bien conocidos para la ciencia. Entre éstos se encuentran los animales grandes y llamativos, incluyendo a vertebrados y aves, y también criaturas más pequeñas, muy atractivas, como las mariposas. Por su parte, aproximadamente 80% de las plantas superiores han sido bien descritas. De éstas, sin embargo, existen cerca de 300.000 especies, lo cual representa un número pequeño en comparación con las cifras estimadas para animales. Los insectos y grupos de artrópodos relacionados con éstos fácilmente pueden llegar a comprender cerca de 15 millones de especies. Sin embargo, aunque los animales representan el 80% de la biodiversidad, las plantas constituyen el 80% de la biomasa. Por lo tanto, las plantas constituyen los componentes estructurales más importantes de los ecosistemas terrestres y también juegan un papel importante como productores primarios. En vista de la importancia que tienen las plantas en los ecosistemas terrestres, un conocimiento sólido acerca de los patrones espaciales de la diversidad vegetal resulta fundamental para poder entender dichos ecosistemas, pero también para poder planificar actividades en pro de su conservación. Esto tiene particular sentido en el caso de aquellos grupos de plantas que representan elementos im-

Supplement III to ERDKUNDE 51. • Article: Barthlott, Hoster, Kie, Kraft, Kiper, Raffapoor, Mutke, Sommer

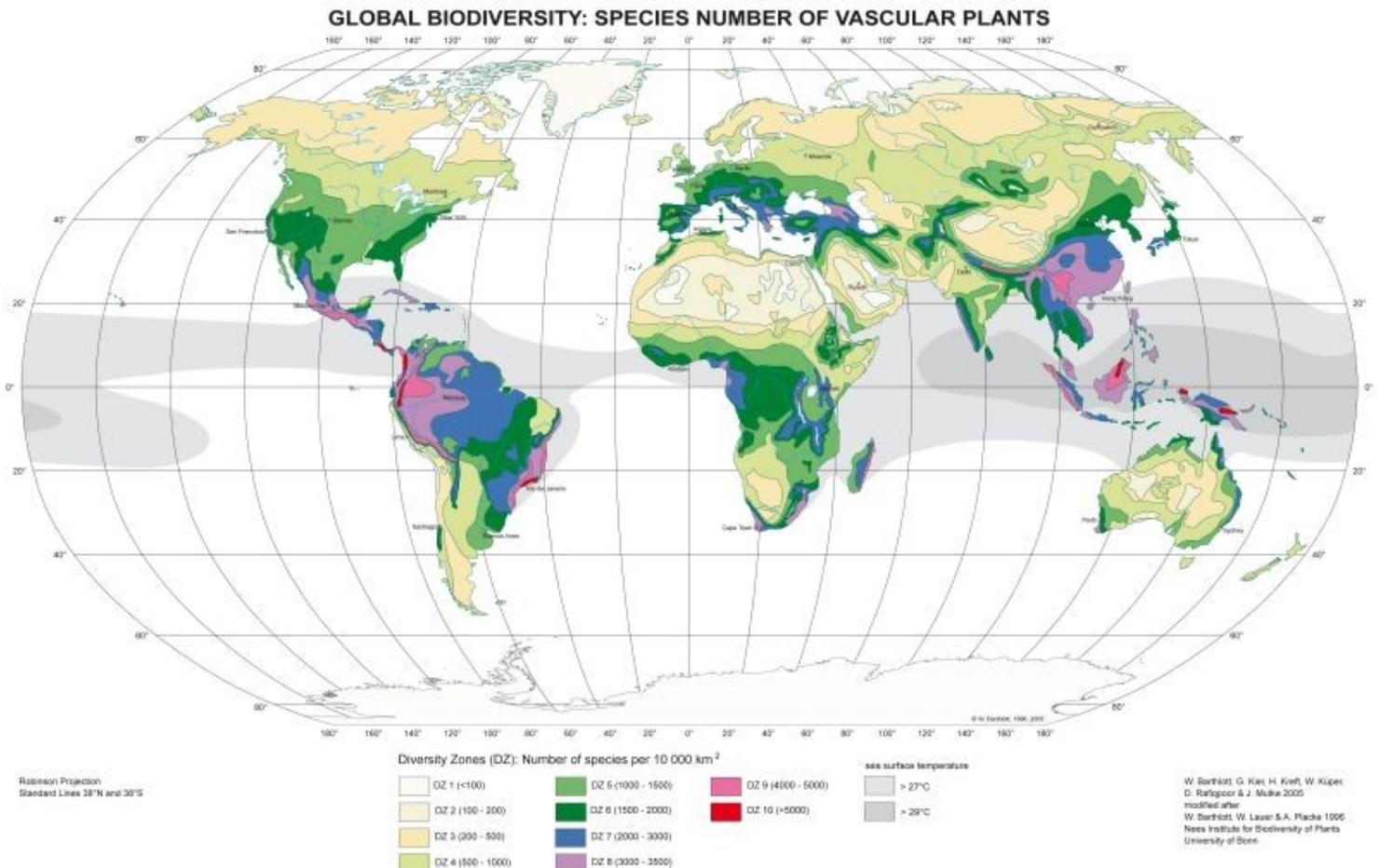


Figura 1. Mapa del mundo mostrando la distribución de la biodiversidad vegetal (plantas vasculares) en función del número de especies de plantas. Los colores representan intervalos numéricos, siendo el blanco la zona de menos diversidad (<100 especies por 10000 km²) y el rojo la de mayor (> 5000). Fuente: Barthlott et al. 2005 - modificado de Barthlott et al. 1966. Nees Institute for Biodiversity of Plants, University of Bonn, Alemania.



Parte de la colección de cactáceas en el Jardín Botánico de Bonn, Alemania (Foto: Jafet M. Nassar)

portantes dentro de los ecosistemas específicos en los que se encuentran.

Los patrones globales espaciales de la biodiversidad

La Figura 1 muestra un mapa del mundo con los patrones de diversidad vegetal. La generación de este mapa para plantas vasculares fue posible gracias a que éstas son bien conocidas y existe una gran cantidad de datos sobre su distribución. Un mapa equivalente para animales sería solo posible para unos pocos grupos. Sin embargo, se asume que los centros de diversidad para plantas se deberían solapar con los centros de diversidad para animales.

La diversidad de plantas vasculares está distribuida de forma considerablemente desigual sobre el planeta. Este patrón es parcialmente explicado por la distribución desigual de factores ambientales tales como el clima, la geología, suelo y disponibilidad de agua. La suma de todos estos factores es denominada geodiversidad (Barthlott et al. 1996, 2007). Los centros globales de diversidad de plantas vasculares coinciden con áreas altamente geodiversas en los trópicos y subtrópicos, en los que las montañas con elevación considerable exhiben la diversidad más alta. Existen más especies de plantas nativas en los Andes que en todo el Continente Europeo. De esta forma, regiones con elevada geodiversidad, y consecuentemente un número elevado de diferentes hábitats, constituyen la base para la existencia de alta biodiversidad.

Mapeando la diversidad de los cactus

Los primeros intentos para describir o mapear patrones de distribución de cactáceas fueron realizados por Karl Schumann (1899) y Curt Backeberg (1942). Posiblemente, Backeberg fue el primer cactólogo en reconocer la importancia de los patrones biogeográficos en cactus. Su contribución se ha mantenido hasta el presente como la mejor hipótesis biogeográfica y de historia evolutiva de las cactáceas, y su "Kakteenlexikon" (Backeberg 1966) contiene una serie de mapas de distribuciones generalizadas para los numerosos grupos supragenéricos que él reconoció o propuso.

Posiblemente, el primer mapa verdadero sobre biodiversidad en cactáceas (*i.e.* un mapa indicando la ubicación de centros de diversidad en vez de intervalos de distribución de taxa particulares) fue publicado por Barthlott (1983), mostrando los patrones de diversidad de las Rhipsalideae epifitas. Este trabajo continuó en los 1990s por Barthlott y colaboradores en la Universidad de Bonn, rindiendo como fruto un mapa preliminar de biodiversidad para especies y géneros de cactus, publicado hace pocos años (Mutke & Barthlott 2005). Subsecuentemente, nuevos métodos para elaborar mapas de diversidad fueron desarrollados, y un enfoque nuevo para mapear biodiversidad en cactáceas empleando técnicas basadas en SIG se comenzó a utilizar en el 2008 en el Instituto Nees, en Bonn.

A partir de ese nuevo enfoque metodológico, se logró compilar un set de datos SIG de alta resolución con su correspondiente base de datos, consistente de más de 45.000 registros con información sobre distribución de cactus. Las principales fuentes de datos utilizadas fueron diferentes tipos de literatura, como floras, listados de especies, trabajos de taxonomía, monografías y léxica con información sobre distribución o mapas mostrando intervalos espaciales de presencia de las especies. También se usaron registros de herbario y de campo disponibles en formato digital. A partir de la base de datos, se generaron mapas de intervalos de distribución para todas las especies de Cactaceae reconocidas como tales en el New Cactus Lexicon (Hunt 2006) ('NCL'), así como mapas de diversidad para todos los géneros, tribus, subfamilias y la familia completa. Los mapas inicialmente creados de las especies fueron revisados por expertos para los respectivos grupos de Cactaceae. En este momento están en preparación los mapas definitivos de distribución de las especies junto con sus respectivos comentarios, lo cual representa en su conjunto la principal contribución para el tercer volumen del NCL. Se espera que este trabajo sea completado a tiempo para publicación antes de que culmine el 2010.

Centros de diversidad en cactáceas

Los principales centros de diversidad de cactáceas corresponden al noreste de México, los Andes orientales de Bolivia y Argentina y el sureste de Brasil. Sin embargo, para los patrones de diversidad encontrados, se observan diferencias entre la diversidad de especies y la diversidad genérica. El principal centro de riqueza a nivel de géneros corresponde de nuevo México, pero Bolivia/la porción norte de Argentina/Paraguay, sureste de Brasil, la región caribeña y Perú muestran también alta riqueza genérica. Las diferencias encontradas de diversidad de especies y géneros son más marcadas en Opuntioideae. Los centros de riqueza de especies se ubican en la zona árida suroccidental de USA, la porción norte de México y el altiplano mexicano. El centro de diversidad genérica se encuentra ubicado en la zona de bosques secos del sur de Bolivia y el norte de Argentina, con cerca de 12 géneros presentes. Que los centros de riqueza de especies y géneros no necesariamente coincidan, como se observa en Opuntioideae, es un ejemplo del tipo de información que se puede obtener a partir de los mapas de diversidad.



Precisiones adicionales sobre ecología y evolución de cactáceas

Los datos utilizados para la creación de los mapas de distribución y diversidad están disponibles en formato digital en un sistema de información geográfica. Esto permitirá la realización de análisis complementarios, enfocándose en varios aspectos de la ecología y distribución de las cactáceas. Primero, los datos producidos a partir de estudios filogenéticos ya están disponibles para un número importante de tribus y géneros en Cactaceae. Los datos de esos estudios pueden ser vinculados a los patrones de distribución geográfica. Esta operación nos permitirá inferir áreas ancestrales probables de los grupos, así como la detección de posibles asociaciones entre patrones de distribución y patrones filogenéticos.

Ya se dispone de evidencia que indica que tales conexiones existen en Cactaceae. Uno de estos ejemplos es el género *Pereskia* (Edwards et al. 2005), en el que dos grupos monofiléticos detectados a partir de estudios filogenéticos coinciden con dos centros discretos de distribución y diversidad. El segundo objetivo que amerita investigación adicional sería la potencial correlación de los datos de distribución con parámetros ambientales, tales como precipitación promedio anual, temperatura promedio anual, estacionalidad, elevación y heterogeneidad de hábitat. Estos datos podrían estar asociados a caracteres tales como formas de crecimiento, mecanismos de polinización, o estrategias de dispersión de semillas. Un primer análisis de este tipo está en proceso para el caso de los cactus epífitos. Debido a que estos factores ambientales ciertamente influyen sobre la distribución de las cactáceas, sería muy interesante evaluar en qué medida tales factores explican la magnitud de la diversidad encontrada.

Agradecimientos

Estamos agradecidos al grupo de trabajo BIOMAPS del Instituto Nees por apoyar este proyecto de mapeo durante los últimos años y a la gente que ha estado involucrada con el mismo en el pasado y el presente, especialmente A. Stein, L. Geffert y D. M. Rafiqpoor. También agradecemos a P. Ibisch (Eberswalde, Alemania) por su continua contribución al proyecto de mapeo. También extendemos nuestro agradecimiento a D. Hunt, N. Taylor, G. Charles, P. Hoxey, M. Lowry (todos Reino Unido) y R. Bauer (Offenburg, Alemania), quienes revisaron los mapas iniciales de distribución y contribuyeron a mejorarlos. Asimismo agradecemos a la Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz, por el continuo apoyo financiero al proyecto de mapeo de las cactáceas.

Referencias citadas y recomendadas

- Backeberg C. 1942. Zur Geschichte der Kakteen im Verlauf der Entwicklung des amerikanischen Kontinentes. Verlag J. Neumann, Neudamm
- Backeberg C. 1966. Das Kakteen Lexikon. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Barthlott W, Lauer W, Placke A. 1996. Global distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde* 50: 317-328.
- Barthlott W. 1983. Biogeography and evolution in neo- and palaeotropical Rhipsalinae (Cactaceae). En K. Kubitzki [ed.], *Proc. Int. Symp. Dispersal and Distribution*, 241-248. Sonderbd. naturwiss. Ver. 7, Hamburg.
- Barthlott W, Hostert A, Kier G, Küper W, Kreft H, Mutke J, Rafiqpoor MD, Sommer JH. 2007. Geographic patterns of vascular plant diversity at continental to global scales. *Erdkunde* 61: 305-315.

Edwards EJ, Nyffeler R, Donoghue MJ. 2005. Basal cactus phylogeny: Implications of *Pereskia* (Cactaceae) paraphyly for the transition to the cactus life form. *Am. J. Bot.* 92: 1177-1188.

Hunt D. 2006. The New Cactus Lexicon. dh books.

Mutke J, Barthlott W. 2005. Patterns of vascular plant diversity at continental to global scales. *Biologische Skrifter* 55: 521-531.

Schumann K. 1899. Die Verbreitung der Cactaceae im Verhältnis zu ihrer systematischen Gliederung. Königliche Akademie der Wissenschaften, Berlin.



Las bromelias como importantes fitotelmata

S. Cruz-García, I. Garrido-Jiménez, C.T. Hornung-Leoni*

Herbario HGOM, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Carretera Pachuca-Tulancingo, C.P. 42184.

*Autor de correspondencia: hleoni@uaeh.edu.mx, claudia-hornung@yahoo.com.mx.

La familia Bromeliaceae incluye especies consideradas como plantas suculentas en el sentido de que presentan estructuras carnosas (Font Quer 1979), por lo que son capaces de retener agua en sus tejidos y estructuras, facilitando adaptarse a condiciones extremas como las encontradas en climas áridos. En esta familia las especies de la subfamilia Tillandsioideae principalmente presentan la particularidad de presentar tricomas peltados absorbentes (conocidos también como escamas) en la epidermis de



Figura 1. Fauna encontrada en *Tillandsia imperialis* en Zacualtípán de Ángeles, Hgo. Dentro de la fauna de esta especie podemos encontrar arañas, chinches, lombrices, grillos, larvas, ciempiés, cucarachas, caracoles, escarabajos y mosquitos (en sentido de las agujas del reloj). (Fotos: Bromeliaceae y fauna ©Garrido 2009).

estructuras vegetativas y florales, los cuales se especializan en la captura y conducción de la humedad ambiental (proveniente de la neblina, agua de rocío, etc.) hacia el parénquima (Benzing 1987, 2000).

Otra característica de la familia es la presencia de una roseta conformada por hojas cuya disposición puede variar en forma produciendo cuatro tipos básicos de arreglos de hojas desde: 1) un simpodio con hojas en disposición espiralada como es el caso de *Tillandsia albida* Mez & Purpus y *T. usneoides* L.; 2) hojas en una macolla, como ocurre en especies del género *Pitcairnia*; hasta 3) hojas dispuestas en una roseta tipo tanque (como en *T. complanata* Benth.; *T. deppeana* Steud., etc.); y 4) hojas dispuestas en una roseta tipo cisterna, como es el caso de la especie carnívora *Brocchinia reducta* Baker (Fig. 2; Hornung 1998, Hornung & Gaviria 1999). Cabe mencionar que la disposición de las hojas conformando un tanque o cisterna permite desarrollar microambientes en los que se acumula agua, hojarasca y nutrientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de organismos dulceacuícolas (Benzing 2000). Estas plantas son consideradas fitotelmata (phytos= planta, telma= estanque; sing. phytotelma, pl. phytotelmata). Este término, acuñado por Varga en 1928 y retomado por Maguire (1970) y Fish (1983), hace referencia a plantas con estructuras modificadas como hojas, axilas de hojas y flores que son capaces de almacenar agua y sirven para el desarrollo de varias comunidades de organismos asociadas a la planta (Beutelspacher 1971, Liria 2007, García 2008). Los diversos procesos ecológicos que se llevan a cabo en la fitotelma son importantes, especialmente en la dispersión, colonización e interacción entre especies (Castaño 2002, Ospina-Bautista 2004, Liria 2007, García 2008), así como elementos estructurales de los bosques tropicales (Ospina-Bautista 2004, Liria 2007, García 2008). Debido a que la mayoría de las bromeliáceas tipo tanque pueden absorber agua y nutrientes a través de los tricomas presentes en sus hojas, los fitotelmata son un componente importante en la adquisición de minerales para la planta.

Se han registrado importantes diferencias de nutrición entre bromelias fitotelmas de acuerdo al tipo de material interceptado (Benzing 2000). Especies con rosetas tipo tanque y cisterna de la familia Bromeliaceae son un ejemplo claro de fitotelmata, ya que en su roseta (conjunto de hojas que forman la estructura vegetativa de la bromelia) se acumula agua, hojarasca y materia orgánica, facilitando la coexistencia de organismos dentro de ella en distintas épocas. La bromelia proporciona condiciones ideales como temperatura estable, humedad, alimento y protección contra depredadores por lo que funcionaría como un refugio para la fauna (Beutelspacher 1971, Benzing 1990, Castaño 2002, García 2008). Existen a su vez otros ejemplos de familias de plantas que debido a sus características corresponden a fitotelmata, como es el caso de las plantas carnívoras de las familias Nepenthaceae y Sarraceniacae, que son insectívoras (Woodland 1997).

Dentro de la planta se llevan a cabo diversos tipos de interacciones: de tipo planta-planta, como ocurre con algunas algas, musgos y helechos, así como interacciones planta-animal, en donde subsisten desde moluscos, pro-



Figura 2. *Brocchinia reducta*, ejemplo de bromelia carnívora. (Fuente: <http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki>)

tozoos, platelmintos, anélidos, artrópodos (Beutelspacher 1971, Benzing 1990, Castaño 2002) hasta pequeños vertebrados como anfibios y reptiles (Benzing 1990, Castaño 2002). Se han realizado diversos estudios sobre los microhábitats en rosetas de Bromeliaceae, en los cuales se ha documentado una gran cantidad de fauna y el papel en las interacciones faunísticas dentro de la bromelia (Richardson 1999, Castaño 2002, Romero & Vasconcelos-Neto 2004, García-Robledo et al. 2005, Liria 2007, García 2008). Estudios reportan asociaciones estrictas entre la fauna y la bromelia (Palacios-Vargas 1982, Castaño 2002, Romero & Vasconcelos-Neto 2004), y su relación con la distribución de especies únicamente asociadas a bromelias, como es el caso de arañas de la familia Salticidae (*Eustiromastix nativo*, *Psecas sumptuosus* y *Uspachus* sp.), exclusivas de *Vriesea neoglutinosa* y *Aechmea macrochlamys* (Romero & Vasconcelos-Neto 2004). Otra relación estricta es la registrada para ácaros oribátidos pertenecientes a *Camisia* sp., ya que están relacionados con suelos suspendidos que se generan en las bromelias (Palacios-Vargas 1982). Además, ha sido documentada la relación existente entre características de la planta (Ej. Tamaño de la roseta, materia orgánica presente en el tanque) con la abundancia y riqueza de especies (Richardson 1999, Liria 2007). Es importante señalar que las características de la vegetación como el árbol soporte, las condiciones físicas del área donde se encuentra la bromelia y los recursos circundantes a la bromelia están relacionadas con la estructura y composición del fitotelmata (Palacios-Vargas 1979, Castaño 2002).

Por otro lado, dentro de la bromelia se llevan a cabo

cadena trófica entre los organismos que coexisten en su interior, y también ocurren interacciones simbióticas entre la planta y algunos artrópodos, como es el caso de hormigas que defienden a la planta de posibles depredadores (Benzing 1990, Castaño 2002). Todos estos procesos de interacciones permiten reconocer a la bromelia como un microhábitat (Benzing 1980, Romero & Vasconcellos 2004, Sajo et al. 2004).

Los insectos bromelícolas pueden llegar a ser de suma importancia, ya que pueden tener funciones específicas dentro del microcosmos. Tal es el caso de larvas de insectos acuáticos, los cuales son depredadores de detritívoros (Castaño 2002, Srivastava 2006) y los escarabajos de la familia Hydrophilidae (adulto), que llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica (hojarasca y organismos) que se acumula en la roseta. Estas interacciones dentro de la planta dan lugar a un microambiente más complejo (Srivastava 2006).

Actualmente, se están realizando investigaciones sobre fitotelmata en dos especies de bromeliáceas pertenecientes al género *Tillandsia* en dos municipios del estado de Hidalgo-México. Los proyectos se basan específicamente en el análisis de la fauna presente en *T. deppeana* Steud. en el municipio de La Misión y en *T. imperiales* E. Morren ex André en Zacualtipán de Ángeles de la misma entidad (Fig. 1).

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de PROMEP al proyecto "Estudio de las Bromeliaceae del estado de Hidalgo (México) y de la fauna presente en su tanque" por el apoyo para la realización del estudio. Al proyecto FOMIX-Hidalgo "Diversidad biológica del Estado de Hidalgo" 95828 (Conacyt) por el apoyo en el estudio de las Bromeliaceae. A su vez queremos agradecer a los especialistas de artrópodos que nos están apoyando en la identificación del material presente en el tanque de ambas bromelias, tanto de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (Julián Bueno Villegas, Juan Márquez Luna, Julieta Asiain Alvarez y Ana Paola Martínez Falcón), como del Instituto de Biología de la UNAM (Griselda Montiel Parra, César Durán Barón, Gabriel Villegas Guzmán). Agradecemos también a Guillermo Marturell por la revisión y comentarios que permitieron sin duda mejorar el manuscrito.

Referencias

- Benzing DH. 1980. The biology of the Bromeliads. Eureka, EUA.
- Benzing DH. 1990. Vascular Epiphytes. General biology and related biota. Cambridge University, New York, USA.
- Benzing DH. 2000. Bromeliaceae: Profile of an Adaptive Radiation. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 690 p.
- Beutelspacher C. 1971. Una bromelia como ecosistema. Instituto de Biología, UNAM, México. 82-88.
- Castaño MR. 2002. Estructura de la comunidad de artrópodos epífitos y su papel en el crecimiento de *Tillandsia violácea* (Bromeliaceae) en un bosque templado de Hidalgo, México. Tesis de doctorado en ciencias, UNAM. México.
- Fish D. 1983. Phytotelmata: Flora and Fauna. p. 1-27 En: Frank, J.H., Lounibos, L.P. (eds.) Phytotelmata: Terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities. Medford, New Jersey; Plexus.
- Font Quer, P. 1979. Diccionario de Botánica. Editorial Labora, S.A. Barcelona, España.
- García JM. 2008. Macroartrópodos asociados a la Bromelia *Tillandsia prodigiosa* (Lem) Baker en dos localidades de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Tesis de

Maestría en ciencias, IPN. México.

- García-Robledo C, Quintero-Marín P, Mora-Keper F. 2005. Geographic variation and succession of arthropod communities in inflorescences and infrutescences of *Xanthosoma* (Araceae). *Biotropica* 37: 650-656.
- Homung-Leoni C. 1998. "Flora de las Bromeliáceas del Estado Mérida". Tesis de Licenciatura. Universidad de Los Andes, Fac. Ciencias. Mérida-Venezuela. 377 pp.
- Homung C, Gaviria J. 2000. Glosario y Clave ilustrada de las Bromeliáceas del Estado Mérida-Venezuela. *Plantula* 2: 119-140.
- Liria J. 2007. Fauna fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia*. Facultad de Ciencias Biológicas, UNMSM. *Rev. Perú. Biol.* número especial 14: 033-038.
- Maguire B. 1970. Aquatic communities in bromeliad leaf axils and the influence of radiation. p. E.95-E.101. En: Odum, H.T., Pigeon, R.F. (eds.). A tropical rain forest. Oak Ridge, Tennessee; Division of Technical Information, U.S. Atomic Energy Commission. USA.
- Palacios-Vargas JG. 1982. Microartrópodos asociados a bromeliáceas. En Salinas, P.J. Ed. Zoología Neotropical. *Actas del VIII Congreso Latinoamericano de Zoología*, Tomo I: 535-545.
- Palacios-Vargas JG. 1979. Los colémbolos (Ins.:Apter.) de suelo y hojarasca de epífitas. CISA, Fac. De Ciencias. UNAM. 41-42 pp.
- Richardson BA. 1999. The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a neotropical forest. *Biotropica* 31: 321-336.
- Romero GQ, Vasconcellos-Neto J. 2004. Spatial distributions patterns of jumping spiders associated with terrestrial Bromeliads. *Biotropica* 36: 596-601.
- Sajo MG, Rudail PJ, Prychid CJ. 2004. Floral anatomy of Bromeliaceae, with particular reference to the evolution of epigyny and septal nectarines in commelinid monocots. *Pl. Syst. Evol.* 247: 215-231.
- Srivastava D. 2006. Habitat structure, trophic structure and ecosystem function: interactive effects in a bromeliad-insect community. *Oecologia* 149: 493-504.
- Woodland DW. 1997. Contemporary Plant Systematics. Second Edition. Andrews University press. USA. 619 pp.

La palomilla del nopal *Cactoblastis cactorum*: una seria amenaza económica y ecológica para el noreste de México

M. Pérez Sandi Cuen¹, J. Golubov² y M. C. Mandujano³

¹ARIDAMERICA A.C. 20 de Agosto 53 Coyoacán, 04120, México D. F. mayrasandi@gmail.com

²Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Calz del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, México D.F. 04960

³Instituto de Ecología, UNAM. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, México D. F. 04510

Resumen

La amenaza del *Cactoblastis cactorum* es un problema significativo para México por cuatro razones principales: 1) no se ha documentado que exista otra especie de insectos que se alimenten del nopal con un impacto semejante al que tuvo *C. cactorum* sobre las poblaciones de *Opuntia* en Australia y Sudáfrica; la biología de esta especie, el tiempo en que se reproducen, su tolerancia al clima y su gregarismo, hacen de ésta una especie única comparada con otras que pueden dañar a las *Opuntia*; 2) el *C. cactorum* es un insecto lepidóptero específico del género *Opuntia* y generalista de sus especies, capaz de vivir en todas las especies de *Opuntioideae* (*Cylindropuntia*, *Opuntia*, *Consolea* y *Nopalea*); 3) no se han encontrado enemigos naturales efectivos y huéspedes específicos en su ámbito nativo, lo cual significa que en México dependeremos del efecto desconocido de los depredadores naturales de este insecto. Los insectos cactófagos nativos de las *Opuntia* mexicanas son controlados por enemigos naturales nativos y no sabemos si se trasladarán a un huésped exótico nuevo como *C. cactorum*; 4) como se muestra en este artículo, el costo de combatir *C. cactorum* puede ser extremadamente alto. Estos recursos podrían ser canalizados a controlar las plagas nativas que afectan las plantaciones de nopal. Ante esta situación, en este artículo se proponen una serie de recomendaciones para operar un programa de detección temprana y respuesta rápida que evite un nuevo brote de *C. cactorum* en México.



Palabras clave: *Opuntia*, *Cactoblastis cactorum*, especies exóticas exóticas, prevención.

Abstract

The threat of *Cactoblastis cactorum* pose a significant problem to México, because these four arguments: 1) no opuntia-feeding insect has been documented to have such an impact on *Opuntia* populations as was the case with *Cactoblastis cactorum* in Australia and South Africa. The biology of the species, its generation time, climatic tolerance, and gregarious feeding pattern makes it unique in terms of impacts and damage to *Opuntia*; 2) *Cactoblastis cactorum* has a wide host range within the *Opuntioideae* including the genera *Cylindropuntia*, *Opuntia*, *Consolea* and *Nopalea*; 3) no effective and host-specific natural enemies have been found in the native range of *Cactoblastis* and it is not known if native parasitoids and predators associated with native phycitids in Mexico will switch to *Cactoblastis* to provide acceptable levels of biological control. History has shown that one of the factors that makes a species invasive is its liberation from specific co-adapted natural enemies. Such enemies may not exist in Mexico; 4) As shown in this article, the cost of controlling an invasive can be extremely high, money that could in fact be channeled to control the native pests that affect *Opuntia* cultivations. The high cost of this control could be avoided with an effective early detection and rapid response program in place. We provide recommendations on an early detection and rapid response program to prevent a reintroduction or establishment of *C. cactorum* in Mexico.

Key words: *Opuntia*, *Cactoblastis cactorum*, exotic species, prevention

Introducción

En 1999, H. Zimmermann dio la voz de alerta al gobierno mexicano sobre los efectos que la palomilla del nopal, *Cactoblastis cactorum* (Berg) (Lepidoptera: Pyralidae), causó en las poblaciones de nopal en otros países y lo devastador que podría ser el insecto en México (Restrepo 1999). *C. cactorum* es una especie nativa de Sudamérica, donde existen cinco especies de este género. En 1924, Queensland y Nueva Gales en Australia se encontraban infestadas con *Opuntia stricta*, un nopal originario de Norte América. Después de varias estrategias no exitosas de erradicación, en 1925 se introdujo por primera vez *C. cactorum*, que a partir de esta fecha es el ejemplo clásico de control biológico. En Australia había 29 especies de *Opuntia* que fueron introducidas desde 1788 y el efecto que tuvo la palomilla se describe: "La recuperación de 26 millones de acres de algunos de los más ricos territorios de Queensland invadidos por nopales salvajes, con la ayuda de colonias de insectos donde todas las acciones humanas habían fallado, es seguramente una de las maravillas de la era" (Walton 2005).

Durante el siglo pasado, *C. cactorum* fue introducido a varios países, incluidos varias islas del Caribe de donde se dispersó hasta Estados Unidos. Para Norte América, *C. cactorum* es un insecto invasor exótico que amenaza a las cactáceas nativas de los géneros *Opuntia*, *Consolea* y *Nopalea*. Por el impacto ecológico en los hábitat desérticos causado por *C. cactorum* y por la importancia económica en la agricultura y en la horticultura en América del Norte, se han organizado en la última década diversas reuniones y acciones en Estados Unidos y México para enfrentar la amenaza y erradicar los brotes de esta especie exótica invasora. A partir del año 2000, diversas organizaciones llevaron a cabo talleres para organizar y enfrentar el problema de *C. cactorum* para Norte América (Mahr 2001, y artículos dentro de ese número; APHIS-USDA 2007). Las principales conclusiones de estas reuniones establecieron que la palomilla del nopal es una



Larva de *Cactoblastis cactorum* sobre cladodio de *Opuntia* (Foto: Mayra Pérez Sandi Cuen)

plaga prioritaria para Norte América debido a los daños que ocasiona y a la gran importancia que las poblaciones silvestres de *Opuntia* tienen en México. A diferencia de lo que ocurre en otros países, para los mexicanos el nopal no es una maleza, sino una planta altamente apreciada por su valor económico, ecológico, social y cultural. Aunque la importancia del nopal es ampliamente reconocida, faltan estudios nacionales que evalúen la dinámica en México de las poblaciones cultivadas y silvestres de *Opuntia*. El área dedicada al cultivo del nopal en México se estima en 150.000 ha para forraje, 60.000 ha para producción de tuna, 11.000 ha de nopal verdura y 100 ha para la producción de grana cochinilla, sumado a esto las áreas nopales silvestres en el país que se estiman por encima de 3 millones de hectáreas, por lo que su importancia radica en que es una fuente fundamental de alimento humano, forraje, colorantes, fuente de trabajo, restauración del suelo, parte indispensable de la biodiversidad del país y hospederas de una gran diversidad de fauna silvestre (SAGARPA 2002). El efecto que pueda tener *C. cactorum* sobre la producción de nopal y tuna puede llegar a ser significativo, aunado a la amenaza a las especies silvestres de *Opuntia*, que son utilizadas como alimento para el ganado semi-estabulado o semi intensivo y para la fauna silvestre. En términos económicos, la aprobación de la norma de comercio interior en Estados Unidos podría impedir la exportación de nopales, afectando gravemente a los productores.

México, a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) y con consultores del departamento técnico de cooperación del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en Viena, Austria, iniciaron en 2002 un programa fitosanitario que desembocó en una norma publicada en el Diario Oficial de la Federación (Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-040-FITO-2003), por la que se implementa el sistema para prevenir la introducción, diseminación y establecimiento de la Palomilla del Nopal en México, con una vigencia de solo seis meses. De 2002 al 2007 se han destinado 21,8 millones de pesos, para el programa de monitoreo en los estados y 286.929 dólares anuales en este periodo por el OIEA para financiar proyectos más específicos. Aunado a este esfuerzo inicial, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

y el Servicio de Inspección Animal y Sanidad Vegetal (USDA-APHIS) invirtió a partir del 2005 500 mil dólares anuales para cubrir los gastos de investigaciones y actividades en el área de vigilancia y a partir de 2006, SAGARPA, a través de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO por sus siglas en inglés), proporcionó anualmente 500 mil dólares a este programa.

Llegada del *C. cactorum* a México y acciones de erradicación

En agosto de 2006 el ingeniero Javier Tovar detectó el brote de la palomilla del nopal en Isla Mujeres, Quintana Roo. El brote se detectó un año después de su arribo: encontrando todos los estadios del insecto, por lo que se inició un programa de erradicación con un monto de 2,1 millones de pesos provistos por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Posteriormente la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) proporcionó al Gobierno del Estado de Quintana Roo dos millones de pesos más (SAGARPA 2008). Entre enero y febrero de 2007 se capturaron 6 adultos de la palomilla del nopal en las trampas con feromona instaladas en Cancún, pero a la fecha no se ha localizado el origen de estas palomillas, aunque se presume que pudieran ser ejemplares que volaron desde Isla Mujeres y fueron capturadas antes de dispersarse (Zimmermann 2009 com. personal). En mayo de 2007, el insecto fue detectado en isla Contoy (al noreste de Quintana Roo, 30 km de Isla Mujeres y 12.8 km de la costa noreste de la península de Yucatán). En las tres detecciones se desconoce el origen del establecimiento de la palomilla, señalando deficiencias en los programas de prevención.

Durante el año 2007 se asignó un presupuesto de 12 millones de pesos para operar el programa de erradicación y monitoreo en la Península de Yucatán, además de otros 3 millones de pesos para operar programas de monitoreo en los estados de Veracruz, Tabasco, Nuevo León y Durango. Todavía no existe información disponible al público sobre los recursos asignados y ejercidos por el programa en el transcurso de 2008.

La estrategia utilizada para la erradicación de *C. cactorum* en Isla Mujeres incluyó la remoción y el control de hospederas (*Opuntia dillenii* y *Nopalea cochenillifera*) en zonas naturales y en habitacionales, la utilización de plantas centinelas y trampas con feromonas para monitorear y controlar la población con el uso de insecticidas, sobre todo en partes con poblaciones vegetales muy densas y de difícil acceso. Al respecto, existe el debate sobre la conveniencia o no de utilizar métodos drásticos (como el empleo de plaguicidas) en programas de emergencia y en situaciones de alto riesgo para evitar el establecimiento y la dispersión del insecto. El uso de plaguicidas y herbicidas no necesariamente es la mejor opción, ya que es imposible el control de huevecillos por no tener productos ovicidas. El control debe hacerse cuando las pequeñas larvas no se han introducido a la penca y los herbicidas es muy difícil que el producto penetre en la planta.

La estrategia de erradicación en la isla Contoy fue diferente a la empleada en Isla Mujeres cuando las dos son áreas naturales protegidas. En el caso de Isla Mujeres se erradicaron totalmente las plantas y se utilizaron indiscrimi-



Larvas de *Cactoblastis cactorum* devorando parénquima de nopal (Foto: Mayra Pérez Sandi Cuen)

nadamente plaguicidas, herbicidas e insecticidas. En isla Contoy se consideró no eliminar las plantas hospederas por la importancia del nopal *Opuntia dillenii* como alimento de los animales, principalmente las aves -47 especies solo de aves migratorias-, de los reptiles, las tortugas y los insectos. En consecuencia, se removieron exclusivamente los cladodios infestados con larvas y bastones de huevos, se usaron trampas con feromona por toda la isla, principalmente en la zona sur por estar más infestada por *C. cactorum*; y se empleó la Técnica del Insecto Estéril (TIE) una vez que la población de la palomilla llegó a niveles muy bajos.

El 16 de septiembre de 2008 la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO por sus siglas en inglés) declaró a través de su boletín la erradicación de *C. cactorum* en Isla Mujeres, Quintana Roo, México. Mediante el enfoque de la regulación cuarentenaria basada en el modelo de Tassan, se obtuvieron tres ciclos teóricos sin detecciones de la palomilla del nopal en la zona, por lo que se considera que el brote se ha erradicado. La declaratoria oficial de "Brote erradicado de la palomilla del nopal" se encuentra en proceso para su publicación. (disponible en <http://www.pestalert.org/espanol/bykeyword.cfm>).

Sin embargo, ningún programa de erradicación será completamente exitoso mientras no se adopte una cultura de prevención ante nuevos brotes, muy probables en tanto no se atiende la infestación de *C. cactorum* en islas clave del Caribe. También es fundamental la continuidad e intensificación del programa de monitoreo por toda la costa de Yucatán: Ría Celestún y Ría Lagartos y también en partes de Quintana Roo y Campeche. Es importante considerar estos antecedentes al introducir programas de erradicación basados en las experiencias de las islas de Alabama, Misisipi, Isla Mujeres y en la Isla Contoy. El programa, en síntesis, debe reorientarse hacia un sistema más efectivo de monitoreo, que asegure una detección temprana de nuevas invasiones (Zimmermann 2008). En el programa deben incorporarse todas las instancias correspondientes a las dependencias gubernamentales involucradas: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SENASICA;

Dirección General de Sanidad Vegetal, DGSV; Comisión Nacional de las Zonas Áridas, CONAZA); Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SE-MARNAT; (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CO-NANP; Instituto Nacional de Ecología, INE; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO; Comisión Nacional Forestal, CONAFOR) y además, realizarse acuerdos y convenios intersecretariales.

La situación en Estados Unidos

En octubre de 1989 se hizo la primera detección de *C. cactorum* en *O. stricta* en Big Pine Key y desde entonces *C. cactorum* se dispersó por los Estados Unidos hasta llegar a la frontera entre Misisipi y Alabama (Bloem 2007; APHIS-USDA 2007). Larvas de este insecto fueron interceptadas en trece ocasiones diferentes en cargamentos de *Opuntia* provenientes varios de ellos de República Dominicana. En estas fechas, el Departamento de Agricultura de Florida comenzó a registrar los datos de intercepciones en todo el estado (Bloem 2007). Estas intercepciones y la presencia de *C. cactorum* llevó a la investigación sobre los efectos de *C. cactorum* en especies endémicas como *O. corallicola* y la preferencia de huéspedes de *Opuntia* en Florida (Bloem 2007). A partir de las reuniones internacionales se iniciaron los protocolos de irradiación y la generación de feromonas utilizadas para el control en México (Bloem 2007). Aún con este esfuerzo se detectó la presencia de *C. cactorum* en 2004 en Dauphin Island, lo que lleva a la aprobación de 65 mil dólares para iniciar los estudios de campo de la técnica del insecto estéril. Paralelo a las detecciones, John Madsen y Victor Maddox (MS U-GRI) desarrollaron un importante sitio en Internet y un sistema en línea (http://gri.msstate.edu/cactus_moth) para que el público y observadores voluntarios ingresaran datos de monitoreo y vigilancia. Hasta hora sabemos que la frontera con presencia de *C. cactorum* se encuentra en la isla Petit Bois, Gulf Islands National Seashore, en Misisipi (USDA 2008). La intención de la erradicación en EUA es la prevención de la llegada de *C. cactorum* a las áreas silvestres de Texas y del noreste mexicano (Nuevo León, Coahuila, Chihuahua y Tamaulipas), con una alta diversidad de *Opuntia*.

El éxito que ha tenido la detección y monitoreo de *C. cactorum* en EUA radica en la concientización y relación de cooperación entre instituciones gubernamentales, universidades y organizaciones no gubernamentales. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), a través del Servicio de Inspección y Sanidad Agropecuaria (APHIS) y del Servicio de Investigación en Agricultura (ARS), están involucrando al mayor número posible de actores, entre ellos el Sistema Nacional de Información de Plagas Agrícolas (NAPIS), el Nappfast NCSU APHIS Plant Pest Forecasting System, el U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS), el National Wildlife Refuge System, la Florida DACS-Division of Plant Industry, PPQ/Cooperative Agricultura Pest Survey, The Nature Conservancy (TNC), el U.S. Geological Survey (USGS), el Instituto de Georecursos de la Universidad Estatal de Mississippi (MSU-GRI), el National Park Service U.S. Department of the Interior y el Bureau of Land Management. Cabe señalar que TNC ha introducido la preocupación por la amenaza del *C. cactorum*



Opuntia dillenii con frutos, una de las especies hospederas de *Cactoblastis cactorum* que está siendo objeto de control en Isla Mujeres (Fuente: www.rinconcitocanario.com)

entre las figuras políticas del más alto nivel a nivel gubernamental.

El programa de control y monitoreo por medio de trampas y observaciones visuales en los estados fronterizos del sur de los Estados Unidos, incorpora a expertos y al público en general como voluntarios para la vigilancia, con apoyo de universidades, organizaciones no gubernamentales, medios de comunicación, clubs de naturalistas, botánicos, entre otros (Mississippi Entomological Museum, la Universidad de Zurich, la Mississippi State University, el Arizona-Sonora Desert Museum, la University of Arizona, University of South Florida, el Desert Botanical Garden, la Colorado State University, el Cactus and Succulent Society, y organizaciones de ganaderos como la Independent Cattleman's Association y la Cattle Raisers Association). Es claro que el involucramiento del mayor número posible de personas, expertos, instituciones y organizaciones de la sociedad es muy exitoso, porque es un modelo de responsabilidad compartida que debiera hacerse en México.

En los Estados Unidos se está considerando una regulación continental que prohíba el movimiento de plantas vivas y partes de planta de *Opuntia* spp., *Nopalea* spp., *Cylindropuntia* spp. y *Consolea* spp. provenientes de los estados con *C. cactorum* como Florida, Carolina del Sur, Georgia y Alabama a partes libres de infestación en el mismo país, además de la prohibición de la importación a los Estados Unidos de plantas provenientes de países con *C. cactorum*: Antigua, Argentina, Isla Ascensión, Australia, Bahamas, Botswana, Brasil, Gran Caimán, Cuba, República Dominicana, Dominica, Guadalupe, Haití, Jamaica, Lesoto, Mauricio, Montserrat, Namibia, Nevis, Nueva Caledonia, Paraguay, Sudáfrica, Santa Helena, Santa Lucía, San Vicente, San Kitts, Suazilandia, Tanzania, Trinidad y Tobago, Uruguay y Zimbabwe, exceptuando a aquellos países que

tienen prácticas de control oficial y cuentan con datos de monitoreo *C. cactorum* de acuerdo con los estándares internacionales establecidos por la Convención Internacional para la Protección de las Plantas (IPPC por sus siglas en inglés) (Floyd 2007b).

La amenaza de *Cactoblastis cactorum* para México:

Cactoblastis cactorum plantea un problema de seguridad nacional para México ante el cual no se tiene una estrategia nacional de prevención que involucre al mayor número posible de instituciones y dependencias de gobierno en el ámbito federal y estatal, universidades, organizaciones no gubernamentales y asociaciones de productores. Es claro que una amenaza como la que plantea el *C. cactorum* supera el trabajo que puede hacer una sola secretaría de Estado. De introducirse *C. cactorum* a tierras continentales, el insecto causaría un grave daño a la seguridad alimentaria de México, dado el importante papel que el nopal tiene en la dieta de los sectores más empobrecidos de los mexicanos (cfr SAGARPA et al, 2004). Aunque ya se encuentra erradicado de las islas de la Península de Yucatán en donde fue encontrado, *C. cactorum* sigue siendo una amenaza latente para esta zona por la cercanía geográfica con las zonas infestadas de las islas del Caribe. En agosto de 2005 se realizó una misión sobre *C. cactorum* a las islas del Caribe financiada por el OIEA, encabezada por tres expertos. Como resultado de esta misión, se hicieron las siguientes recomendaciones: establecer mayor vigilancia en todos los aeropuertos que operen vuelos directos del Caribe; establecer medidas regulatorias más estrictas para la movilización de cactáceas; promover y apoyar el desarrollo de proyectos de investigación en las islas del Caribe; trabajar de manera coordinada buscando la cooperación de los Gobiernos y Organismos no Gubernamentales en toda la región están preocupados por esta plaga e interesados en un programa de cooperación; mantener puntos de contacto en cada una de las islas para proveer información y mantener el interés por la vigilancia, así como un programa de capacitación; incluir el tema de *C. cactorum* en todas las agendas de las reuniones de cooperación regional relacionadas con la agricultura y el comercio. A la fecha, ninguna de las recomendaciones anteriores ha sido atendida, no se ha enviado información a los países visitados y no ha habido seguimiento a los acuerdos establecidos con los países que conforman las Antillas Mayores y Menores. Por ejemplo, la estrategia operativa de 2009 SAGARPA no contempla un programa bilateral de monitoreo, control y erradicación de *C. cactorum* en las islas caribeñas, por lo que seguimos con una visión limitada geográficamente a un problema nacional.

Desde nuestro punto de vista, sigue siendo crucial establecer el contacto y la colaboración con los gobiernos de Belice y Guatemala en un programa de monitoreo, en los puertos con mucho tráfico procedentes de Miami y Jamaica y establecer medidas relacionadas con la dispersión del insecto por el tráfico comercial, el control de contenedores, el turismo y los migrantes. De no establecerse un programa de cooperación regional internacional en el que se involucren las autoridades caribeñas, el daño a la vida silvestre, al hábitat de muchas especies y el recurso forrajero que significa el nopal, en épocas de sequía, será grave e irreversible y solo una cuestión de tiempo. Aunado a esfuerzos



Melitara nephelepasa, otra polilla que se alimenta de opuntias en México (Fuente: www.gatescss.org/Pests/Opuntia)

del sureste Mexicano, se deben continuar las evaluaciones sobre la amenaza desde Texas, Nuevo México y Arizona que ya se encuentran bajo vigilancia aunque hay poca información sobre el problema en el Norte de México.

Estrategias de control de *Cactoblastis cactorum* e impactos esperados

Los insecticidas que se han considerado más eficientes en el control de *C. cactorum* son la cypermtrina y la deltametrina; pero todavía no se han identificado insecticidas sistémicos eficientes para controlar a las larvas endófagas. Hasta hora, el control está enfocado en los huevos y en los primeros instares de las larvas exófagas (antes de entrar al cladodio). Aunque el costo ecológico y económico del uso de plaguicidas es muy alto, resulta imposible este control químico en grandes extensiones de nopaleras silvestres como las que tenemos en México. No hay razones para suponer que el impacto de *C. cactorum* en México será menor que en Australia por la competencia de otras especies Pyralidae cactófagas. *C. cactorum* desplazó en Australia a otras especies introducidas provenientes de México y de Estados Unidos como *Melitara* y *Olicella*; establecidas antes de la introducción de la palomilla. La competencia de *C. cactorum* es superior a cualquier otro cactófago y el éxito de *C. cactorum* se debe a su baja especificidad, ya que es un insecto oligófago, de alta fecundidad (Mann 1969; Zimmermann et al. 2000). En Florida, *Melitara* y *Olycella* y los enemigos naturales tuvieron bajo impacto en *Opuntia* comparados con *Cactoblastis*. Esto podría ser una indicación de que el impacto de *Cactoblastis* será superior a estas especies también en México. La diversidad de *Pyralidae* que se alimentan de *Opuntia* en México (*Laniifera cyclades*, *Melitara nephelepasa*, *Metapleura potosi*, *Ozamia spp*) y otros, y sus parasitoides, depredadores y entomopatógenos (Mena 2007), es más alta que en Florida y por eso es posible que el impacto sobre las nopaleras sea mucho mayor que en Australia. Aunque la palomilla no se ha erradicado en ninguno de los sitios donde ha sido detectada en los Estados Unidos, los norteamericanos están haciendo un buen trabajo con una constante vigilancia. La posibilidad de dispersión desde Estados Unidos hacia

el norte de México se mantendrá baja si continúa una buena vigilancia en Misisipi y Alabama. Para poder enfrentar el problema a nivel nacional, es necesario contar con información por parte de las autoridades de Sanidad Vegetal del monitoreo que se realiza en los 23 estados en donde opera la campaña preventiva. Aunque se ha insistido en que la campaña debiera generalizarse a todo el país pero con varios niveles de intensidad esto no ha sido posible. Una estrategia nacional podría desembocar en un sistema de detección temprana y respuesta rápida a la invasión de *C. cactorum*. Para esto es necesario incluir a todos los actores (ganaderos, sociedad civil, cazadores, organizaciones conservacionistas, sociedades científicas, aficionados a las cactáceas, horticultores entre otros). Es claro que las pláticas al público y la campaña de concienciación que se anuncia en Internet no está teniendo la penetración ni el alcance que se requiere, ya que el público y la ciudadanía en general siguen ajenos al problema y no están siendo debidamente involucrados. En México no hemos enfrentado antes una amenaza de las dimensiones de *C. cactorum*, en consecuencia, se requiere del más alto nivel de desempeño y coordinación con todos los actores.

Referencias

- APHIS-USDA. 2007. *International Cactoblastis cactorum Conference web site*. United States Department of Agriculture (APHIS), United States Department of Agriculture (USDA). Estados Unidos. Disponible en internet: http://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/cactoblastis/conference-pres.shtml
- Bloem K, Bloem S. 2007. "Cactoblastis cactorum en Norte América. Panorama general", USDA-APHIS-PPQ, Center for Plant Health Science and Technology, Raleigh, North Carolina, en en APHIS-USDA. 2007. *International Cactoblastis cactorum Conference web site*. United States Department of Agriculture (APHIS), United States Department of Agriculture (USDA). Estados Unidos. Disponible en internet: http://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/cactoblastis/downloads/conference/tues/bloem.pdf
- Bloem S, Bloem K, Hight S, Carpenter J. 2007. "Understanding the factors that influence the geographical expansion of *Cactoblastis cactorum* in non-native habitats", en APHIS-USDA. 2007. *International Cactoblastis cactorum Conference web site*. United States Department of Agriculture (APHIS), United States Department of Agriculture (USDA). Estados Unidos.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Región Península de Yucatán. DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. Disponible en internet <http://pyucatan.conanp.gob.mx/pncn.htm>
- Dodd AP. 1940. The biological campaign against prickly pear. *Commonwealth Prickly Pear Board Bulletin*, Brisbane, Australia: 1-177.
- Floyd J. 2007a. "Federal and State *C. cactorum* Survey Activities in the United States", USDA, APHIS, PPQ, Riverdale, MD, Emergency and Domestic Programs, en APHIS-USDA. 2007. *International Cactoblastis cactorum Conference web site*. United States Department of Agriculture (APHIS), United States Department of Agriculture (USDA). Estados Unidos. Disponible en internet: http://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/cactoblastis/downloads/conference/wed/floyd.pdf
- Floyd J. 2007b. "U.S. regulations for *Cactoblastis cactorum* and its hosts", USDA, APHIS, PPQ, Riverdale, MD, Emergency and Domestic Programs, en APHIS-USDA. 2007. *International Cactoblastis cactorum Conference web site*. United States Department of Agriculture (APHIS), United States Department of Agriculture (USDA). Estados Unidos. Disponible en internet: http://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/cactoblastis/downloads/conference/thurs/floyd_regulations.pdf
- Johnson DM, Stiling PD. 1996. Host specificity of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae), an exotic *Opuntia*-feeding moth, in Florida. *Environ. Entomol.* 25: 743-748.
- Madsen J. 2007. *Cactus Moth Detection & Monitoring Network*. Geosystems Research Institute at Mississippi State, Mississippi State University. Consultado en internet el 12 de febrero de 2009: <http://www.gri.msstate.edu/research/cmdmn/>
- Mann J. 1969. cactus feeding insects and mites. *Smithsonian Institution Bulletin* 256: 1-158.
- Mofokoane LD, Zimmermann HG, Hill MP. 2007. Development of *Cactoblastis cactorum* (Berg) (Lepidoptera: Pyralidae) on six North American *Opuntia* species. *African Entomol.* 15: 295-299.
- Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO por sus siglas en inglés). Eradication of cactus moth (*Cactoblastis cactorum* Berg) outbreak in Isla Mujeres, Quintana Roo, Mexico. Sep-15/08. Disponible en Internet <http://www.pestalert.org/espanol/bykeyword.cfm>
- Pemberton RW. 1995. *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) in the United States. An immigrant biological control agent or an introduction of the nursery trade? *Am. Entomol.* 41: 230-232.
- Restrepo I. 2000. "Proteger, a tiempo, el nopal" en *La Jornada*, lunes 31 de enero de 2000. Consultado en internet el 18 de febrero de 2009: <http://www.jornada.unam.mx/2000/01/31/restrepo.html>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Disponible en internet: <http://148.243.71.63/default.asp?id=954>
- SAGARPA, Tecnológico de Monterrey, INCA Rural. 2004. *Plan rector. Sistema Producto Nacional. Nopal. Segunda Fase: Base Conceptual de Referencia. Base de Referencia Estructura Estratégica*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Tecnológico de Monterrey, INCA Rural, México. Disponible en internet: <http://www.amsda.com.mx/PRNacionales/Nacionales/PRNopal2.pdf>
- Savary MA, Bloem KA, Bloem S, Carpenter JE, Hight S, Dorn S. 2008. Diel flight pattern and flight performance of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) measured on a flight mill: the influence of age, gender, mating status, and body size. *J. Econ. Entomol.* 101: 314-323.
- Savary MA, Hight SD, Carpenter JE, Bloem S, Bloem KA, Dorn S. 2008. Identification of factors influencing flight performance of field collected and laboratory reared, overwintered, and non-overwintered cactus moth fed with field collected host plants. *Environ. Entomol.* 37: 1291-1299.
- Simonsen TJ, Brown RL, Sperling FAH. 2008. Tracing an invasion: Phylogeography of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) in the United States based on mitochondrial DNA. *Conserv. Biol. Biodiv.* 101: 899-905.
- Stiling P, Moon DC. 2001. Protecting Rare Florida Cacti From Attack By The Exotic Cactus Moth, *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). Florida Entomologist Society. "Cactoblastis cactorum in North America: Proceedings of a Workshop for Assessment and Planning. Tampa, FL". 84: 465-751.
- The Florida Entomologist Society. 2001. "Cactoblastis cactorum in North America: Proceedings of a Workshop for Assessment and Planning. September 20-21, 2000, Tampa, FL", en *Florida Entomologist (An International Journal for the Americas)*. Vol. 84, No. 4, páginas 465-751 December 2001. Estados Unidos. Disponible en internet: <http://www.fcla.edu/FlaEnt/fe844.htm>
- Walton C. 2005. *Reclaiming lost provinces. A century of weed biological control in Queensland*. Brisbane, Department of Natural Resources and Mines. Australia.
- Zimmermann HG, Moran VC, Hoffmann JH. 2000. The renowned cactus moth, *Cactoblastis cactorum*: its natural history and threat to native *Opuntia* flora in Mexico and the United States of America. *Diversity Distrib.* 6: 259-269.
- Zimmermann HG, Pérez SM. 2006. The Consequences of Introducing The Cactus Moth *Cactoblastis cactorum* to the Caribbean and Beyond.
- Zimmermann H. 2008. IAEA Technical co-operation expert mission report. C3-MEX 5/029 03 01. To assess the existing monitoring program of the Cactus moth (*Cactoblastis cactorum*) in the Yucatan Peninsula and to assist in the design of a revised early detection and monitoring program for Mexico. 22 October-3 November 2008. Helmut Zimmermann & Associates (Central). South Africa.



Cactus Flower (Artista: Denis Gloudeман)

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Germinación de semillas de *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subsp. *gounellei* (Cactaceae) bajo la influencia del déficit hídrico

Gabriela de Oliveira Silva¹, Paula Regina Fortunato do Nascimento¹ & Marcos Vinicius Meiado²

¹ Faculdade Frassinetti do Recife, Av. Conde da Boa Vista 921, Boa Vista, Recife, PE, Brasil.

² Universidade Federal de Pernambuco, Av. Professor Nelson Chaves, s/n, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

Correo electrónico: marcos_meiado@yahoo.com.br

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del déficit hídrico en la germinación de semillas de *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subsp. *gounellei* (Cactaceae), especie popularmente conocida como xique-xique que presenta amplia distribución en la Caatinga. Se colectaron frutos en áreas de Caatinga del Estado de Pernambuco, noreste de Brasil. Se simuló el déficit hídrico con la utilización de la solución comercial de polietileno glicol 6000 y se evaluaron cuatro potenciales hídricos: 0,0; -0,5; -1,0 y -2,0 MPa. En cada tratamiento, se utilizaron 1500 semillas distribuidas en 30 cajas Petri que permanecieron en cámara de germinación a 25°C con fotoperíodo de 12 h. La germinación se consideró al aparecer la radícula. Se registró la germinación diariamente por un período de 30 días y se calculó la germinabilidad, el tiempo medio de germinación y la velocidad media de germinación, además del índice de sincronización. Todos los parámetros de germinación fueron afectados por la disminución del potencial hídrico. Bajo condiciones ideales de germinación (0,0 MPa), las semillas de xique-xique presentaron germinabilidad promedio de un 72,5 ± 1,4%. Con la disminución del potencial hídrico, se observó una disminución de la germinabilidad, no observándose la germinación de semillas en el tratamiento -2,0 MPa. El tiempo medio de germinación de las semillas bajo la influencia del potencial hídrico -1,0 MPa fue el doble de lo observado en el testigo (0,0 MPa). Con el aumento de la concentración, también se observó una reducción en la velocidad media de germinación. Además, con la reducción del potencial hídrico se observó una germinación más sincronizada al compararla con el testigo. Así, se concluye que la especie estudiada presenta cierta tolerancia a la baja disponibilidad de agua en el suelo durante la germinación, lo que puede favorecer su amplia distribución en la Caatinga.

Palabras-clave: Caatinga, cactácea, estrés hídrico, germinación, xique-xique.

Introducción

La germinación es una de las fases más críticas del ciclo de vida de las plantas (Baskin & Baskin 1998) y la habilidad de germinar bajo la influencia de factores abióticos es una característica crucial para la supervivencia y perpetuación de las especies (Ceccon *et al.* 2006). La luz y la temperatura son ejemplos de factores abióticos que más influyen sobre la germinación de semillas. Sin embargo, la disponibilidad de agua en el suelo también ejerce gran influencia en las semillas porque puede restringir los eventos germinativos y limitar la distribución de las poblaciones en sus ambientes naturales (Baskin & Baskin 1998).

En los eventos de germinación, la absorción de agua desencadena una serie de procesos físicos, fisiológicos y



Figura 1. Población de *Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & G. D. Rowley subsp. *gounellei* (Cactaceae) en un área de Caatinga de la ciudad de Parnamirim, Estado de Pernambuco, región Noreste de Brasil (Foto: Marcos Vinicius Meiado).

bioquímicos en el interior de la semilla, los cuales resultan en la emergencia de la plántula (Popinigis 1985). De acuerdo con Bansal *et al.* (1980), la reducción del potencial hídrico afecta la absorción de agua y puede impedir la secuencia de estos eventos. Así, la baja disponibilidad de agua en el suelo puede afectar los procesos germinativos, provocando el retraso de la germinación y/o la disminución de la germinabilidad (Hardegree & Emmerich 1990). Según Bewley & Black (1994), el déficit hídrico disminuye el porcentaje y la velocidad de germinación, pero existe una gran variación de respuestas entre las especies, desde aquellas que son muy sensibles hasta las especies más resistentes.

En ecosistemas áridos o semiáridos como la Caatinga, las plantas establecidas presentan varias características relacionadas con la resistencia a los periodos de seca como, por ejemplo, la reducción de la transpiración y del potencial hídrico foliar, además de la resistencia a la apertura de las estomas en el período más caliente del día (Mansur & Barbosa 2000). Además, como las lluvias son impredecibles en estos ecosistemas, los eventos de germinación pueden ser raros y restringidos a un corto período del año (Guterman 1993).

Este estudio fue realizado con semillas de xique-xique [*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G. D. Rowley subsp. *gounellei* (Cactaceae)], una especie típica de la Caatinga, el ecosistema semiárido brasileño más desvalorizado y mal conocido botánicamente (Giulietti *et al.* 2004). Según Giulietti *et al.* (2004), esta desvalorización puede ser explicada por la creencia de que este ecosistema es el resultado de la modificación de otras formaciones vegetales, estando asociada a la ausencia de especies endémicas y a una baja diversidad de plantas, además de ser un ecosistema muy modificado por la antropización. Como esta especie presenta una amplia distribución en la Caatinga, es un modelo interesante para evaluar la influencia de la disponibilidad de agua durante la fase inicial del ciclo de vida de una planta que ocurre en un ecosistema semiárido, además de contribuir al entendimiento del comportamiento germinativo de una es-



Figura 2. Localización del área de colecta de los frutos de *Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & G. D. Rowley subsp. *gounellei* (Cactaceae). Municipio de Parnamirim, Estado de Pernambuco, región Noreste de Brasil.

pecie bajo la influencia de la disponibilidad de agua en el suelo. Así, el objetivo principal de este estudio fue evaluar la influencia del déficit hídrico en la germinación de semillas de *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subsp. *gounellei* (Cactaceae).

Materiales y métodos

Especie estudiada y área de colecta de los frutos

Pilosocereus Byles & Rowley es uno de los géneros más plesiomórficos de la tribu Cereeae (Cactaceae) (Zappi 1994). Las características sinapomórficas que definen este género están relacionadas con los frutos, los cuales son globosos, presentan una apertura irregular y pulpa funicular blanca o de color variado (Zappi 1994). En Brasil, el género es representado por 34 especies agrupadas en dos subgéneros, *Gounellea* y *Pilosocereus* (Zappi 1994). Una de las especies más representativas de este género es *Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & G. D. Rowley, popularmente conocida como xique-xique. De acuerdo con Zappi (1994), dos subespecies de xique-xique son reconocidas: *Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & G. D. Rowley subsp. *gounellei* (xique-xique) y *Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & G. D. Rowley subsp. *zehlneri* (Britton & Rose) Zappi (xique-xique de las piedras). Este estudio fue desarrollado con semillas de la subespecie *gounellei* (Fig. 1).

Pilosocereus gounellei subsp. *gounellei*, cactácea típica del semiárido brasileño habita en el noreste de Brasil,

desde el Estado de Maranhão hasta el Estado de Bahia, con amplia distribución en la Caatinga. Se encuentra en suelos arenosos, pedregosos y en afloramientos rocosos, hasta altitudes de 800 msnm. Es un arbusto con 0,5 – 4 m de altura, tronco erecto, armado de espinas fuertes y de color verde opaco (Zappi 1994). Posee flores tubulares, grandes y blancas, con antesis nocturna (Rocha 2007). Los frutos son bayas dehiscentes, redondeadas y achatadas en los polos, rojos, con pulpa funicular purpúrea y con pequeñas y numerosas semillas negras (Zappi 1994). Su floración es continua, pero los picos de fructificación ocurren al final de la estación lluviosa (Lima 2007).

Se colectaron frutos de xique-xique en áreas de Caatinga de la ciudad de Parnamirim, localizada en el Estado de Pernambuco (8°5'S 39°34'W y 392 msnm) (Fig. 2). Los meses lluviosos en la región van desde enero hasta abril y el clima del área de colecta es considerado Tropical Semiárido (BSh), con temperatura y precipitación medias de 26°C y 431,8 mm, respectivamente. La vegetación está representada por una Caatinga hiperxerofítica y floresta caducifolia que presentan una fisonomía predominantemente arbustiva-arbórea, con la presencia más representativa de las herbáceas en la estación lluviosa (CPRM - Serviço Geológico do Brasil 2005). En el área de estudio, la familia Cactaceae está representada por la presencia de ocho especies (Meiado *et al.* 2008). Sin embargo, la especie estudiada es la cactácea que presenta la mayor frecuencia de ocurrencia en el área, siendo encontrada en diferentes tipos de sustratos (Menezes 2008).



Tabla 1. Tiempo medio de germinación (días), velocidad media de germinación (días⁻¹) e índice de sincronización de la germinación de semillas de *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subsp. *gounellei* (Cactaceae) bajo la influencia del déficit hídrico simulado con solución comercial de polietileno glicol 6000. Datos presentados en media ± error estándar. Las letras indican diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo con las pruebas de Tukey HSD ($\alpha = 0,05$).

Potencial hídrico (MPa)	Tiempo medio de germinación (días)	Velocidad media de germinación (días ⁻¹)	Índice de sincronización
0,0 (testigo)	7,51 ± 0,26 b	0,1377 ± 0,0047 a	3,28 ± 0,05 a
-0,5	8,00 ± 0,13 b	0,1259 ± 0,0019 a	2,74 ± 0,06 b
-1,0	14,04 ± 0,53 a	0,0733 ± 0,0025 b	2,69 ± 0,05 b
-2,0	-	-	-

Disponibilidad hídrica y germinación de semillas de xique-xique

Para evaluar la influencia de la disponibilidad hídrica en la germinación de semillas de xique-xique se colectaron frutos de 50 plantas al final de la estación lluviosa de 2009. Los frutos se llevaron al Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Federal de Pernambuco, donde se removieron las semillas, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 10% por 10 minutos y se enjuagaron 10 veces con agua destilada estéril. Para realizar las pruebas de germinación se simuló el déficit hídrico con la utilización de la solución comercial de polietileno glicol 6000 (PEG 6000), de acuerdo con Villela *et al.* (1991) y se evaluó la germinación bajo la influencia de cuatro potenciales hídricos: 0,0 (testigo hecho con agua deionizada); -0,5; -1,0 y -2,0 MPa. En cada tratamiento, se utilizaron 1500 semillas distribuidas en 30 cajas Petri con dos hojas de papel filtro humedecido con 7 mL de la solución de PEG 6000, las cuales permanecieron en cámaras de germinación bajo condiciones ideales de germinación de la especie estudiada (25°C y fotoperíodo de 12 h), de acuerdo con Lemos *et al.* (2009). Las observaciones se realizaron diariamente por 30 días, retirando las semillas germinadas. A las cajas Petri no se añadió solución de PEG durante las observaciones. Se consideró una semilla germinada cuando se observó la aparición de la radícula con longitud de 0,5 mm.

Análisis de los datos

Como variables de respuesta de la germinación se determinaron: (1) germinabilidad (%), (2) tiempo medio de germinación (horas), (3) velocidad media de germinación (horas⁻¹) y (4) índice de sincronización (Ranal & Santana 2006). Se transformaron los datos de germinabilidad a $\arcseno\sqrt{\%}$ y se comparó cada uno de los parámetros calculados en las pruebas de germinación a través de un análisis de varianza con pruebas de Tukey *a posteriori*. Se verificó la normalidad de los datos y la homogeneidad entre las varianzas a través de las pruebas Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Los análisis estadísticos de los datos se realizaron con el programa STATISTICA 7.0 con una probabilidad de error $p \leq 0,05$ (Zar 1999).

Resultados

Las semillas de *P. gounellei* subsp. *gounellei* empezaron a germinar en el segundo día de observación. Todos los

parámetros de germinación calculados fueron afectados por la disminución del potencial hídrico (germinabilidad: $F_{(3, 116)} = 575,21$; $p < 0,0001$; tiempo medio de germinación: $F_{(2, 80)} = 120,86$; $p < 0,0001$; velocidad media de germinación: $F_{(2, 80)} = 64,99$; $p < 0,0001$; índice de sincronización: $F_{(2, 69)} = 31,63$; $p < 0,0001$). A 0,0 MPa (testigo) las semillas de xique-xique presentaron un porcentaje promedio de germinación de un $72,5 \pm 1,4\%$ (media ± error estándar) (Tabla 1).

Con la disminución del potencial hídrico, se observó una disminución de la germinabilidad de las semillas (-0,5 MPa: $56,5 \pm 1,8\%$, -1,0 MPa: $8,6 \pm 1,5\%$), no obteniendo germinación en el tratamiento -2,0 MPa (Fig. 3). Cuando se evaluó la germinación de las semillas bajo la influencia del tratamiento -1,0 MPa, se observó una reducción de aproximadamente un 90% de la germinabilidad, siendo este resultado significativamente diferente del testigo ($p = 0,0001$) y del potencial hídrico -0,5 MPa ($p = 0,0001$).

Se observó que el tiempo medio de germinación de las semillas que germinaron en el tratamiento -1,0 MPa fue el doble de lo observado en el testigo (Tabla 1), siendo significativamente diferente de los tratamientos -0,5 MPa ($p = 0,0002$) y 0,0 MPa ($p = 0,0002$). Con el aumento de la concentración también se observó una reducción en la velocidad media de germinación. Sin embargo, sólo las semillas que germinaron en el potencial hídrico -1,0 MPa presentaron una reducción significativa cuando comparadas con los potenciales -0,5 MPa y 0,0 MPa ($p = 0,0001$ y $p = 0,0001$, respectivamente; Tabla 1). Además, con la reducción del potencial hídrico (-0,5 MPa), se observó una germinación más sincronizada al compararlas con las semillas del testigo ($p = 0,0001$; Tabla 1).

Discusión

En este trabajo se observó que las semillas de la especie estudiada pueden germinar bajo la influencia de potenciales hídricos muy negativos (-1,0 MPa). Según Gutterman (1993), la habilidad del embrión de sintetizar nuevas proteínas durante la germinación disminuye con la disminución de la disponibilidad de agua en el suelo. Además, los tejidos del embrión no crecen y la síntesis de ácidos nucleicos cambia significativamente bajo la baja disponibilidad hídrica. Sin embargo, las especies pueden responder de forma diferenciada al déficit hídrico, ocasionando la disminución o la inhibición total de la emergencia de



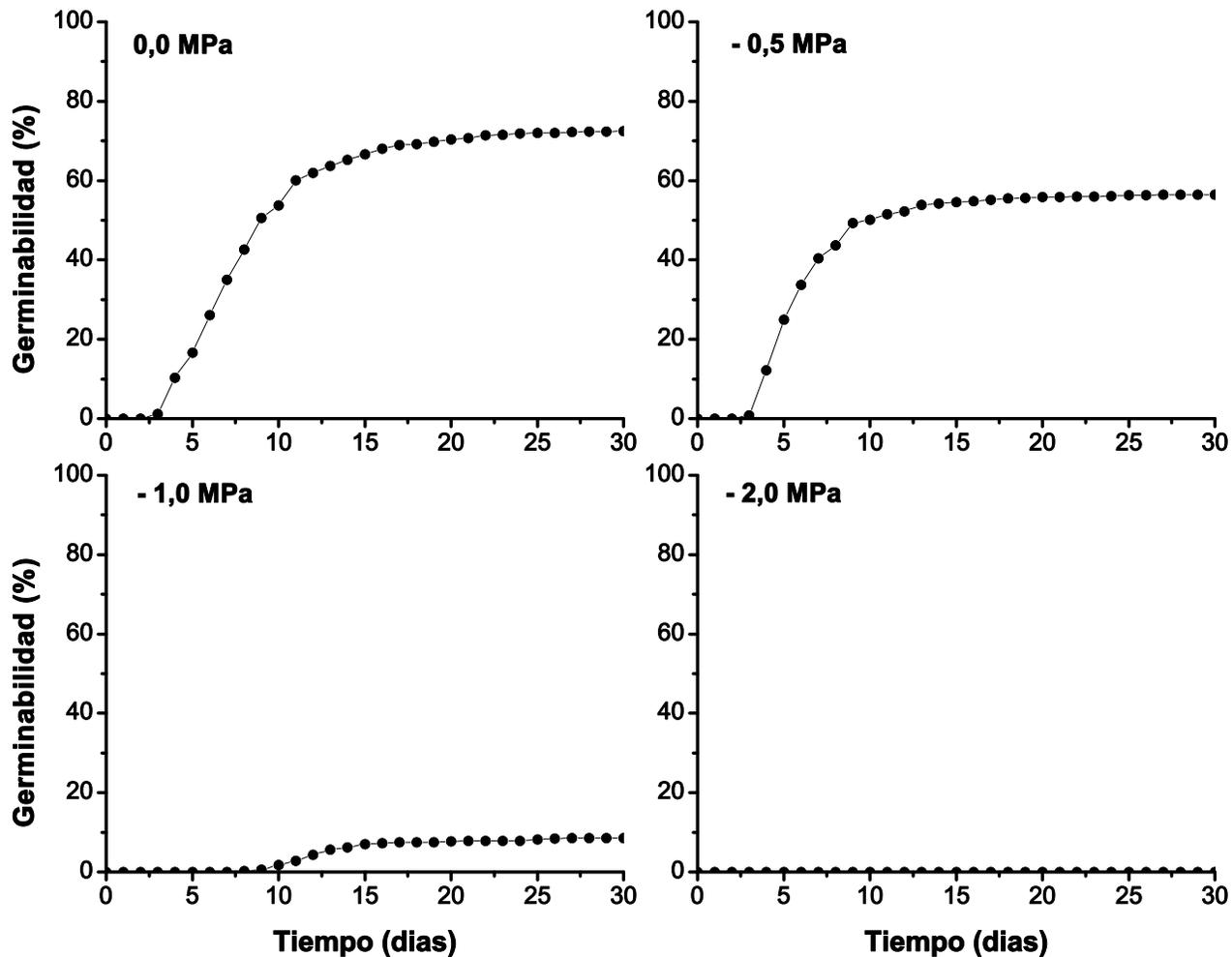


Figura 3. Germinabilidad (%) de semillas de *Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & G. D. Rowley subsp. *gounellei* (Cactaceae) bajo la influencia del déficit hídrico simulado con solución comercial de polietileno glicol 6000.

las plántulas con disminución drástica de agua en el suelo (Gutterman 1993, Kigel 1995).

Perez *et al.* (2001), evaluando semillas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Leguminosae), concluyeron que esta especie no germina bajo la influencia de la solución comercial de PEG 6000 de potencial $-2,0$ MPa. Este resultado es similar a lo que se observó en este estudio con semillas de xique-xique, donde tampoco se evidenció la germinación en este potencial hídrico. A su vez, Fonseca & Perez (2003), evaluando la influencia del déficit hídrico en la germinación de semillas de *Adenanthera pavonina* L. (Leguminosae), observaron un aumento del tiempo medio de germinación con la disminución del potencial hídrico ($-0,5$ MPa). Además, se encuentra un patrón similar en otras especies de la familia Leguminosae, como *Bowditchia virgilioides* Kunth (Silva *et al.* 2001), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Perez *et al.* 2001), *Senna occidentalis* Link (Delachieve & Pinho 2003) y Bombacaceae como, por ejemplo, *Chorisia speciosa* St. Hil. (Fanti & Perez 2003). Sin embargo, en el presente estudio, no se observaron diferencias significativas entre el tiempo medio de germinación de las semillas de xique-xique que germinaron en los tratamientos $0,0$ y $-0,5$ MPa, característica que se puede relacionar con una mayor tolerancia al déficit hídrico durante la germinación.

Otras cactáceas de la Caatinga como, por ejemplo, el mandacaru (*Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*) presentan menor tolerancia al déficit hídrico al compararlas con la especie de estudio (Meiado *et al.*, en prensa). De acuerdo con este trabajo, las semillas de mandacaru germinan hasta en potenciales hídricos de $-0,8$ MPa, siendo también observado un aumento en el tiempo medio de germinación con la disminución de la disponibilidad hídrica. Por otro lado, la germinabilidad de algunas especies de cactáceas como *Neobuxbaumia tetetzo* var. *tetetzo* (Coul.) Backeb. y *Pachycereus hollianus* (Weber) Buxbaum aumenta con la reducción de la disponibilidad hídrica del suelo (Flores & Briones 2001), de acuerdo al cual, la relación entre los patrones de germinación y la disponibilidad de agua demuestra importantes adaptaciones de especies que germinan en ecosistemas áridos y semiáridos.

Finalmente, semillas como las de la especie estudiada, que poseen capacidad para germinar con baja disponibilidad hídrica pueden presentar ventajas en estos ecosistemas al compararlas con especies que producen semillas menos tolerantes a una baja disponibilidad hídrica. Así, se concluye que la especie estudiada presenta una tolerancia a la baja disponibilidad de agua en el suelo durante la germinación, lo que puede favorecer su amplia distribu-

ción en la Caatinga. Además, este estudio refuerza la importancia de comprender el patrón de germinación de especies que presentan amplia distribución en ecosistemas semiáridos como la Caatinga y contribuye con informaciones acerca del comportamiento germinativo de una especie de la familia Cactaceae que se encuentra bien representada en este ecosistema.

Referencias

- Bansal RP, Bhati PR, Sen DN. 1980. Differential specificity in water imbibition of Indian arid zone seeds. *Biol. Plant.* 22: 327-331.
- Baskin JM, Baskin CC. 1998. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego, Academic Press.
- Bewley JD, Black M. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. New York, Plenum Press.
- Ceccon E, Huante P, Rincón E. 2006. Abiotic factors influencing tropical dry forest regeneration. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 49: 305-312.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2005. *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterránea. Diagnóstico do município de Parnamirim, Estado de Pernambuco*. Recife, CPRM / PRODEEM.
- Delachave MEA, Pinho SZ. 2003. Germination of *Senna occidentalis* Link: seed at different osmotic potential levels. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 46: 163-166.
- Fanti SC, Perez SCJGA. 2003. Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*). *Pesq. Agropec. Bras.* 38: 537-543.
- Flores J, Briones O. 2001. Plant life-form and germination in a Mexican inter-tropical desert: effects of soil water potential and temperature. *J. Arid Environ.* 47: 485-497.
- Fonseca SCL, Perez SCJGA. 2003. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenanthera pavoniva* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. *Rev. Bras. Sementes* 25: 1-6.
- Giulietti AM, Bocage Neta AL, Castro AAJF, Gamarra-Rojas CFL, Sampaio EVSB, Virgínio JF, Queiroz LP, Figueiredo MA, Rodal MJN, Barbosa MRV, Harley RM. 2004. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. Pp. 47-90. En: Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT, Lins LV (Orgs.). *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Gutterman Y. 1993. *Seed germination in desert plants*. New York, Springer-Verlag.
- Hardegree SP, Emmerich WE. 1990. Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution saturated filter paper. *Plant Physiol.* 92: 462-466.
- Kigel J. 1995. Seed germination in arid and semiarid regions. Pp. 645-699. En: Kigel J, Galili G (Eds.). *Seed development and germination*. New York, Marcel Dekker, Inc.
- Lemos AO, Rito KF, Albuquerque LSC, Meiado MV. 2009. Efeito da luz e da temperatura na germinação de espécies de *Pilosocereus* Byles & G. D. Rowley (Cactaceae). En: *Anais do XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal*. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal.
- Lima ALA. 2007. *Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em uma área do semi-árido do Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Mansur RJCN, Barbosa DCA. 2000. Comportamento fisiológico em plantas jovens de quatro espécies lenhosas da Caatinga submetidas a dois ciclos de estresse hídrico. *Phyton* 68: 97-106.
- Meiado MV, Rocha EA, Rojas-Aréchiga M, Leal IR. 2008. Comunidad de cactus en la Caatinga: ¿qué influencia la dinámica de semillas en el ambiente semiárido? *Bol. Soc. Latin. Carib. Cact. Suc.* 5: 4-6.
- Meiado MV, Albuquerque LSC, Rocha EA, Rojas-Aréchiga M, Leal IR. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. *Plant Species Biol.* (in press).
- Menezes MOT. 2008. Fatores limitantes, riqueza e equitabilidade de Cactaceae em uma área de Caatinga de Parnamirim – PE. Pp. 249-270. En: Leal IR, Almeida-Cortez J, Santos JC (Eds.). *Ecologia da Caatinga: Curso de Campo 2008*. Recife, Editora Universitária da UFPE.
- Perez SCJGA, Fanti SC, Casali CA. 2001. Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. *Bragantia* 60: 155-166.
- Popinigis F. 1985. *Fisiologia da Semente*. Brasília, Agiplan.
- Ranal MA, Santana DG. 2006. How and why to measure the germination process? *Rev. Bras. Bot.* 29: 1-11.

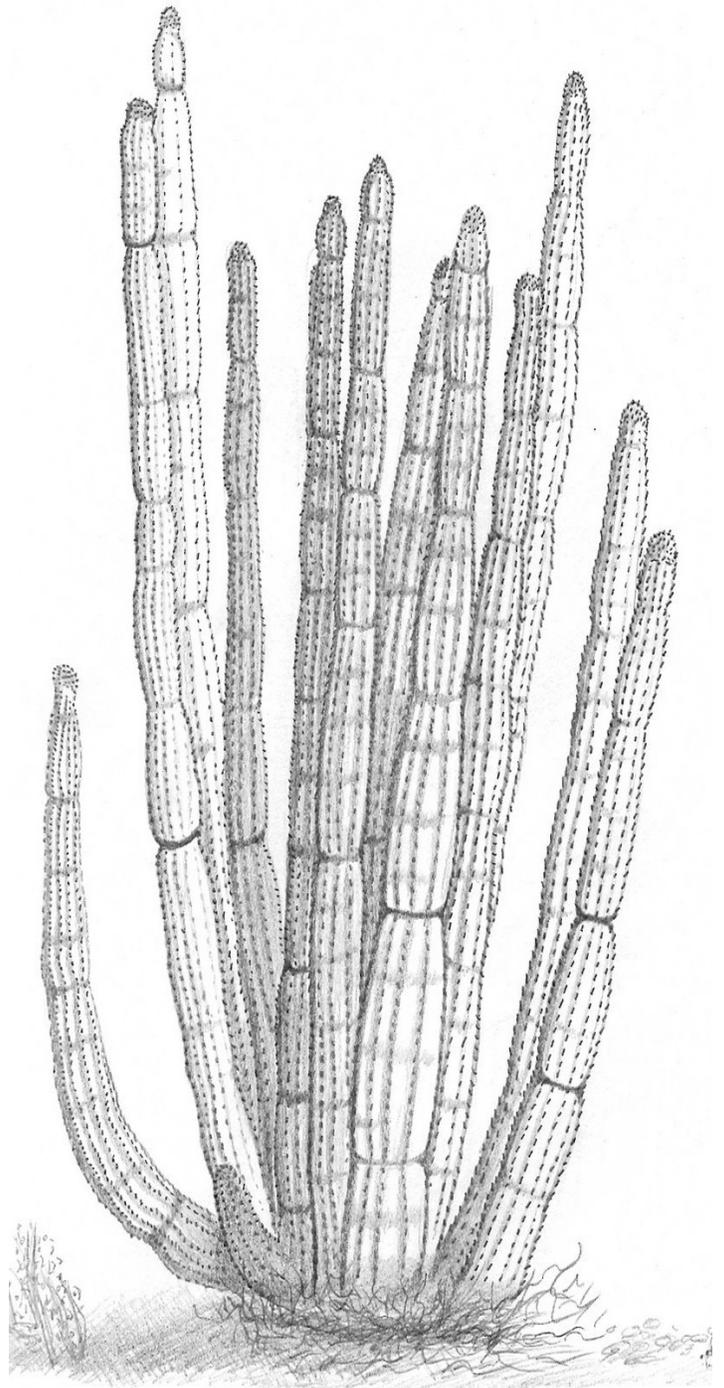
Rocha EA. 2007. *Fenologia, biologia da polinização e da reprodução de *Pilosocereus Byles & Rowley* (Cactaceae) no Nordeste do Brasil*. Tese de Doutorado. Recife, Universidade Federal de Pernambuco.

Silva LMM, Aguiar IB, Rodrigues TJD. 2001. Seed germination of *Bowdichia virgilioides* Kunth under water stress. *Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.* 5: 115-118.

Villela FA, Doni Filho L, Sequeira EL. 1991. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. *Pesq. Agropec. Bras.* 26: 1957-1968.

Zappi DC. 1994. *Pilosocereus (Cactaceae). The genus in Brazil*. Kew, Royal Botanic Gardens.

Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. New Jersey, Prentice Hall Inc.



Organ Pipe Cactus - Lápis (Artista: Rob. Fuente: <http://picasaweb.google.com/lh/photo>)

Evento especial



X Congreso Latinoamericano de Botánica (4 - 10 octubre), La Serena, Chile

Simposios de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas

En el marco de la realización del X Congreso Latinoamericano de Botánica en La Serena, Chile, la SLCCS tiene programado ofrecer dos simposios dedicados a las cactáceas. A continuación se describe cada uno de ellos en detalle.

Simposio: “Estudios en sistemática de cactáceas: de la morfología a las moléculas”

Coordinador: Salvador Arias (sarias@ibunam2.ibiologia.unam.mx) - Instituto de Biología, Jardín Botánico, UNAM, México

En la actualidad los avances alcanzados en la sistemática de cactáceas permiten entender que no existe un consenso en la clasificación supragénica. Adicionalmente, los estudios que se realizan a nivel infragenérico para conocer y delimitar especies son escasos. Así por ejemplo, en una de las más recientes obras compiladas sobre la diversidad de taxa en la familia Cactaceae Juss., se vislumbran datos que señalan la existencia de 4 subfamilias, 124 géneros y cerca de 1600 especies. Por otro lado, el descubrimiento de nuevos taxa, los estudios más cuidadosos sobre morfología, anatomía, sistemas reproductivos y biogeográficos principalmente, han permitido explorar propuestas más congruentes y sólidas sobre las relaciones filogenéticas dentro de esta familia.

Considerando el marco de referencia señalado, la propuesta del presente simposio es dar a conocer los avances alcanzados en sistemática por cinco jóvenes botánicos, como parte de sus estudios de posgrado. Los grupos de estudio representan también cinco géneros nativos de América Latina, como son *Echinocereus*, *Ferocactus*, *Haageocereus*, *Melocactus* y *Trichocereus*. Sirva también el presente simposio para vislumbrar la actual problemática regional sobre la formación de recursos humanos y

las diferentes perspectivas de estudio. Sin duda alguna, nuestro reto es un mejor conocimiento y aprovechamiento de este grupo de plantas, lo cual sólo puede ser posible mediante investigaciones conjuntas y de enfoques diversos.

Conferencias programadas:

1. Taxonomía y conservación del género *Haageocereus* Backeb. en Perú. Autores: *Calderón N, Zappi D, Taylor N, Ceroni A - * Jardín Botánico “Octavio Velarde Núñez”, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
2. Sistemática molecular del género *Ferocactus* (Cactaceae) basado en secuencias de cloroplasto psbA-trnH, rpl16 y trnL-trnF. Autores: *Vázquez-Sánchez M, Terrazas T, Arias S - * Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México.
3. Avances en el estudio filogenético de *Echinocereus* (Cactaceae, Cactoideae). Autores: *Sánchez D, Arias S - * Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México.
4. Taxonomía y Filogenia de *Trichocereus* Cactaceae Autor: *Albesiano S - * Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CIRCYT), Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, Argentina.
5. Cefalio y pseudocefalio: estructura e importancia en la sistemática de la tribu Cereeae. *Soffiatti P, Terrazas T - * Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
6. Filogeografía de *Melocactus* (Cactaceae) en el norte de Suramérica: implicaciones para la identificación de las especies. Autores: *Fagua JC, Rauscher JT, Nassar JM, Ackerman JD - * Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, Campus Río Piedras, Puerto Rico.

Simposio: “Ecología y evolución de interacciones mutualistas y antagonistas en cactáceas”

Coordinadores: Rodrigo Medel¹ (rmedel@uchile.cl), Pablo C. Guerrero^{1,2} (pablo.c.guerrero@gmail.com), Carmen G. Ossa¹ (cossaglo@gmail.com)

¹Departamento de Ciencias Ecológicas, Universidad de Chile. Casilla 653, Santiago; ² Instituto de Ecología y Biodiversidad, Universidad de Chile.

El objetivo del simposio es presentar estudios realizados por científicos latinoamericanos, cuyo marco de investigación principal sean las diversas interacciones que generan las cactáceas con animales y otras plantas. Se mostrarán las consecuencias ecológicas y evolutivas que poseen en la familia Cactaceae las interacciones mutualistas y antagonistas en un amplio marco de ejemplos y casos de estudios realizados en distintas zonas geográficas de América Latina. Las presentaciones mostrarán cómo ciertas interacciones generan una respuesta morfológica y demográfica en las cactáceas de diferentes tribus.

Conferencias programadas:

1. Ecología y evolución de las interacciones mutualistas en cactáceas columnares de México (tribu Pachyreeae). Autor: *Valiente-Banuet - * Instituto de Ecología,



Universidad Autónoma de México, México.

2. La herpetocoria en el género *Melocactus*. Autores: *Nassar JM, Sanz V & Silva E - * Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Venezuela.

3. El rol de los picaflones y variables climáticas en la variación de la morfología floral de *Eriosyce* subgen. *Neoporteria* (Tribu: Notocactaceae). Autores: *Guerrero PC, Carvallo GO, González-Gómez PL, Bustamante RO - * Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Chile.

4. Ecología evolutiva de sistemas defensivos en cactáceas columnares de Chile. Autores: *Medel R & Ossa CG - * Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Chile.

5. Parámetros demográficos del cactus endémico *Harrisia portoricensis* en áreas invadidas por el pasto exótico *Megathyrus maximus*. Autores: *Rojas-Sandoval J & Meléndez-Ackerman E - * Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, Campus Río Piedras, Puerto Rico.

Financiamiento: ICM Proyecto 02-005, Proyecto Anillo ACT 34/2006.

Para más información sobre estos eventos, pueden acceder a las siguientes direcciones electrónicas:

<http://www.botanica-alb.org/X Congreso/>

<http://www.ibiologia.unam.mx/slccs/www/boletin.htm>

¡Los esperamos en La Serena!



Cylindropuntia culmna-alba, Parque Pan de Azúcar, Chile (Fuente: <http://apuntes-camino.blogspot.com>, Autor: Claudio Alvaro Solari)

TIPS

* **Evento:** X Congreso Latinoamericano de Botánica. Fecha: 4 al 10 octubre de 2010. Lugar: La Serena, Chile. Información: <http://www.botanica-alb.org>

* **Evento:** The 2010 International meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation: "Tropical biodiversity: surviving the food, energy and climate crisis". Fecha: 19 al 23 de julio de 2010. Lugar: Bali, Indonesia. Información: info@atbc2010.org

* **Evento:** IV Reunión Binacional de Ecología – Interacción, Espacio y Tiempo. XXIV Reunión Argentina de Ecología y XVII Reunión de la Sociedad de Ecología de Chile. Fecha: 8 al 13 de agosto de 2010. Lugar: Buenos Aires, Argentina. Información: www.ege.fcen.uba.ar/rbe2010/

* **Evento:** Botany Conference 2010. Fecha: Julio 31 a agosto 4 de 2010. Lugar: Providence, Rhode Island, USA. Información: www.2010.botanyconference.org

* **Evento:** The VIIIth International Congress on Cactus Pear and Cocínela and The VIIIth General Meeting of the FAO-ICARDA International Technical Cooperation Network on Cactus Pear and Cocínela. Fecha: 17 al 22 de octubre de 2010. Lugar: Agadir, Marruecos. Información: aoulahboub@yahoo.fr

* **Evento:** IX Reunión Argentina de Cladística y Biogeografía. Fecha: 15 al 17 de noviembre de 2010. Lugar: La Plata, Argentina. Información: <http://www.rac2010.com.ar>

* **Evento:** BioSystematics Berlin 2011. Fecha: 21 al 27 de febrero de 2011. Lugar: The Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem (Freie Universität Berlin) and the Museum für Naturkunde, Berlín, Alemania. Información: <http://www.biosyst-berlin-2011.de/>

* **Evento:** Cactus and Succulent Society of America 34th Biennial Convention. Fecha: 24 al 29 de abril de 2011. Lugar: San Diego, California, USA. Información: <http://affiliates.cssainc.org/>

* **Evento:** XVIII International Botanical Congress (IBC). Fecha: 23 al 30 de julio de 2011. Lugar: Melbourne, Australia. Información: <http://www.ibc2011.com>

* **Taller:** Taller Regional Manejo de Recursos Naturales y Conservación del Conocimiento Tradicional. Fecha: 4 al 10 de octubre de 2010. Lugar: La Serena, Chile. Este taller estará financiado con fondos OEA y se espera becar a 18 estudiantes. Información: www.rlb-botanica.org

* **Taller:** Taller Regional sobre "Categorías y Criterios de las Listas Rojas de la IUCN para el Monitoreo y Conservación de los Recursos Vegetales". Fecha: 24 al 28 de enero de 2011. Lugar: Santo Domingo, República Dominicana. Información: slagos09@gmail.com



Publicaciones recientes

- Arakaki M, Soltis DE, Soltis PS, Speranza PR. 2010. Characterization of polymorphic microsatellite loci in *Haageocereus* (Trichocereae, Cactaceae). *Am. J. Bot.* 97: E17-E19
- Blair AW, Williamson PS. 2010. Pollen dispersal in star cactus (*Astrophytum asterias*) *J. Arid Environ.* 74: 525-527
- Boisselier-Dubayle MC, Leblois R, Samadi S, Lambourdiere J, Sarthou C. 2010. Genetic structure of the xerophilous bromeliad *Pitcairnia geyskesii* on inselbergs in French Guiana - a test of the forest refuge hypothesis. *Ecography* 33: 175-184
- Cardarelli M, Borgognone D, Colla G. 2010. In vitro propagation of *Obregonia denegrii* Fric. (Cactaceae). *Propagation Ornamental Plants* 10: 29-36
- Cogliatti-Carvalho L, Rocha-Pessoa TC, Nuñez-Freitas AF, Rocha CFD. 2010. Water volume stored in bromeliad tanks in Brazilian restinga habitats. *Acta Bot. Bras.* 24: 84-95
- de Almeida OJG, Sartori-Paoli AA, de Souza LA. 2010. Flower morpho-anatomy in *Epiphyllum phyllanthus* (Cactaceae). *Rev. Mex. Biodivers.* 81: 65-80
- da Silva MGS, Dubeux JCB, Assis LC, Mota DL, da Silva LLS, dos Santos MVF, dos Santos DC. 2010. Anatomy of different forage cacti with contrasting insect resistance. *J. Arid. Environ.* 74: 718-722
- DeFalco LA, Esque TC, Scoles-Sciulla SJ, Rodgers J. 2010. Desert wildfire and severe drought diminish survivorship of the long-lived Joshua tree (*Yucca brevifolia*; Agavaceae). *Am. J. Bot.* 97: 243-250.
- Eggl U, Hofacker A. 2010. Validation of the name *Parodia lenninghausii* (Cactaceae), with a note on the lectotypification and orthography of the name. *Novon* 20: 30-32
- English NB, Dettman DL, Sandquist DR, Williams DG. 2010. Daily to decadal patterns of precipitation, humidity, and photosynthetic physiology recorded in the spines of the columnar cactus, *Carnegiea gigantea*. *J. Geophys. Res. – Biogeosciences* 115 Art No. G02013 2010
- García-Mendoza AJ. 2010. Taxonomic review of the *Agave potatorum* Zucc. (Agavaceae) complex: new taxa and neotypification. *Acta Bot. Mex.* 91: 71-93.
- Gómez-Aiza L, Zuria, I. 2010. Bird visitation to maguey flowers (*Agave salmiana*) in an urban area of central Mexico. *Ornitol. Neotrop.* 21: 17-30
- González AM, Mauseth JD. 2010. Morphogenesis is highly aberrant in the vegetative body of the holoparasite *Lophophytum leandrii* (Balanophoraceae): All typical vegetative organs are absent and many tissues are highly modified. *Int. J. Plant Sci.* 171: 499-508.
- Hernández HM, Gómez-Hinostrosa C, Hoffmann G. 2010. Is geographical rarity frequent among the cacti of the Chihuahuan Desert? *Rev. Mex. Biodiv.* 81: 163-175
- Holland JN, Chamberlain SA, Horn KC. 2010. Temporal variation in extrafloral nectar secretion by reproductive tissues of the senita cactus, *Pachycereus schottii* (Cactaceae), in the Sonoran Desert of Mexico. *J. Arid Environ.* 74: 712-714
- Horn KC, Holland JN. 2010. Discrimination among floral resources by an obligately pollinating seed-eating moth: host-marking signals and pollination and florivory cues. *Evol. Ecol. Res.* 12: 119-129
- Manzano ED, Briones O. 2010. Germination response of the epiphytic cactus *Rhipsalis baccifera* (JS Miller) Stearn to different light conditions and water availability. *Int. J. Plant Sci.* 171: 267-274
- Medel R, Mendez MA, Ossa CG, Botto-Mahan C. 2010. Arms race coevolution: The local and geographical structure of a host-parasite interaction. *Evo. Edu. Outreach* 3: 26-31
- Meiado MV, Correa de Albuquerque LS, Rocha EA, Rojas-Aréchiga M, Leal RI. 2010. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* (DC.) subsp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. *Plant Spec. Biol.* 25: 120-128
- Méndez E. 2009. Variación estructural y hábitat de poblaciones de *Gymnocalycium schickendantzii* (Cactaceae) en Mendoza, Argentina. Efecto de las plantas nurses. *Rev. FCA UNCuyo*. Tomo XLI. No 2: 1-11.
- Ortega-Baes P, Aparicio-González M, Galíndez G, Del Fueyo P, Suhring S, Rojas-Aréchiga M. 2010. Are cactus growth forms related to germination responses to light? a test using *Echinopsis* species. *Acta Oecol. - Int. J. Ecol.* 36: 339-342
- Papini A, Tani G, Di Falco P, Brighigna L. 2010. The ultra structure of the development of *Tillandsia* (Bromeliaceae) trichome. *Flora* 205: 94-100
- Parker KC, Trapnell DW, Hamrick JL, Hodgson WC, Parker AJ. 2010. Inferring ancient *Agave* cultivation practices from contemporary genetic patterns. *Mol. Ecol.* 19: 1622-1637
- Ramírez-Morillo IM, Carnevali G, Cetzal-Ix W. 2010. *Hohenbergia mesoamericana* (Bromeliaceae), first record of the genus for Mesoamerica. *Rev. Mex. Biodivers.* 81: 21-26
- Rojas-Aréchiga M, Mandujano MC. 2009. Nuevo registro de semillas vivíparas en dos especies de cactáceas. *Cact. Suc. Mex.* 54: 123-127
- Simao E, Takaki M, Cardoso VJM. 2010. Germination response of *Hylocereus setaceus* (Salm-Dyck ex DC.) Ralf Bauer (Cactaceae) seeds to temperature and reduced water potentials. *Braz. J. Biol.* 70: 135-144
- Veiga-Barbosa L, González-Benito ME, Assis JGA, Pérez-García F. 2010. Germination and cryopreservation of several cactus species from NE Brazil. *Seed Sci. Tech.* 38: 218-224



En Peligro

Opuntia megarrhiza



(Foto: Héctor Hernández)

Opuntia megarrhiza Rose es un cactus arbustivo de bajo porte, con numerosas ramas y tallos erectos. Los cladodios son verde oscuro, gloquidios amarillos, espinas delgadas y frágiles. Las flores son amarillo limón y rosado. Especie "En Peligro", restringida a algunas cimas de montañas en San Luis Potosí, México. Sólo existen dos subpoblaciones dentro de un área de menos de 1.900 km². El tamaño poblacional estimado es de menos de 2500 individuos. La vegetación asociada a esta especie ha sido casi totalmente convertida en pastos. La especie es frecuentemente usada con fines medicinales. Está listada en el Apéndice II de CITES. La creación del Área Natural Protegida del Real de Guadalcázar es una medida que puede contribuir a su protección y recuperación. (Fuente: The IUCN Red List of Threatened Species—www.iucnredlist.org)

¿Cómo hacerte miembro de la SLCCS?

Contacta al representante de la SLCCS en tu país, o en su defecto, de algún país vecino con representación. Envíale por correo tus datos completos: nombre, profesión, teléfono, dirección, una dirección de correo electrónico donde quieras recibir el boletín. Podrás escoger entre dos categorías de membresía: (a) *Miembro Activo*, si deseas contribuir con la Sociedad, ya sea con una cuota anual de US \$ 15 o con artículos publicables en el *Boletín de la SLCCS* o con tus publicaciones científicas en formato PDF para la *Biblioteca Virtual de la SLCCS*; (b) *Suscriptor del Boletín*, si solo deseas recibir el boletín electrónico cuatrimestralmente. Cualquiera sea tu selección, contamos contigo.

Representantes

▶ Argentina

Roberto Kiesling, Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas rkiesling@lab.cricyt.edu.ar
María Laura Las Peñas, Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal lauralp@imbiv.unc.edu.ar
Francisco Pablo Ortega Baes, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta ortiga@unsa.edu.ar

▶ Bolivia

Noemí Quispe, Jardín Botánico La Paz-IE-UMSA noemqu@gmail.com

▶ Brasil

Marlon Machado, University of Zurich machado@systbot.unizh.ch
Emerson Antonio Rocha Melo de Lucena, Universidade Estadual de Santa Cruz lucenaemerson@yahoo.com.br

▶ Colombia

Adriana Sofía Albesiano, Universidad Nacional de Colombia aalbesiano@yahoo.com
José Luis Fernández Alonso, Universidad Nacional de Colombia jfernandez@unal.edu.co

▶ Costa Rica

Julissa Rojas Sandoval, Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico julirs07@gmail.com

▶ Cuba

Alejandro Palmarola, Jardín Botánico Nacional, Universidad de la Habana palmarola@fbio.uh.cu

▶ Chile

Rodrigo G. Medel C., Universidad de Chile rmedel@uchile.cl
Pablo Guerrero, Universidad de Chile, pablo.c.guerrero@gmail.com

▶ Ecuador

Christian R. Loaiza Salazar, Instituto de Ecología, Universidad Técnica Particular de Loja crloaiza@utpl.edu.ec

▶ Guatemala

Mario E. Véliz Pérez, Herbario BIGU, Departamento de Ecología, Escuela de Biología, USAC marioeveliz@yahoo.com

▶ México

Salvador Arias, Instituto de Biología, Jardín Botánico, UNAM sarias@ibiologia.unam.mx
Mariana Rojas-Aréchiga, Instituto de Ecología, UNAM mrojas@miranda.ecologia.unam.mx

▶ Paraguay

Ana Pin, Asociación Etnobotánica Paraguaya anapinf@gmail.com

▶ Perú

Carlos Ostolaza, Sociedad Peruana de Cactus y Suculentas (SPECS) carlosto@ec-red.com

▶ Puerto Rico

Elvia J. Meléndez-Ackerman, Institute for Tropical Ecosystem Studies, University of Puerto Rico elmelend@gmail.com

▶ Venezuela

Jafet M. Nassar, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas jafet.nassar@gmail.com, jnassar@ivic.gob.ve

El *Boletín Informativo de la SLCCS* es publicado cuatrimestralmente por la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas y es distribuido gratuitamente a todas aquellas personas u organizaciones interesadas en el estudio, conservación, cultivo y comercialización de las cactáceas y otras suculentas en Latinoamérica. Para recibir el *Boletín de la SLCCS*, envíe un correo electrónico a Jafet M. Nassar (jafet.nassar@gmail.com), haciendo su solicitud y su dirección de correo electrónico será incluida en nuestra lista de suscritos. Igualmente, para no recibir este boletín, por favor enviar un correo indicando lo propio a la misma dirección.

La Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas es una organización no gubernamental, sin fines de lucro, que tiene como misión fundamental promover en todas sus formas la investigación, conservación y divulgación de información sobre cactáceas y otras suculentas en Latinoamérica y el Caribe.

La SLCCS no se hace responsable de las opiniones emitidas por los autores contribuyentes a este boletín, ni por el contenido de los artículos o resúmenes en él publicados.

