



SOCIEDAD LATINOAMERICANA
Y DEL CARIBE

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

Volumen 10 / N° 1 Ene.-Abr. 2013

Depósito Legal No. ppx200403DC451 ISSN: 1856-4569



Junta Directiva

Presidenta

Adriana Sofía Albesiano

Presidenta honoraria

Léia Scheinvar

Vicepresidente

Pablo Guerrero

Primer Secretario

Jafet M. Nassar

Segunda Secretaria

Mariana Rojas-Aréchiga

Tesorera

Ana Pin

Comité Editorial

Jafet M. Nassar

jafet.nassar@gmail.com

Mariana Rojas-Aréchiga

mrojas@miranda.ecologia.unam.mx

José Luis Fernández Alonso

jlfernandez@rjb.csic.es

Roberto Kiesling

rkiesling@lab.cricyt.edu.ar

Contenido

Síntesis Global de Caryophyllales, por P. Hernández.....	1
PROYECTOS	
Filogenia molecular, taxonomía, biogeografía y conservación de <i>Discocactus</i> , por M. Rodrigues Santos <i>et al.</i>	2
Filogenia y biogeografía del género <i>Neobuxbaumia</i> , por H.J. Tapia Salcido & S. Arias.....	5
Filogenia del género <i>Disocactus</i> , por M.A. Cruz Espindola y S. Arias.....	8
ARTÍCULOS DIVULGATIVOS	
Sinopse das Cactaceae epífitas ocorrentes em Pernambuco, por A.F. Pastor <i>et al.</i>	10
NOTAS BREVES	
Visita al habitat de <i>Maihueiopsis archiconoidea</i> , por C. Quevedo Flores.....	13
ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	
Propagación de <i>Ferocactus</i> por semillas, por A.P. Sánchez.....	13
Adaptaciones inusuales en semillas y plántulas del desierto, por J. Sánchez <i>et al.</i>	19
Estudios citogenéticos y viabilidad del polen en <i>Tillandsia</i> , por A.R. Andrada & V. de los A. Páez.....	23
PUBLICACIONES REVISADAS.....	28
TIPS.....	29
PUBLICACIONES RECIENTES.....	30
EN PELIGRO.....	31

Síntesis Global de Caryophyllales

Patricia Hernández

Coordinadora: Síntesis Global de Caryophyllales

Jardín Botánico y Museo Botánico Berlin-Dahlem, Alemania

Correo electrónico: p.hernandez@bgbm.org

Actualmente en el Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem (BGBM) estamos promocionando la "Síntesis Global de Caryophyllales."

Los fundamentos de esta iniciativa fueron discutidos durante un taller llevado a cabo en Abril de 2012 en el BGBM y anunciada en julio de ese mismo año por el Prof. Thomas Borsch, director del BGBM. Más tarde, la iniciativa también fue promovida durante el Simposio 2012 de las Caryophyllales, llevado a cabo en septiembre de ese año en Moscú.

El objetivo principal de esta iniciativa es integrar el conocimiento de las Caryophyllales (i.e. tratamientos taxonómicos, estudios filogenéticos e información biogeográfica) dentro de una síntesis global, en un sistema de retroalimentación continuo y accesible a través de un portal de internet.

La Síntesis Global es un proyecto a largo plazo destinado a promover futuras investigaciones y colaboración en áreas de interés mutuo y a establecer una red entre instituciones e investigadores que estén trabajando activamente en la taxonomía, sistemática y biogeografía del orden.

La respuesta a nuestro primer anuncio fue positiva y hemos recibido varios



Fachada del Jardín Botánico y Museo Botánico Berlin-Dahlem (Fuente: <http://www.guiadealemania.com/imagenes/jardin-botanico-berlin>).

comentarios de muchos de ustedes, es grato saber que hay diversos proyectos en marcha. Esta información es esencial para construir nuestra red.

Nuestro objetivo es crear un sitio web que nos sirva como una plataforma de información. En este sentido, estamos recopilando referencias y otros materiales básicos para Caryophyllales que ya están en forma electrónica, con el fin de ponerlos a disposición de la red. Por otra parte, existe la necesidad fundamental de generar un marco taxonómico actualizado que será parte indispensable del sistema. Por esta razón, en el BGBM estamos ensamblando este marco taxonómico a nivel genérico, que servirá para conocer el estado actual del conocimiento del orden. Estamos convencidos de que este es uno de los pasos más importantes, dado que muchos proyectos o investigadores están trabajando con grupos específicos o géneros. De esta manera, el marco taxonómico construido a este nivel permitirá implementar de una forma más efectiva el siguiente paso hacia una sinopsis a nivel de especies. Esta información estará accesible a través de un sitio web que actualmente ha sido creado bajo el dominio caryophyllales.org.

Por favor, háganos saber si está interesado en participar en la iniciativa y también indíquenos su campo de trabajo. Para que la coordinadora pueda ponerse en contacto con usted, por favor escribanos a la siguiente dirección: caryophyllales@bgbm.org.

Esperamos su respuesta.



Invernadero con plantas suculentas en el BGBM (Autor: Torek, German Wikipedia).

PROYECTOS

Filogenia molecular, taxonomía, biogeografía e conservação de *Discocactus* Pfeiff. (Cactaceae)

Marianna Rodrigues Santos¹, Flávia Cristina P. Garcia², Cássio van den Berg³, Nigel P. Taylor⁴ & Marlon C. Machado³

¹ Departamento de Biologia Vegetal
Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil

² Departamento de Biologia Vegetal
Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil

³ Departamento de Botânica
Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, Brasil

⁴ Director (Singapore Botanic Gardens), National Parks Board, 1 Cluny Road, Singapore 259569

Introdução

A família Cactaceae pertence à ordem Caryophyllales que atualmente possui 34 famílias. Cactaceae está dividida em quatro subfamílias: Maihuenioideae, Pereskioideae, Opuntioideae e Cactoideae. Cactoideae apresenta o maior número de gêneros e espécies sendo subdividida em nove tribos: Hylocereeae, Cereeae, Echinocereae, Trichocereae, Notocacteae, Rhipsalidae, Browningeae, Pachycereeae e Cacteae (Hunt & Taylor 1990). Dentre estas, as tribos Trichocereae e Cereeae predominam em número de gêneros e espécies no Brasil. Este estudo visa aprofundar o conhecimento do gênero *Discocactus* pertencente à tribo Cereeae. Trata-se de um grupo de plantas terrícolas e/ou litófitas que tem sua distribuição restrita à América do Sul, especificamente, no Brasil, Bolívia e Paraguai. A área de estudo compreende em sentido amplo, os Biomas do Cerrado, Caatinga e Pantanal, sendo que as espécies podem também serem encontradas em afloramentos rochosos em meio a florestas decíduas e semidecíduas.

A grande variação morfológica de *Discocactus*, causada, provavelmente pela ampla distribuição e sua ocorrência em habitats restritos e variados tornam a delimitação de suas espécies bastante difícil, uma vez que apenas a utilização de caracteres morfológicos não tem sido suficiente. Estudos que relacionam caracteres morfológicos com moleculares seriam importantes e ajudariam muito na determinação das espécies, entretanto, são inexistentes para o grupo.

A dificuldade na delimitação e identificação de espécies pode estar acarretando a não proteção devida que uma determinada espécie ou subespécie necessita, uma vez que todas as espécies de *Discocactus* ocorrem em ambientes visados e explorados economicamente como "areais" e afloramentos de rochas quartzíticas, graníticas, calcárias e cangas. Apesar de todas as espécies do gênero estarem incluídas na lista do CITES, a comercia-



Viagem de coleta realizada em 2010 no estado de Goiás, Brasil.

lização clandestina e desenfreada das espécies também tem sido um dos grandes problemas e que tem causado muitas vezes a extinção local de populações. Sendo assim, a pronta identificação das espécies nestes casos é de grande importância para que os órgãos fiscalizadores possam agir impedindo a destruição de habitats e comércio ilegal.

Diante dos problemas apresentados, estudos que abordem a biologia molecular, taxonomia, biogeografia e conservação serão de grande importância para *Discocactus*, pois estudos existentes para o gênero são insuficientes para a compreensão da variação morfológica apresentada e para esclarecer as relações e os limites entre as espécies de *Discocactus*. Além disso, estas investigações irão ampliar o conhecimento sobre Cactaceae, que é um grupo de plantas dos mais importantes e característicos do Brasil, e que conta com um grande número de espécies endêmicas.

Objetivos

- Reconstruir a filogenia do gênero *Discocactus* com base em caracteres moleculares visando o teste de monofiletismo das suas espécies e estudo da evolução de caracteres morfológicos.
- Estabelecer as relações do gênero com outros membros da tribo Cereeae.
- Reconstruir a história biogeográfica do gênero.
- Conhecer a diversidade morfológica do gênero, delimitar suas espécies e elaborar chaves de identificação, descrições morfológicas e ilustrações botânicas.
- Estabelecer a distribuição geográfica e fitogeografia das espécies de *Discocactus*.
- Avaliar o *status* de conservação das espécies, utilizando os critérios da IUCN.
- Ampliar a coleção de Cactaceae do herbário VIC (UFV) e atualizar a identificação das espécies deste gênero nos herbários do Brasil e do exterior.

Materias e métodos

Área de estudo e levantamento das espécies

A área de estudo englobará os estados do Brasil em que há registros de espécies do gênero *Discocactus* (BA, CE, GO, MG, MS, MT, PE, PI, TO) e também em países vizinhos como Bolívia e Paraguai (Buining 1980, Taylor & Zappi 2004, Zappi *et al.* 2010) além da consulta à coleções em herbários (BHCB, ZSS, NHN, BHZB, HUEFS, R, RB, SP, SPF, UEC, HUEG, UFG, CGMS, K e NY). Os táxons serão amostrados de acordo com a classificação mais recente para o gênero (Zappi *et al.* 2010), acrescentando os que ocorrem nos países vizinhos. As coletas serão georreferenciadas e realizadas em áreas de preservação como Parques Nacionais, Estaduais, RPPNs, APAs e também em áreas não preservadas.

Os espécimes coletados serão herborizados de acordo com técnicas usuais (Bridson & Forman 1999, Carter *et al.* 2007), e após a identificação através de literatura especializada (Hunt *et al.* 2006, Buining 1980, Taylor & Zappi 2004) serão depositados no acervo do Herbário VIC do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa e quando possível duplicatas serão doadas a outros herbários.

Taxonomia

Em relação ao estudo taxonômico, será elaborada uma chave de identificação dos táxons com base nos caracteres vegetativos e reprodutivos. Além disto, serão preparadas diagnoses morfológicas, ilustrações e, nos comentários, dados sobre a distribuição geográfica (mapas), habitats preferenciais e fenologia reprodutiva. A terminologia empregada nas descrições morfológicas das espécies será baseada em Buxbaum (1951, 1953, 1955, 1979) e Barroso *et al.* (1999).

A análise morfológica do material botânico incluirá as medidas das partes vegetativas em material vivo ou desidratado, enquanto que as partes florais serão medidas após a reidratação ou através do material estocado em álcool etílico 70%, sendo apresentadas às variações qualitativas e quantitativas observadas nas diferentes estruturas analisadas.

Filogenia molecular e evolução morfológica

Para a reconstrução das relações filogenéticas entre as espécies de *Discocactus*, serão extraídos 1cm³ da epiderme de pelo menos três indivíduos de cada espécie e subespécie amostrada. Sequências de espécies de outros gêneros pertencentes à tribo Cereeae (Nyffeler 2002, Aona 2005, Crozier 2005) serão utilizadas como grupo externo para testar a monofilia de *Discocactus*.

O DNA de cada amostra será extraído seguindo o protocolo descrito por Doyle & Doyle (1987) com as modificações necessárias e os fragmentos para a análise filogenética serão amplificados através de reações PCR (Polymerase Chain Reaction) em termociclador e seus produtos serão enviados para a empresa MacroGen Inc. (Coreia) para que sejam sequenciados. Os dados das se-



quências serão alinhados com programas específicos, como o ClustalX (Thompson *et al.* 1997) e corrigidos manualmente com auxílio de BioEdit (Hall 1999).

Os caracteres morfológicos a serem utilizados na análise cladística serão obtidos através da análise dos espécimes coletados em campo, complementada com as observações de exemplares de herbário e estudos sobre morfologia do gênero disponíveis na literatura.

A análise cladística será realizada através do algoritmo de parcimônia mediante o programa PAUP versão 4.0 (Swofford 1998), sendo utilizada a opção heurística com 1000 repetições. Como medidas de apoio para conhecer o suporte dos clados será calculado o índice de Bremer (br) (Bremer 1994) e também o *bootstrap* não-paramétrico (Felsenstein 1985), usando os métodos heurísticos com cinco repetições de sequências aditivas aleatórias. As mudanças nos estados de caracteres morfológicos serão traçadas com o auxílio do programa MacClade 4.08 (Maddison & Maddison 2005).

Biogeografia

Os dados de ocorrência das espécies para a elaboração dos padrões de distribuição geográfica serão obtidos durante as expedições de coletas georeferenciadas, das etiquetas dos espécimes depositados nos herbários consultados e de trabalhos taxonômicos já realizados para o grupo (Taylor & Zappi 2004, Buining 1980). Para a elaboração dos mapas de distribuição geográfica será utilizado o programa ArcGIS.

Áreas biogeográficas ancestrais serão reconstruídas no programa MacClade 4.08 (Maddison & Maddison 2005) usando a combinação simplificada de topologia Bayesiana. Distribuições ancestrais também serão reconstruídas usando a análise de dispersão-vicariância implementada no programa Diva 7.5 (Hijmans *et al.* 2012). A matriz contendo informação sobre a (1) presença e (0) ausência de espécies nas áreas biogeográficas a serem definidas será preparada no MacClade 4.08 (Maddison



Visita à coleção de *Discocactus* do Herbário ZSS (Sukkulanten-Sammlung Zürich) sob a supervisão de Urs Eggli.

& Maddison 2005).

Conservação

O *status* de conservação de todas as espécies será determinado com base nos critérios de avaliação da IUCN (IUCN 2001). Para cada um desses critérios existe uma série de variáveis que permitem a categorização da espécie em um dos níveis de ameaça considerados. Informações mais detalhadas sobre a metodologia podem ser acessadas no site da IUCN (IUCN 2011).

Resultados esperados

Ao final deste estudo, espera-se:

- O aumento do conhecimento sobre a diversidade morfológica do gênero *Discocactus*, delimitação das suas espécies e elaboração de ferramentas que auxiliem na identificação.
- Conhecer a história de sua distribuição, as relações filogenéticas entre as espécies do gênero, além de obter caracteres morfológicos que ajudem na distinção das mesmas e que sustentem os clados gerados pelas análises.
- Obter o conhecimento sobre o status de conservação das espécies de *Discocactus* na natureza.
- Subsidiar futuros trabalhos filogenéticos, filogeográficos, ecológicos, e de outras ciências afins, que dependam da pronta identificação botânica destas espécies.
- Contribuir para a elaboração de planos de conservação *in situ* e *ex situ* tanto para o gênero *Discocactus* quanto para outras cactáceas.
- Incrementar as coleções de Cactaceae, principalmente, dos herbários VIC e HUEFS, além da atualização da identificação das espécies de *Discocactus* e de outras cactáceas em herbários do Brasil e do exterior.

Andamento do estudo

Até o presente momento foram realizadas coletas de amostras e obtenção das sequências de sete regiões do DNA, sendo 5 plastidiais (rpl16, rps16, matK, psbA-trnH e trnSG) e 2 nucleares (ITS e phyC). O estudo encontra-se em fase de análises de dados moleculares e biogeográficos.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Viçosa, CAPES, FAPEMIG, LAMOL-UEFS, BCSS, CSSA, ICMBio (MMA) e IEF.

Referências

- Aona LYS. 2005. Caracterização e delimitação do gênero *Micranthocereus* Backeb: (Cactaceae) baseadas em caracteres morfológicos e moleculares, 2005. 115 p. M.Sc. Thesis-Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Barroso GM, Morim MP, Peixoto AL, Ichaso CLF. 1999. *Frutos e sementes: Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas*. Editora UFV, Viçosa, MG
- Bremer K. 1994. Branch support and tree stability. *Cladistics* 10: 295-304.
- Bridson D, Forman L. 1999. *The herbarium: handbook*. Third ed. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Buining AFH. 1980. *The genus Discocactus Pfeiffer*. Buining-fonds, Succulenta, The Netherlands. 223 p.



- Buxbaum F. 1951–1955. *Morphology of cacti*. Pasadena: Abbey Garden Press.
- Buxbaum F. 1979. *Morphology of cacti*. Abbey Garden Press, Pasadena, 223 p.
- Carter R, Bryson CT, Darbyshire SJ. 2007. Preparation and Use of Voucher Specimens for Documenting Research in Weed Science. *Weed Tech.* 21: 1101-1108.
- Crozier BS. 2005. Systematics of Cactaceae Juss.: phylogeny, cpDNA evolution, and classification, with emphasis on the genus *Mammillaria* Haw. PhD. Dissertation - The University of Texas, Austin. 154 p.
- Doyle JJ, Doyle JL. 1987. A rapid isolation procedure for small quantities of fresh tissue. *Phytoch. Bulletin* 19: 11-15.
- Felsenstein J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39: 783-791.
- Hall TA. 2010. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis. 1999. Disponible en: <<http://www.mbio.ncsu.edu/BioEdit/bioedit.html>>. Acceso en: 23 marzo. 2010.
- Hijmans RJ, Guarino L, Mathur P. 2012. DIVA-GIS. Version 7.5.0. A geographic information system for the analysis of species distribution data. Manual available at <http://www.diva-gis.org>
- Hunt D, Taylor NP. 1990. The genera of Cactaceae: progress towards consensus. *Bradleya* 8: 85-107.
- Hunt D, Taylor NP, Charles G. 2006. *The New Cactus Lexicon*. Milborne Port.: DH Books, 2 vols., 900 p.
- IUCN. Categorías e criterios de (versión 3.1), 2001. <Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>>. Acceso en: 30 marzo, 2010.
- Maddison DR, Maddison WP. 2005. MacClade 4: Analysis of Phylogeny and Character Evolution, Version 4.08. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Nyffeler R. 2002. Phylogenetic relationships in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from trnK/matK and trnL-trnF sequences. *Am. J. Bot.* 89: 312-326.
- Swofford DL, Selander RB. 1998. BIOSYS-1: computer program for the analysis of allelic variation in population genetics and biochemical systematics. Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois, USA.
- Taylor NP, Zappi DC. 2004. Cacti of eastern Brazil. England: Richmond, Surrey: Royal Botanic Gardens, Kew, 499 p.
- Thompson JD, Gibson TJ, Plewniak F, Jeanmougin F, Higgins DG. 1997. The ClustalX windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucl. Acids Res.* 24: 4876-4882.
- Zachar M. 2008. Nowość z Brazylii - *Discocactus petr-halfari*. *Kaktusy i Inne* 2: 43-47.
- Zappi DC, Taylor NP, Machado MC. 2010. Cactaceae. En: Forzza RF (ed.). Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil 1: 822-832.

Filogenia y biogeografía del género *Neobuxbaumia* (Cactaceae)

Héctor Javier Tapia Salcido y Salvador Arias

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., 04510, México.

Correo electrónico: hectorts@unam.mx

Introducción

Las cactáceas columnares de Norteamérica pertenecientes a la tribu Echinocereae son elementos conspicuos en diversas comunidades vegetales de zonas áridas, semiáridas o tropicales con una estacionalidad marcada. Dentro de esta tribu, se destacan las especies del género *Neobuxbaumia* Backeb., por sus dimensiones (> 5m de altura), dominancia en algunas comunidades vegetales y por sus interacciones ecológicas, entre otros atributos. *Neobuxbaumia* está conformado por especies con hábito de crecimiento arborescente, sin ramificar o bien con ramificación, de escasa a profusa. Las flores son principalmente nocturnas, desnudas, y presentan una cámara nectarial bien definida; los frutos presentan espinas escasas y flexibles, o bien son desnudos, pulpa carnosa, blanca y



Neobuxbaumia polylopha (Autor: H. J. Salcido).

comestible (Arias *et al.* 1997). Actualmente, se reconocen nueve especies dentro de este género: *N. euphorbioides* (Haworth) Bravo, *N. laui* (Heath) Hunt, *N. macrocephala* (Weber) Dawson, *N. mezcalaensis* (Bravo) Backeberg, *N. multiareolata* (Dawson) Bravo, *N. polylopha* (De Candolle) Backeberg, *N. scoparia* (Poselger) Backeberg, *N. squamulosa* Scheinvar & Sánchez-Mejorada y *N. tetetzo* (Coulter) Backeberg. Todas son endémicas de México y su distribución incluye los estados de Tamaulipas y Veracruz, en la vertiente del Golfo, de Jalisco a Oaxaca, en la vertiente del Pacífico, además de Puebla, Morelos, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, en la porción continental (Bravo-Hollis 1978, Arias *et al.* 1997, Guzmán *et al.* 2003, Guzmán *et al.* 2007). No obstante, en la actualidad existen dudas en la delimitación de especies, como es el caso de *N. mezcalaensis* y *N. multiareolata*, consideradas como una sola especie por algunos autores.

Algunas especies de *Neobuxbaumia* han sido usadas como modelo de estudio en trabajos sobre aspectos fisiológicos (Hernández-González & Briones-Villarreal 2007), demográficos (Esparza-Olguín *et al.* 2002, Godínez-Álvarez & Valiente-Banuet 2004, Esparza-Olguín *et al.* 2005), ecológicos (Castillo & Valiente-Banuet 2010, Valiente-Banuet *et al.* 1997), quimiotaxonómicos (Flores Ortiz *et al.* 2003, Flores-Ortiz, 2004) y filogenéticos (Arias *et al.*



al. 2003, Hernández-Hernández et al. 2011). En particular las relaciones filogenéticas de la tribu Echinocereae han sido estudiadas parcialmente hasta el nivel de género, usando datos moleculares (Arias et al. 2003, 2005) y estructurales (Terrazas & Loza-Cornejo 2002, Arias & Terrazas 2006). Estos estudios ubican al género *Neobuxbaumia* dentro de la subtribu Pachycereinae, formando un clado parcialmente resuelto con especies de los géneros *Cephalocereus* Pfeiff. y *Pseudomitrocereus* Bravo & Buxb. Sin embargo, las relaciones al interior de este grupo aún son inciertas, por lo que se requiere un estudio que incorpore a todas las especies conocidas, así como un conjunto mayor de marcadores (moleculares y estructurales), permitiendo poner a prueba la monofilia de *Neobuxbaumia* y su relación con los géneros *Cephalocereus* y *Pseudomitrocereus*.

Por su parte, la biogeografía es una ciencia sintética que involucra el conocimiento de diversas áreas, como ecología, sistemática, evolución y geografía, para explicar los patrones de distribución de un taxón (Lomolino et al. 2010). En especies de cactáceas se han documentado factores ambientales que pueden determinar la distribución, a niveles geográfico y local, como son el clima, la vegetación o el tipo de suelo (Godínez-Álvarez et al. 2003, Ruedas et al. 2006). Algunos autores han observado que especies como *C. columna-trajani*, *N. tetetzi* y *P. fulviceps* están asociadas a sustratos específicos (Godínez-Álvarez et al. 2003). Por otra parte, un estudio realizado en tres especies del género *Cephalocereus*, indica que su distribución no se limita a suelos calcáreos, pero se relaciona con inclusiones rocosas especie-específicas (Bárceñas-Argüello et al. 2010).

El presente estudio busca delimitar las especies del género *Neobuxbaumia*, usando caracteres morfo-anatómicos y análisis multivariados de la forma en que sugiere un estudio previo (Arroyo-Cosultchi et al. 2010). Por otra parte, apoyados en evidencias filogenéticas previas, que sugieren que el género *Neobuxbaumia* es parafilético (Arias et al. 2003, Hernández-Hernández et al. 2011), nos proponemos investigar si los géneros *Neobuxbaumia*, *Cephalocereus* y *Pseudomitrocereus* se recuperan como un grupo monofilético y cuáles son las relaciones al interior de este grupo. Posteriormente, se emplearán los datos de distribución geográfica de las especies del género *Neobuxbaumia*, para evaluar algunos de los factores ambientales que explican sus patrones de distribución. Por último, se reconstruirán posibles escenarios biogeográficos para la derivación de las especies del género *Neobuxbaumia*, a partir de la información filogenética.

Estrategias y métodos

Trabajo de gabinete, de campo y análisis estadístico

Se consultarán ejemplares de *Cephalocereus*, *Neobuxbaumia* y *Pseudomitrocereus* en diversos herbarios, con la finalidad de integrar una base de datos de localidades. En el campo, se obtendrán muestras para extracción de ADN del cloroplasto (~1 cm²), las cuales se deshidratarán en sílica gel antes de ser procesadas en el laboratorio.



Neobuxbaumia macrocephala (Autor: H. J. Salcido).

rio. También se colectarán flores y frutos (preservados en solución FAA), así como trozos de 20 a 30 cm del ápice del tallo, como respaldos de herbario en MEXU. Se obtendrá una matriz con los caracteres morfológicos y anatómicos, sugeridos por Arias y Terrazas (2006) para especies de la tribu Pachycereae. Algunos caracteres se registrarán en campo, como el número de costillas, diámetro y perímetro del tallo a la altura del pecho; otros caracteres como la forma y tamaño de la areola, la posición, número y tamaño de las espinas por areola, se medirán a partir de fotografías digitales usando la extensión ImageJ, incorporada en el programa libre Bio7 (disponible en: <http://bio7.org>). Las mediciones de caracteres reproductivos se realizarán directamente en las muestras preservadas de flores y frutos, usando un vernier digital. Los análisis estadísticos se dividirán en dos fases: en la primera, se aplicará estadística circular sobre los datos de espinación para buscar patrones dentro y entre especies. En la segunda etapa se realizará un Análisis Canónico Discriminante usando la matriz completa de datos morfo-anatómicos, que servirá para averiguar si las especies forman grupos discretos y si los individuos se agrupan correctamente dentro de las especies.

Trabajo de laboratorio

Se aislará el ADN genómico de muestras de tejido seco en sílica gel usando el sistema comercial DNeasy Plant



Mini Kit (Qiagen, Valencia, CA, USA), de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los marcadores propuestos para el análisis genético se han empleado en otros estudios para construir filogenias dentro de la familia Cactaceae (*trnL-F*, *rpl16*, *rbcl*, *trnK*, *matK* y *ppc*; Butterworth et al. 2002, Hartmann et al. 2002, Nyffeler 2002, Arias et al. 2003, Arias et al. 2005, Hernández-Hernández et al. 2011), como códigos de barras de ADN en especies de cactáceas (Yesson et al. 2011) y en otras familias botánicas (*atpF-H*, *psbK-psbI*, *rpoB* y *trnH-psbA*; Lahaye et al. 2008, CBOL 2009).

Análisis filogenético y biogeográfico

Las secuencias obtenidas se alinearán de forma automática a través del programa BioEdit ver. 7.1.3.0 (Hall 1999) y, posteriormente, se ajustará la alineación de forma manual usando el programa computacional Mesquite (Maddison & Maddison 2011). Se aplicarán los métodos de máxima parsimonia, máxima verosimilitud y bayesiano a las matrices de datos genéticos, estructurales y, cuando sea posible, a las matrices combinadas para construir los árboles filogenéticos. Los resultados de este análisis se emplearán para llevar a cabo un análisis biogeográfico de tipo explicativo y se realizará un Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE) para identificar las relaciones entre las áreas geográficas y para inferir procesos de especiación (Dávila et al. 2002, Morrone 2005, Peterson 2008).

Este proyecto se encuentra en desarrollo actualmente y forma parte del trabajo de investigación de Tesis de Héctor Javier Tapia Salcido (estudiante de doctorado), bajo la tutoría del Dr. Salvador Arias Montes (Director de Tesis), en el Jardín Botánico del Instituto de Biología, UNAM.

Literatura citada

Arias S, Gama S, Guzmán LU. 1997. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Fascículo 14. Cactaceae A. L. Juss. IBUNAM.

Arias S, Terrazas T, Cameron K. 2003. Phylogenetic analysis of *Pachycereus* (Cactaceae, Pachycereeae) based on chloroplast and nuclear DNA sequences. *Syst. Bot.* 28: 547-557.

Arias S, Terrazas T, Arreola-Nava HJ, Vázquez-Sánchez M, Cameron KM. 2005. Phylogenetic relationships in *Peniocereus* (Cactaceae) inferred from plastid DNA sequence data. *J. Plant Res.* 118: 317-328.

Arias S, Terrazas T. 2006. Análisis cladístico del género *Pachycereus* (Cactaceae) con caracteres morfológicos. *Brittonia* 58: 197-216.

Arroyo-Cosultchi G, Terraza T, Arias S, López-Mata L. 2010. Delimitación de *Neobuxbaumia mezcalaensis* y *N. multiareolata* (Cactaceae) con base en análisis multivariados. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 86: 53-64.

Bárcenas-Argüello ML, Gutiérrez-Castorena MC, Terrazas T, López-Mata L. 2010. Rock-soil preferences of three *Cephalocereus* (Cactaceae) species of tropical dry forests. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 74: 1374-1382.

Bravo-Hollis H. 1978. *Las cactáceas de México*. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Butterworth CA, Cota-Sánchez JH, Wallace RS. 2002. Molecular systematics of Tribe Cacteae (Cactaceae: Cactoideae): A phylogeny based on *rpl16* intron sequence variation. *Syst. Bot.* 27: 257-270.

Castillo-Landero JP, Valiente-Banuet A. 2010. Species-specificity of nurse plants for the establishment, survivorship, and growth of a columnar cactus. *Am. J. Bot.* 97: 1289-1295.

CBOL (plant working group). 2009. A DNA barcode for land plants. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 106: 12794-12796.

Dávila-Aranda P, Arias-Montes S, Lira-Saade R, Villaseñor JL, Valiente-Banuet A.

2002. Phytogeography of the columnar cacti (Tribe Pachycereeae) in Mexico: A cladistic approach. pp. 25-41. En: Fleming TH, Valiente-Banuet A (eds.) *Columnar cacti and their mutualists. Evolution, Ecology, and Conservation*. The Arizona University Press, Tucson.

Esparza-Olguín L, Valverde T, Vilchis-Anaya E. 2002. Demographic analysis of a rare columnar cactus (*Neobuxbaumia macrocephala*) in the Tehuacan Valley, México. *Biol. Conserv.* 103: 349-359.

Esparza-Olguín L, Valverde T, Mandujano MC. 2005. Comparative demographic analysis of three *Neobuxbaumia* species (Cactaceae) with differing degree of rarity. *Pop. Ecol.* 47: 229-245.

Flores-Ortiz CM, Dávila P, Portilla LBH. 2003. Alkaloids from *Neobuxbaumia* species. *Bioch. Syst. Ecol.* 31: 581-585.

Flores-Ortiz CM. 2004. Quimiotaxonomía del género *Neobuxbaumia*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 112 pp.

Godínez-Álvarez H, Valverde T, Ortega-Baes P. 2003. Demographic trends in the Cactaceae. *Bot. Rev.* 69: 173-203.

Godínez-Álvarez H, Valiente-Banuet A. 2004. Demography of the columnar cactus *Neobuxbaumia macrocephala*: a comparative approach using population projection matrices. *Plant Ecol.* 174: 109-118.

Guzmán U, Arias S, Dávila P. 2003. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. UNAM-CONABIO. México.

Guzmán U, Arias S, Dávila P. 2007. Catálogo de Autoridades Taxonómicas de las Cactáceas (Cactaceae: Magnoliopsida) de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyectos Q045 y AS021. México.

Hall TA. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucl. Acids. Symp. Ser.* 41: 95-98.

Hartmann S, Nason JD, Bhattacharya D. 2002. Phylogenetic origins of *Lophocereus* (Cactaceae) and the senita cactus-senita moth pollination mutualism. *Am. J. Bot.* 89: 1085-1092.

Hernández-González O, Briones-Villarreal O. 2007. Crassulacean acid metabolism photosynthesis in columnar cactus seedlings during ontogeny: The effect of light on nocturnal acidity accumulation and chlorophyll fluorescence. *Am. J. Bot.* 94: 1344-1351.

Hernández-Hernández T, Hernández HM, De Nova JA, Puente R, Eguarte LE, Magallón S. 2011. Phylogenetic relationships and evolution of growth form in Cactaceae (Caryophyllales: Eudicotyledoneae) *Am. J. Bot.* 98: 44-61.

Lahaye R, van der Bank M, Bogarin D, Warner J, Pupulin F, Gigot G, Maurin O, Duthoit S, Barraclough TG, Savolainen V. 2008. DNA barcoding the floras of biodiversity hotspots. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 105: 2923-2928.

Lomolino MV, Riddle BR, Brown HJ. 2009. *Biogeography*. 3ª Ed. Sinauer. Sunderland, Massachusetts.

Maddison WP, Maddison DR. 2011. Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 2.75 <http://mesquiteproject.org>

Morrone JJ. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Rev. Mex. Biodiv.* 76: 207-252.

Nyffeler R. 2002. Phylogenetic relationships in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from *trnK/matK* and *trnL-trnF* sequences. *Am. J. Bot.* 89: 312-326.

Peterson AT. 2008. Parsimony analysis of endemism (PAE) and studies of Mexican biogeography. *Rev. Mex. Biodiv.* 79: 541-542.

Ruedas M, Valverde T, Zavala-Hurtado JA. 2006. Analysis of the factors that affect the distribution and abundance of three *Neobuxbaumia* species (Cactaceae) that differ in their degree of rarity. *Acta Oecol.* 29: 155-164.

Terrazas T, Loza-Cornejo S. 2002. Phylogenetic Relationships of Pachycereeae: A Cladistic Analysis Based on Anatomical-Morphological Data. pp. 66-86. En: Fleming TH, Valiente-Banuet A (Eds.) *Columnar cacti and their mutualists. Evolution, ecology, and conservation*. The Arizona University Press, Tucson.

Valiente-Banuet A, Rojas-Martínez A, Arizmendi MC, Dávila P. 1997. Pollination biology of two columnar cacti (*Neobuxbaumia mezcalaensis* and *Neobuxbaumia macrocephala*) in the Tehuacan Valley, central México. *Am. J. Bot.* 84: 452-455.

Yesson C, Bárcenas TC, Hernández HM, Ruiz-Maqueda ML, Prado A, Rodríguez VM, Hawkins JA. 2011. DNA barcodes for Mexican Cactaceae, plants under pressure from wild collecting. *Mol. Ecol. Res.* 11: 775-783.



Filogenia del género *Disocactus* (Cactaceae)

Miguel Ángel Cruz Espindola & Salvador Arias

Instituto de Biología, Jardín Botánico, UNAM
Correo electrónico: sarias@ibiologia.unam.mx

Introducción

La subfamilia Cactoideae agrupa el mayor número de especies y de diversidad en formas de crecimiento (Nyffeler 2002). La mayoría de sus géneros han diversificado en regiones áridas y semiáridas, no obstante otros lo han hecho en regiones tropicales, donde desarrollaron formas de crecimiento entre trepador y epífita, posiblemente como una adaptación a estos ambientes. Actualmente se conocen dos centros de diversificación para las cactáceas trepadoras y epífitas; el primero se localiza en los bosques tropicales de Sudamérica (sureste de Brasil y secundariamente en el este de Bolivia y regiones adyacentes), con una gran diversidad de la tribu Rhipsalideae (Barthlott 1983); el segundo se ubica en los bosques tropicales y templados del sur de México a Centroamérica, donde la tribu Hylocereeae tiene su centro de diversificación (Bravo-Hollis & Arias 1999).

En la propuesta de clasificación más reciente para la familia se aceptan 11 géneros que agrupan aproximadamente 150 especies de cactáceas trepadoras y epífitas (Hunt *et al.* 2006). Sin embargo, mediante los recientes estudios filogenéticos, surge el interrogante de cuántas veces ha surgido la forma de crecimiento epífita como linaje en las cactáceas. Aun no hay un consenso en el número de eventos evolutivos independientes, mediante los cuales se originaron las cactáceas epífitas. Esto se debe principalmente a los pocos estudios filogenéticos realizados para la tribu Hylocereeae. Inicialmente se propuso que las epífitas se originaron desde un solo evento evolutivo (Buxbaum 1958), y más recientemente se proponen tres eventos independientes (Nyffeler 2002, Korotkova *et al.* 2010).

Según Bauer (2003) y Hunt *et al.* (2006), Hylocereeae comprende seis géneros; sin embargo, ante la ausencia de estudios filogenéticos directos que pongan a prueba la monofilia de estos géneros, desconocemos el número de linajes que deberían reconocerse como géneros, así como también se desconoce si Hylocereeae representa un grupo natural. Uno de los casos en conflicto es el género *Disocactus* Lindley, por incluir a varios nombres genéricos alternos. Las especies que actualmente están incluidas dentro de este género son arbustos que crecen como trepadores o epífitos facultativos; tallos cilíndricos con costillas o filocladios; espinas setosas o ausentes; flores diurnas, infundibuliformes o tubulares, actinomorfas o falsamente zigomorfas, de colores brillantes; fruto con espinas o con pequeñas escamas o casi desnudos (Hunt 2006). El número de especies incluidas ha variado a lo largo del conocimiento taxonómico de la familia Cactaceae. Bauer (2003) y Hunt *et al.* (2006) consideran 11 especies las cuales reúnen en cuatro subgéneros: *Ackermannia*,



Figura 1. A) Subgénero *Ackermannia* (tallos con costillas: *D. speciosus*), B) Subgénero *Aporocactus* (tallos cilíndricos: *D. martianus*), C) Subgénero *Nopalxochia* (tallos en filocladios: *D. phyllanthoides* (tomado de Rowley, 1994)) y D) Subgénero *Disocactus* (tallos en filocladios: *D. macranthus*) (Autor: MA Cruz Espindola).

nia, *Aporocactus*, *Nopalxochia* y *Disocactus* (Fig. 1). El subgénero *Ackermannia* presenta tallos con costillas (3-7) o filocladios, pueden presentar espinas abundantemente o no, y las flores son actinomorfas; mientras que el subgénero *Aporocactus* presenta tallos cilíndricos (6-12 costillas) densamente cubierto de espinas, las flores pueden ser falsamente zigomorfas o no; en el subgénero *Nopalxochia* el tallo es un filocladio con pequeñas espinas, la flor es falsamente zigomórfica y el tubo receptacular lleva brácteas. Por otra parte, en el subgénero *Disocactus* los tallos son filocladios sin espinas, las flores son falsamente zigomorfas, con el pericarpelo y tubo receptacular casi siempre desnudo o con espinas muy pequeñas. En este escenario taxonómico, prácticamente todos los nombres referidos como subgéneros o secciones fueron propuestos como géneros independientes por otros taxónomos, con base en comparaciones morfológicas principalmente de tallos y flores (p.e. Bravo-Hollis 1978, Barthlott 1991, Kimnach 1993, Bauer 2003).

Mediante filogenias generadas a partir de datos moleculares, y en menor magnitud con datos estructurales, se ha incrementado la evidencia de que diversas tribus y géneros no son monofiléticos, existe convergencia en diferentes caracteres estructurales, incluyendo la forma de



crecimiento (Nyffeler 2002, Terrazas & Arias 2003, Bárcenas *et al.* 2011, Butterworth & Wallace 2004, Arias *et al.* 2005, Korotkova *et al.* 2010). Tomando en cuenta la forma de crecimiento epífita y la fluctuación en la circunscripción del género *Disocactus*, parece adecuado poner a prueba la monofilia de este género mediante el uso de datos moleculares y estructurales.

En la actualidad, *Disocactus* incluye 11 especies (Bauer 2003, Hunt *et al.* 2006) con base en distintos caracteres morfológicos que comparten. ¿Es la compartición de estos caracteres debida a un origen monofilético o a la convergencia en la forma de crecimiento o de estructuras reproductivas?

El presente estudio tiene como objetivo general poner a prueba la monofilia del género *Disocactus*, y en particular evaluar si los cuatro subgrupos propuestos (*Aporocactus*, *Nopalxochia*, *Ackermannia* y *Disocactus*) son monofiléticos. El estudio se realizará mediante el uso de dos conjuntos de datos informativos: caracteres estructurales (morfológicos y anatómicos) y moleculares del cpADN. El conjunto de caracteres estructurales incluye los vegetativos, la forma del tallo, los reproductivos, como la ornamentación de la semilla, así como atributos anatómicos del tallo, como la estructura de la madera. El segundo conjunto está representado por una serie de marcadores moleculares: *rpl16*, *trnK*, *matK*, *trnL-F*, *psbA-trnH* y *trnQ-rps16* (Korotkova *et al.* 2010, 2011).

Metodología

El género *Disocactus* se distribuye desde el centro de México hasta Centroamérica, localizándose el mayor número de especies en México. La colecta del material biológico de las poblaciones naturales para las especies se realizará en base a la literatura y a la información de los herbarios BIGU, HNT, MEXU, US, XAL. A partir del material colectado e identificado se realizará la extracción de ADN. Esta y la amplificación de los marcadores moleculares se realizará siguiendo protocolos estandarizados (Korotkova *et al.* 2010, Bárcenas *et al.* 2011), ajustándolos a nuestras muestras. Para la evaluación de los caracteres anatómicos de las muestras colectadas (anatomía del tallo), se emplearán dos individuos por especie. Los tallos se cortarán en segmentos transversales en la parte apical, parte media y parte basal, removiendo previamente las espinas en aquellas especies que presenten, y un corte longitudinal para la base. Las muestras de tallo se fijarán en una solución de FAA; posteriormente se deshidratarán en alcohol terbutílico en un cambiador automático marca Leica; finalmente, los tejidos se incluirán en parafina. Los cortes se realizarán con un micrótopo rotatorio de entre 12-16 µm, y se teñirán en safranina verde rápido para montarse en resina sintética de acuerdo a las técnicas anatómicas convencionales (Johansen 1940). La comparación de los caracteres morfológicos de la semilla se realizará en base a observaciones y fotografías que se tomarán con un microscopio electrónico de barrido (MEB) del IBUNAM. Para ello las semillas serán lavadas en una solución de 50 ml de agua destilada y tres gotas de detergente biológico Tween a una tempera-

tura de 70 °C, durante cinco minutos con agitación. El ciclo se repetirá hasta retirara la mayor cantidad de mucílago y restos de tejidos adheridos sobre la cubierta seminal. Después se limpiarán con ultrasonido con agua destilada, dejándolas secar dentro de tubos Eppendorf. Se montarán tres semillas, dos mostrando las regiones laterales y una mostrando la región hilomicropilar, en una portamuestras de latón recubierto con cinta conductiva de carbón y se cubrirán con una capa de oro en un ionizador de metales Emitech K550. La descripción de los caracteres de la semilla se hará usando la terminología de Barthlott y Hunt (2000). La reconstrucción filogenética se llevará a cabo empleando los métodos de Máxima Parsimonia y de Inferencia Bayesiana. Ambos métodos emplean un criterio o principio de optimización, bajo este criterio se elige la topología del árbol que muestre la puntuación más alta o más baja; en el caso de la Máxima Parsimonia el árbol elegido es aquel que presente el menor número de cambios de carácter, y para la Inferencia Bayesiana el árbol seleccionado es aquel que presente la mayor probabilidad posterior. Este proyecto es parte de los estudios de doctorado de M.A. Cruz en el programa de Posgrado de Ciencias Biológicas de la UNAM, con la asesoría de S. Arias.

Literatura citada

- Arias S, Terrazas T, Arreola-Nava HJ, Vázquez-Sánchez M, Cameron KM. 2005. Phylogenetic relationships in *Peniocereus* (Cactaceae) inferred from plastid DNA sequence data. *J Plant Res.* 118: 317-328.
- Barcenas RT, Yesson C, Hawkins JA. 2011. Molecular systematics of the Cactaceae. *Cladistic*, 27: 1-20.
- Barthlott W. 1983. Biogeography and evolution in neo- and paleotropical Rhipsalidae (Cactaceae). En Kubitzki K (ed.). *Dispersal and distribution. Sonderbd. Naturwissenschaft. Ver. Hamburg* 7: 241-248.
- Barthlott W. 1991. *Disocactus*. En Hunt, D.R. y Taylor, N.P. (eds.). *Notes on miscellaneous genera of Cactaceae. Bradleya* 9: 81-92.
- Bauer R. 2003. A synopsis of the tribe Hylocereeae F. Buxb. Cactaceae, *Systematics Initiatives*, 17.
- Bravo-Hollis H. 1978. *Las cactáceas de México*, Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Bravo-Hollis H, Arias S. 1999. Sinopsis de la familia Cactaceae en Mesoamérica. *Cact. Suc. Mex.* 44: 4-15.
- Butterworth CA, Wallace RS. 2004. Phylogenetic studies of *Mammillaria* (Cactaceae) insights from chloroplast sequence variation and hypothesis testing using the parametric bootstrap. *Am. J. Bot.* 91: 1086-1098.
- Hunt D. 2006. *The New Cactus Lexicon*. Dh Books, Milborne Port, UK.
- Johansen DA. 1940. *Plant microtechnique*. MacGraw-Hill. New York
- Korotkova N, Zabel L, Quandt D, Barthlott W. 2010. A phylogenetic analysis of *Pfeiffera* and reinstatement of *Lymanbensonia* as an independently evolved lineage of epiphytic Cactaceae within a new tribe *Lymanbensoniaceae*. *Willdenowia* 40: 151-172.
- Korotkova N, Borsch T, Quandt D, Taylor NP, Müller KF, Barthlott W. 2011. What does it take to resolve relationships and to identify species with molecular markers? An example from the epiphytic Rhipsalidae (Cactaceae). *Am. J. Bot.* 98: 1549-1572.
- Nyffeler R. 2002. Phylogenetic relationships in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from *trnK*, *matK* and *trnL-trnF* sequences. *Am. J. Bot.* 9: 312-326.
- Rowley GD. 1994. The Sesse and Mociño cactus plates. *Bradleya* 12.



ARTÍCULOS DIVULGATIVOS

Sinopse das Cactaceae epífitas ocorrentes em Pernambuco, Brasil

André Filipe Pastor¹, Emerson Antonio Rocha²
& George Sidney Baracho¹

¹Laboratório de Biologia Vegetal, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco, Rua Arnóbio Marques, 310, Santo Amaro, CEP 50.100-130, Recife, Pernambuco, Brasil

²Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rod. Ilhéus-Itabuna Km 16, Salobrinho, CEP 45650-000, Ilhéus, Bahia, Brasil.
Correo electrónico: lucenaemerson@yahoo.com.br

Abstract

The family Cactaceae Juss. presents almost 125 genera and 1900 species, and occurs only in tropical and temperate regions in Americas. The third greatest diversity center of Cactaceae is in Brazil, where $\frac{3}{4}$ of species are endemic, totaling 162 species in the country. Epiphytic cactus are part of the subfamily Cactoideae, tribe *Hylocereeae* F. Buxbaum or *Rhipsalideae* DC, and present a high economic value, specially because of their ornamental potential. This study aimed to present the synopsis of the epiphytic cactus from the genera *Lepismium*, *Rhipsalis* and *Hylocereus*, which are part of the flora of Pernambuco state. This study was made in three steps: (i) samples and observations in the field to collect data on morphology, phenology and ecology of species studied; (ii) search and consult of specimens deposited in the herbariums HST, IPA, PEUFR and UFP, besides analyses of electronic types from the herbariums F, IPA, NY, RBR e US; (iii) search for species in the literature. Pernambuco state presents four genera and nine species of epiphytic cactus: *Epiphyllum phyllanthus*, *Hylocereus setaceus*, *Lepismium cruciforme*, *Rhipsalis baccifera* (J.S. Muell.) Stearn subsp. *baccifera*, *R. cereuscula*, *R. crispata*, *R. floccosa* subsp. *floccosa*, *Rhipsalis lindbergiana* and *R. paradoxa* subsp. *septentrionalis*. These species occur in fragments of Atlantic Rain Forest and Altitudinal Swamps in Pernambuco, up to 800 m.a.s.l.; however, habitat loss and fragmentation, together with illegal extraction of epiphytic cactus supported by an illegal market of ornamental plants, all put in danger of extinction these endemic species from Atlantic Rain Forest, specially from genera *Hatiora*, *Rhipsalis* and *Schlumbergera*.

Keywords: epiphyte, Cactaceae, Atlantic Rain Forest, northeastern

Resumo

A família Cactaceae Juss. apresenta aproximadamente 125 gêneros e 1.900 espécies, ocorrendo em regiões tropicais e temperadas do Novo Mundo. O Brasil é considerado o terceiro maior centro de diversidade das Cactaceae, onde cerca de $\frac{3}{4}$ das espécies que ocorrem no país são endêmicas, com um total de 162 espécies nativas. Os cactos epífitos pertencem principalmente à subfamília Cactoideae, tribos *Hylocereeae* F. Buxbaum e *Rhipsalideae* DC. As Cactaceae epífitas apresentam grande importância econômica, principalmente no que se refere ao seu potencial ornamental. O presente trabalho teve como objetivo elaborar uma sinopse das Cactaceae epífitas, representadas pelos gêneros *Epiphyllum*, *Lepismium*, *Rhipsalis* e *Hylocereus*, em contribuição ao conhecimento da Flora de Pernambuco. O estudo foi desenvolvido em três etapas: (i) coletas e observações de campo visando o levantamento de informações sobre a morfologia, fenologia e ecologia das espécies coletadas; (ii) levantamento e consulta às coleções depositadas nos herbários HST, IPA, PEUFR e UFP, além análise de tipos eletrônicos dos herbários F, IPA, NY, RBR e US; (iii) e levantamento de literatura especializada. O Estado de Pernambuco está representado por quatro gêneros e nove espécies de cactáceas epífitas: *Epiphyllum phyllanthus*, *Hylocereus setaceus*, *Lepismium cruciforme*, *Rhipsalis baccifera* subsp. *baccifera*, *R. cereuscula*, *R. crispata*, *R. floccosa* subsp. *floccosa*, *Rhipsalis lindbergiana* e *R. paradoxa* subsp. *septentrionalis*. As espé-

cies ocorrem nos fragmentos de Floresta Atlântica e Brejos de Altitude do estado, em altitudes até cerca de 800 m.s.n.m. Entretanto, a destruição e fragmentação de habitats, bem como a extração ilegal destas cactáceas epífitas para o comércio ilegal de plantas ornamentais, tem ameaçado de extinção diversas espécies endêmicas da Mata Atlântica pertencentes principalmente aos gêneros *Hatiora*, *Rhipsalis* e *Schlumbergera*.

Palavras chaves: epífitas, Cactaceae, Mata Atlântica, Nordeste do Brasil.

Introdução

A família Cactaceae Juss. apresenta aproximadamente 125 gêneros e 1.900 espécies (Areces 2004, Rocha *et al.* 2006), ocorrendo em regiões tropicais e temperadas do Novo Mundo. O Brasil é considerado o terceiro maior centro de diversidade das Cactaceae, onde cerca de $\frac{3}{4}$ das espécies que ocorrem no país são endêmicas, com um total de 162 espécies nativas (Taylor & Zappi 2004). A família é subdividida em três subfamílias, Pereskioideae Engelm., Opuntioideae Burnett e Cactoideae Eaton (Barthlott & Hunt 1993). Modernamente também se reconhece Maihuenioideae, aunque no está em Brasil.

Cactos epífitos pertencem principalmente à subfamília Cactoideae, tribos *Hylocereeae* e *Rhipsalideae* (Pastor *et al.*, submetido). A tribo *Hylocereeae* inclui plantas rupícolas, de caules aplanados ou angulados e flores médias a grandes, diurnas ou noturnas, pertencentes aos gêneros *Pseudorhipsalis* Britton & Rose, *Disocactus* Lindley, *Epiphyllum* Haworth, *Selenicereus* (Berger) Bri-



Rhipsalis floccosa Salm-Dyck ex Pfeiff., e seus frutos hialinos em areolas lanuginosas. (Autor: E. Lucena).



ttton & Rose, *Hylocereus* (Berger) Britton & Rose y *Weberocereus* Britton & Rose (Bauer & Waechter 2006). A maior parte das espécies ocorre na América Central, região de maior riqueza da Tribo, e apenas algumas outras abrangem toda América tropical (Barthlott & Hunt 1993). A tribo *Rhipsalideae*, de acordo com Barthlott & Taylor (1995), compreende uma das nove tribos pertencentes a Cactoideae com apenas quatro gêneros, *Lepismium* Pfeiffer (14 sps.), *Rhipsalis* Grant (33 sps.), *Hatiora* Britton & Rose (5 sps.) e *Schlumbergera* Lemaire (6 sps.), totalizando 58 espécies. Ocorre principalmente no leste da América do Sul e tem os centros de diversidade localizados no sudeste do Brasil e leste da Bolívia (Bauer & Waechter 2006). São plantas epífitas, pendentes, de caule e ramos cilíndricos e ramificados, angulosos ou planos, desarmados; aréolas sustentando um tufo de pêlos lanosos ou cerdosos; flores geralmente solitárias, reduzidas, com poucos segmentos do perianto e estames poucos a numerosos; frutos reduzidos, globosos ou oblongos, sucosos, brancos ou coloridos, pericarpo glabro e sementes diminutas poucas a numerosas (Zappi 1994).

As Cactaceae epífitas apresentam grande importância econômica, principalmente no que se refere ao seu potencial ornamental, existindo diversas espécies dos gêneros *Epiphyllum*, *Hatiora*, *Hylocereus*, *Rhipsalis* e *Schlumbergera*, que são cultivadas e comercializadas em grande parte do território brasileiro.

No Brasil, alguns estudos florísticos e taxonômicos em Cactaceae têm sido reportados principalmente por Lombardi (1991-1995), Zappi & Taylor (2003), Bruxel & Jasper (2005) e Bauer & Waechter (2006), em especial para os gêneros *Melocactus* Linnaeus (Link & Otto) (Taylor 1991), *Pilosocereus* Byles & Rowley (Zappi 1994) e *Rhipsalis* (Lombardi 1991, 1995). Em Pernambuco, estudos sobre Cactaceae limitam-se a listagens de floras e flóruas locais e abordagens anatômicas (Arruda *et al.* 2005).

O presente trabalho teve como objetivo elaborar uma sinopse das Cactaceae epífitas, representadas pelos gêneros *Epiphyllum*, *Lepismium*, *Rhipsalis* e *Hylocereus*, em contribuição ao conhecimento da Flora de Pernambuco.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido em três etapas: (i) coletas e observações de campo visando o levantamento de informações sobre a morfologia, fenologia e ecologia das espécies coletadas; (ii) levantamento e consulta às coleções depositadas nos herbários HST e PEUFR, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFP, da Universidade Federal de Pernambuco, e IPA, da Empresa Pernambucana de Pesquisas Agropecuárias, além análise de tipos dos herbários F, IPA, NY, RBR e US (todos os acrônimos estão listados segundo Holmgren *et al.* 1990); (iii) e levantamento de literatura especializada. A identificação das espécies foi baseada na análise dos espécimes coletados e herborizados e na bibliografia disponível, incluindo trabalhos clássicos, pro-



Rhipsalis cereuscula Haw., em detalhe cladódios com ramificações acrotônicas e frutos de cor verde. (Autor: E. Lucena)

tólogos e revisões mais recentes. Os autores encontram-se abreviados de acordo com Brummitt & Powell (1992) e as obras e protólogos seguem o IPNI (2004).

Resultados

O estudo florístico e taxonômico revelou para o Estado de Pernambuco, até o presente, a ocorrência de quatro gêneros e nove espécies de cactáceas epífitas: *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw., *Hylocereus setaceus* (Salm-Dyck ex DC.) Ralf Bauer, *Lepismium cruciforme* (Vell.) Miq., *Rhipsalis baccifera* (J.S. Muell.) Stearn subsp. *baccifera*, *R. cereuscula* Haw., *R. crispata* (Haw.) Pfeiff., *R. floccosa* Salm-Dyck ex Pfeiff. subsp. *floccosa*, *Rhipsalis lindbergiana* K. Schum. e *R. paradoxa* subsp. *septentrionalis* N.P. Taylor & Barthlott. As espécies ocorrem nos fragmentos de Floresta Atlântica e Brejos de Altitude do estado, em altitudes até cerca de 800 m.s.n.m. Em geral, as espécies apresentam uma sobreposição nos períodos de floração e frutificação, que variam de abril a dezembro. Entretanto, a destruição e fragmentação de habitats, bem como a extração ilegal destas cactáceas epífitas para o comércio ilegal de plantas ornamentais, tem ameaçado de extinção diversas espécies endêmicas da Mata Atlântica pertencentes principalmente aos gêneros *Hatiora*, *Rhipsalis* e *Schlumbergera*, necessitando de ações efetivas que garantam a proteção dos fragmentos florestais ainda existentes deste bioma, possibilitando assim a sobrevivência destas espécies. É importante destacar que ações e estratégias neste sentido já foram contempladas no Plano de Ação para a Conservação das Cactáceas – PAN Cactáceas (Zappi *et al.* 2011), apontando caminhos para a recuperação dos 28 táxons ameaçados no Brasil, o que representará um grande avanço, caso seja implementado.



Chave de separação das Cactaceae epífitas ocorrentes em Pernambuco

1. Plantas de flores médias a grandes, noturnas tribo *Hylocereeae*
 2. Caule aplanado *Epiphyllum phyllanthus*
 2. Caule anguloso e triangular *Hylocereus setaceus*
1. Plantas de flores em geral pequenas ou diurnas tribo *Rhipsalidae*
 3. Cladódios com ramificações mesotônicas *Lepismium cruciforme*
 3. Cladódios com ramificações acrotônicas 4
 - 4 . Flores de corola campanulada *Rhipsalis cereuscula*
 4. Flores de corola reflexa 5
 5. Pericarpelo imerso sob a superfície do ramo em um alvéolo 6
 5. Pericarpelo emerso sobre a superfície do ramo 7
 6. Ramos mais velhos geralmente cilíndricos *R. floccosa* subsp. *floccosa*
 6. Ramos mais velhos costados ou angulosos, com 3-4 costelas.....*R. paradoxa* subsp. *septentrionalis*
 7. Segmentos caulinares truncados na base; aréolas com 1-4 flores *R. crispata*
 7. Segmentos caulinares truncados na base; aréolas com apenas 1 flor 8
 8. Segmentos caulinares terminados em aréolas compostas *R. baccifera* subsp. *baccifera*
 8. Segmentos caulinares sem aréolas no ápice *R. lindbergiana*

Sinopse das espécies

1. *Epiphyllum*

1.1. *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw

Material selecionado: Brasil. Pernambuco: Mun. Maraial, 24/IV/1997 (fl., fr.), G.S. Baracho & J.A. Siqueira-Filho s.n. (UFP 18.678).

2. *Hylocereus*

2.1. *Hylocereus setaceus* (Salm-Dyck ex DC.) Ralf Bauer

Material selecionado: Brasil. Pernambuco: Mun. Caruaru, 26/XI/2006 (fr.), E.A. Rocha et al. (UFP).

3. *Lepismium*

3.1. *Lepismium cruciforme* (Vell.) Miq., Bull. Sci. Phys. Nat. Neerl. 49: 1838.

Material selecionado: Brasil. Pernambuco: Mun. Taquaritinga do Norte, 12/XI/1993 (fl., fr.), V.C. Lima et al. s.n. (IPA 32353).

4. *Rhipsalis*

4.1. *Rhipsalis baccifera* (J.S. Muell.) Stearn subsp. *baccifera*, Cact. J. (Croydon). 7(4): 107. 1939.

Material selecionado: Brasil. Pernambuco: Mun. Maraial, 21/X/1997 (fl.), J.A.Siqueira-Filho & G.S. Baracho 753/695 (UFP 21378).

4.2. *Rhipsalis cereuscula* Haw., Philos. Mag. Ann. Chem. 7: 112. 1830.

Material selecionado: Brasil. Pernambuco: Mun. Taquari-

tinga do Norte, 21/X/1997 (fl.), G.S. Baracho & J.A. Siqueira-Filho 759/836 (UFP).

4.3. *Rhipsalis crispata* (Haw.) Pfeiff., Enum. Diagn. Cact. 130. 1837.

Material selecionado: Brasil. Pernambuco: Mun. Jaqueira, Usina Colônia, 02/XI/2001, J.A. Siqueira-Filho 1.177 (UFP).

4.4. *Rhipsalis floccosa* Salm-Dyck ex Pfeiff. subsp. *floccosa*, Enum. Diagn. Cact. 134. 1837.

Material selecionado: Brasil. Pernambuco: Mun. Bezerros, Sapucarana, 07/II/2006, P. Gomes et al. 168 (UFP).

4.5. *Rhipsalis lindbergiana* K. Schum., Fl. Bras. 4(2): 271. 1890.

Material selecionado: Brasil. Pernambuco: Mun. Jaqueira, Serra do Urubu, Usina Colônia, 15/XI/2001, J.A. Siqueira-Filho 1.195 (UFP).

4.6. *Rhipsalis paradoxa* subsp. *septentrionalis* N.P. Taylor & Barthlott, Bradleya 13: 57. 1995.

Material selecionado: Mun. Primavera, IV/1988, P.J. Braun s.n., cultivada Universidade Bonn, Alemanha, 1995 (K).

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida ao primeiro autor.

Referências

- Areces, A. 2004. Cactaceae. *Flowering plants of the Neotropics*.
- Arruda EC, Alves M, Melo-de-Pinna GF. 2004. Elementos traqueais em cinco taxa de Cactaceae da caatinga pernambucana. *Acta Bot. Bras.* 18: 731-736.
- Bauer D, Waechter JL. 2006. Sinopse taxonômica de Cactaceae epífitas no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, São Paulo, v. 20, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 29 Nov 2006. doi: 10.1590/S0102-33062006000100021.
- Barthlott W, Hunt DR. 1993. Cactaceae. Kubitzki, K. *The families and genera of vascular plants*. Springer, Berlin 2: 161-197.
- Barthlott W, Taylor NP. 1995. Notes towards a monograph of Rhipsalideae (Cactaceae). *Bradleya* 13: 43-79.
- Brummitt RK, Powell CE. 1992. *Authors of Plant Names*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Bruxel J, Jasper A. A família Cactaceae na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, RS, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, São Paulo, v. 19, n. 1, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo>>. Acesso em: 07 Dez 2006. doi: 10.1590/S0102-33062005000100008.
- Lombardi JA. 1991. O gênero *Rhipsalis* Gärtner (Cactaceae), no estado de São Paulo I. Espécies com ramos cilíndricos ou subcilíndricos. *Acta Bot. Bras.* 5: 53-76.
- Lombardi JA. 1995. O gênero *Rhipsalis* Gärtner (Cactaceae), no estado de São Paulo II. Espécies com ramos aplanados. *Acta Bot. Bras.* 9: 151-161.
- Rocha EA, Agra MF, Zappi D, Taylor N. 2006. Lista das Cactaceae no Estado da Paraíba, Brasil. *Bradea* 11: 61-66.
- Taylor NP. 1991. The genus *Melocactus* (Cactaceae) in Central and South America. *Bradleya* 9: 1-80.
- Taylor NP, Zappi DC. 2004. Cacti of Eastern Brazil. Royal Botanic Gardens. Kew. 499 p.
- Zappi DC. 1994. *Pilosocereus* (Cactaceae). The genus in Brazil. *Succulent Plant Research* 3: 1-160.
- Zappi DC, Taylor NP. 2003. Flora de Grão Mogol, Minas Gerais: Cactaceae. *Bol. Bot. Univ. São Paulo*, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 147-154.
- Zappi DC et al. 2011. Plano Nacional para a Conservação das Cactáceas. Suelma Ribeiro Silva et al. (Org.). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), Série Espécies Ameaçadas, n. 24, Brasília, 112 p.



NOTAS BREVES

Visita al hábitat de *Maihueniopsis archiconoidea*

Carlos Quevedo Flores

Foro Grupo Copiapo

Santiago de Chile, Chile

Correo electrónico: cquevedo30@hotmail.com

Durante el año 2012 visité la zona precordillerana de Vallenar (3ª región Chile), específicamente la localidad de Chollay, pequeño pueblo enclavado a 2.200 m de altura. La zona se ubica al este de la localidad tipo para *Maihueniopsis archiconoidea* Ritter, cactácea del grupo Opuntioideae, descubierta y descrita por F. Ritter. Hoy en día está desplazada de las zonas más bajas por cultivos de viñedos, y además está sometida a fuertes presiones antrópicas y climáticas, siendo clasificada como Vulnerable (Lista Roja de la UICN).

La población visitada está sobre suelo arenoso, granítico, con fuerte irradiación solar, en laderas de exposición este, con abundantes arbustos, siendo el más común el "pingo-pingo" (*Ephedra breana* Phil.), que forma asociaciones con *M. archiconoidea*, que también se protege bajo piedras o directamente enterrada en el suelo.

Aunque se informa que pueden formar grupos de hasta 20 cm de diámetro, los observados son pequeños grupos que no superan los 10 cm, estando los más grandes parcialmente secos por la escasez de precipitaciones de los últimos años. Esta situación ha cambiado poco; sin embargo, en el año 2009 se presentaron lluvias veraniegas posiblemente asociadas a la convergencia intertropical, fenómeno que no sucedía hace 20 años, y que permitió el rebrote, la floración y mantener a las escasas poblaciones parcialmente saludables en esta localidad.



Individuo de *Maihueniopsis archiconoidea* con dos frutos. (Autor: C.Q. Flores)



Fruto fresco de *Maihueniopsis archiconoidea* con semillas de tipo lenticular. (Autor: C.Q. Flores)

Se encontraron solo cuatro frutos, dos secos, uno parcialmente seco y otro fresco con un total de 115 semillas viables (mayor número por fruto 46 y menor solo 4). No se observaron plántulas ni plantas jóvenes y las más pequeñas correspondieron a rebrotes desde las largas raíces de estas plantas.



ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Propagación por semilla de cinco especies de plantas del género *Ferocactus* (Cactaceae) sujetas a conservación en el Jardín Botánico de Iztacala

Angel Paz Sánchez

Jardín Botánico de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM Av. De los Barrios Núm. 1, Col. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, C.P. 54090. México

Correo electrónico: breakawaylight@comunidad.unam.mx

Resumen

México es un importante país para la conservación de cactáceas, por sus endemismos y las numerosas interacciones con plantas y animales, como alimento y ornamental, por ello, numerosas especies ven amenazada su existencia por diversas causas como la sobreexplotación y la perturbación de su hábitat. En el presente trabajo se estudió la propagación en invernadero de 5 especies de *Ferocactus* comúnmente explotados. Los resultados fueron los siguientes: *Ferocactus recurvus*, es recomendable imbibir las semillas durante 24h, temperaturas no elevadas, semillas frescas, almacenadas por menos de año y medio. Para *F. histrix* la imbibición y la escarificación mostraron un efecto positivo para la



germinación y resulta conveniente colocar las semillas a la sombra, temperatura ambiente y suficiente humedad. Para *F. latispinus* la imbibición resultó más efectiva, así como emplear semillas longevas y temperaturas elevadas. Para *F. glaucescens* la escarificación fue más exitosa. Para *F. pilosus* es recomendable no enterrar las semillas en el sustrato, disminuir humedad disponible en semilleros y la temperatura, colocar los semilleros bajo luz directa, y emplear semillas frescas.

Palabras clave: escarificación, *Ferocactus*, germinación, imbibición, semilla

Abstract

Mexico is an important country for the conservation of cacti, due to its high percentage of endemisms and because they play an important role with other plant species and animals, food source for humans, and its ornamental role, the reason for several species to be threatened by several causes such as, overexploitation and habitat perturbation, greatly reducing their populations at risk of disappearance. In the present work we studied greenhouse propagation of five *Ferocactus* species commonly exploited (some included in NOM-059). The results indicate that for *Ferocactus recurvus* it is advisable to put seeds in imbibition for 24 h with water, non-elevated temperatures, and use fresh seeds, not stored for more than a year and a half. In *F. hystrix*, both treatments (soaking and scarification) showed a significant positive effect on the seeds, which should be placed in the shade, in a location with adequate temperature and humidity. About *F. latispinus*, imbibition was more effective, it is advisable to use long-lived seeds and high temperatures. With *F. glaucescens*, scarification with sodium hypochlorite was more successful. To *F. pilosus* it is recommended not burying seeds in the substrate, reducing the amount of humidity available in the substratum as well as temperature. If possible, keep seeds away from the shadow to receive direct light, and use fresh seeds.

Keywords: *Ferocactus*, germination, scarification, seed, soaking

Introducción

Las cactáceas representan una importante fuente de alimento para los humanos, y un valioso grupo de plantas ornamentales. Un género de cactáceas ampliamente explotado de forma clandestina es *Ferocactus* Britton & Rose, grupo usado en la confección del tradicional dulce acitronado de biznaga (Alanís *et al.* 2008). Algunas de las especies más utilizadas son *Ferocactus recurvus* (Miller) Borg, cactácea de importancia ornamental por su temprana floración (Pérez-Moreno 2010); *F. hystrix* (De Candolle) Lindsay (biznaga de bola) sumamente explotada para la elaboración del acitrón, varios productos de sus frutos comestibles y actualmente incluida en la NOM-059 (Pérez-Sánchez 2009), *F. latispinus* (Haworth) Britton & Rose (biznaga uña de gato), cuyos frutos son comestibles, y obtención de acitrón de alta calidad, comúnmente saqueada de su hábitat, destruida o vendida como planta ornamental (Arias *et al.* 2000); *F. glaucescens* (De Candolle) Britton & Rose (biznaga azul), especie de valor comercial (Santos 2005), y *F. pilosus* (Salm-Dyck) Werdermann, (biznaga colorada), usada para elaborar "dulce de biznaga" para consumo de botones florales jóvenes (cabuches) en guisados o escabeche, lo que propicia la extracción ilegal de la naturaleza, actualmente incluida en la NOM-059 (Alanís *et al.* 2008).

La importancia de estas especies hace necesaria la puesta en marcha de estrategias de conservación. Los métodos utilizados pueden ser muy diversos, pero la preservación y propagación mediante semillas dada su variabilidad genética y larga viabilidad durante el almacenamiento, representan un gran potencial (Lascuráin 2009). Sin embargo, aunque ya se cuenta con un gran



Figura 1. *Ferocactus latispinus* en fase reproductiva. (Autor: VT Jenny, fuente: <http://desertflower.wordpress.com/2009/01/11/ferocactus-latispinus/>)

número de estudios que evalúan los requerimientos de germinación por semillas (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000), debido a que cada especie tiene sus requerimientos específicos, es importante entender las estrategias reproductivas para la propagación artificial y la conservación de cactáceas (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000).

Debido a esto, este estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de dos tratamientos pre-germinativos: escarificación con hipoclorito de sodio (NaClO) al 30% por 15 min, imbibición en agua durante 24 h y testigo, para la propagación por semilla de cinco especies de *Ferocactus*: *F. recurvus*, *F. hystrix*, *F. latispinus*, *F. glaucescens* y *F. pilosus*.

Material y métodos

Las semillas fueron obtenidas de los frutos maduros de los individuos depositados y sujetos a conservación en el Jardín Botánico Iztacala (JABIZ) de la FESi UNAM, como resultado del decomiso por parte de PROFEPA y SEMARNAT por su comercio ilícito en algunos mercados de la ciudad y el Estado de México. Las semillas fueron almacenadas en frascos de vidrio y colocadas en un sitio fresco bajo sombra durante 17-18 meses, hasta el momento de la siembra. Primero se formaron tres grupos de 100 semillas para cada especie (para un total de tres repeticiones para cada tratamiento y cada especie), y se sometieron a tratamientos pre-germinativos. Un grupo se sometió a imbibición en agua por 24 h, el segundo a escarificación con NaClO al 30% por 15 min, y el tercer grupo como testigo. Posteriormente, las semillas de cada tratamiento y especie fueron colocadas en almácigos en cantidades de 33 semillas para cada uno. El sustrato consistió en una mezcla de tierra con hojarasca y roca volcánica (1:1); finalmente, los almácigos fueron cubiertos con una película



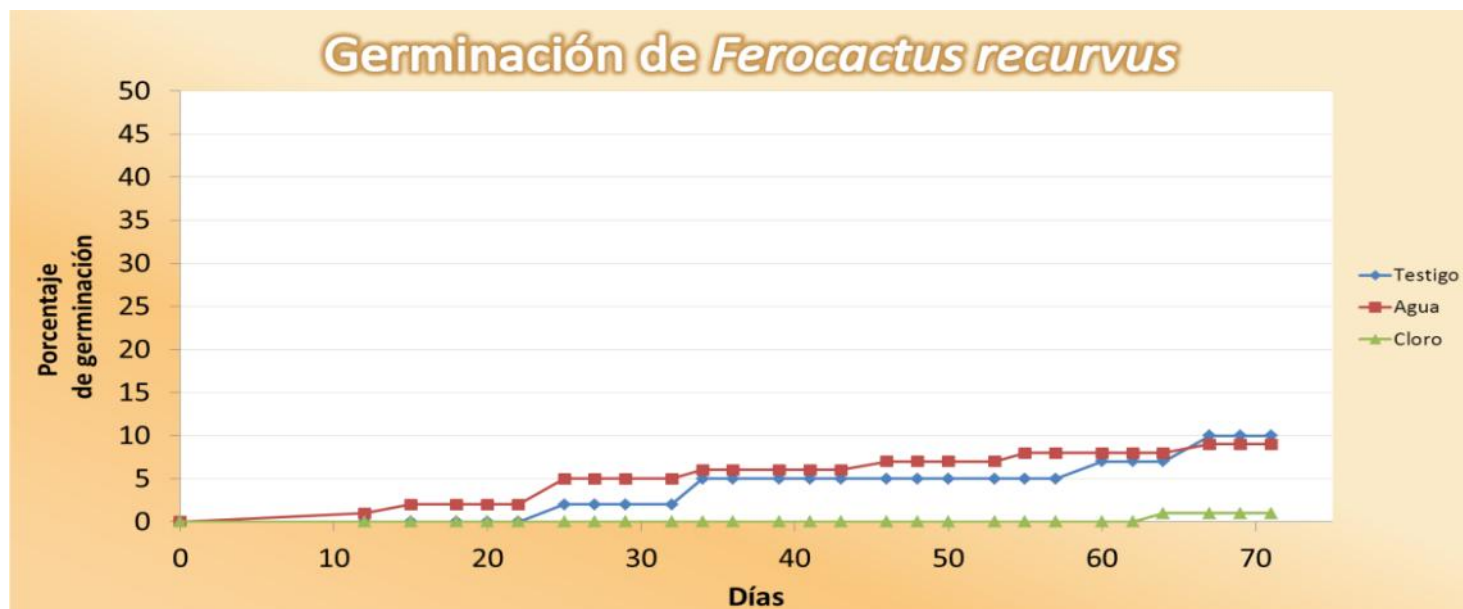


Figura 1.- Porcentaje de germinación de *Ferocactus recurvus* bajo diferentes tratamientos pregerminativos a lo largo de 70 días.

plástica de PVC para conservar la humedad al 70 %. Los almácigos fueron colocados en el invernadero del JABIZ bajo una temperatura de 28°C. Se realizaron riegos periódicos cada tercer día o según el grado de evaporación del almácigo. Se monitoreó la germinación durante 70 días para construir las curvas de germinación de cada tratamiento.

Resultados y discusión

Ferocactus recurvus

El porcentaje de germinación de *F. recurvus* (Fig.1) en el caso de los dos tratamientos y el testigo, fue menor al 11%, siendo las semillas sometidas a imbibición en agua durante 24 h y las testigo, los que presentaron los porcentajes más altos (9 y 10% respectivamente), mientras que las semillas sometidas a escarificación con NaClO al 30% mostraron sólo el 1% de germinación. Se observa una curva de germinación marcadamente escalonada. Contrario a lo esperado, presentaron un bajo porcentaje de germinación, ya que se ha reportado que la propagación de esta especie reporta 90 % de germinación en un periodo de 90 días. (Pérez-Moreno 2010); sin embargo, cabe destacar que se trata de un estudio sobre germinación *in vitro*, método que, aun sin la adición de reguladores de crecimiento asegura un mayor porcentaje de éxito al momento de la propagación por sus condiciones tan controladas. Por este motivo, el índice de germinación a esperar respecto a la siembra tradicional puede ser considerablemente mayor. Un factor determinante en el porcentaje de germinación puede ser la viabilidad de las semillas. Se sabe que la viabilidad de las semillas depende de la edad. Pérez-Moreno (2010) reporta un mayor índice de germinación para *F. recurvus* utilizando semillas extraídas de un fruto fresco y sembradas antes de los 40 días de extracción. Es por ello que en el presente estudio la baja germinación puede deberse a que las semillas perdieron considerablemente su viabilidad al haber sido extraídas y sembradas con 18 meses de diferencia. Es-

to también permitiría explicar que las semillas tratadas con NaClO se hayan visto desfavorecidas significativamente, pues el efecto del compuesto terminó de dañar el embrión ya deteriorado. Las temperaturas altas (mayores a 20°C) decrecen el porcentaje de germinación (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000).

Ferocactus histrix

El porcentaje de germinación de *F. histrix* (Fig. 2) fue mayor al 20 % en el caso de los tratamientos de imbibición y escarificación, con un 21 y 22 %, respectivamente, siendo el grupo testigo el que presentó un número menor de semillas germinadas (16 %). Nuevamente se observa una curva de germinación escalonada, con periodos alternados de estabilización. Los resultados de germinación contrastan con lo esperado, ya que de acuerdo con el Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), la viabilidad de *F. histrix* es elevada (95 %). Sin embargo, en su hábitat natural, la germinación únicamente ocurre en condiciones de sombra y sólo el 11 % crece en espacios abiertos (Escobar-Santos & Huerta-Martínez 1999), ya que la luz solar directa es letal en las plántulas y no genera las condiciones adecuadas de humedad para la germinación. Del mismo modo, Pérez-Sánchez (2009) reporta que semillas de *F. histrix* presentaron porcentajes de germinación más lentos a medida que las temperaturas se incrementaban, siendo 25°C la temperatura óptima para permitir la germinación en un 50 %. Por lo tanto, una mayor cantidad de sombra con una temperatura más baja pudieran permitir un mayor número de plántulas. Del Castillo en 1986 (citado por Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000), reportó que semillas con dos años de antigüedad mantenían alta viabilidad; por lo tanto, existe una baja probabilidad de que el porcentaje de germinación haya sido afectado por el tiempo de almacenamiento de las semillas, pues se utilizaron semillas de 17 meses de edad. Las semillas sometidas a tratamiento de escarificación con NaClO y las de imbibición tuvieron porcentajes significativamente



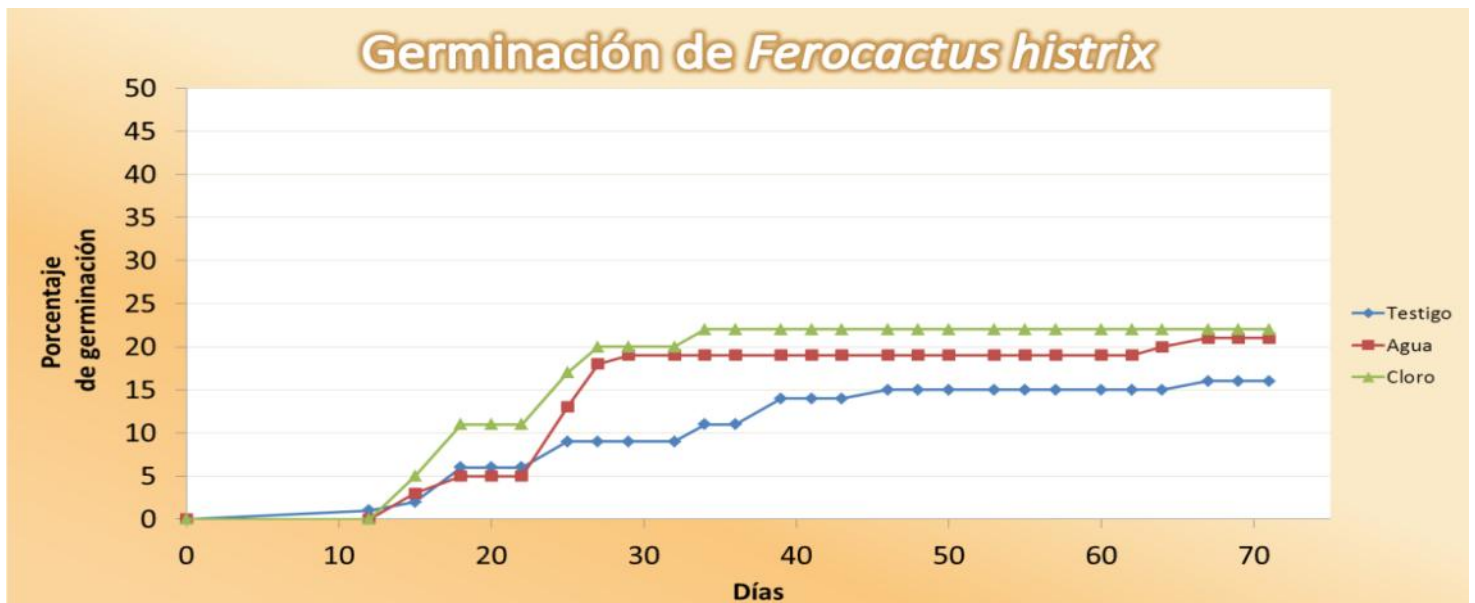


Figura 2.- Porcentaje de germinación de *Ferocactus histrix* bajo diferentes tratamientos pregerminativos, a lo largo de 70 días.

mayores a las semillas sin tratamiento. Esto puede deberse a que, en un entorno natural, las semillas están acostumbradas a mecanismos de reblandecimiento de la semilla, pues al ser consumidas junto con el fruto, pasan a través del tracto digestivo en humanos y posiblemente en otros vertebrados (Del Castillo 1988), paso a través del cual los ácidos digestivos liberan a la semilla de agentes inhibidores, acelerando su germinación hasta más de un 50% (Escobar-Santos & Huerta Martínez 1999). Es por ello que el proceso de escarificación se efectúa con la finalidad de simular esta condición, por lo general utilizando ácido sulfúrico, el cual pudo haber brindado porcentajes mayores de germinación en el presente estudio; sin embargo, se corre el riesgo de matar al embrión de la semilla también, motivo por el cual existen otras alternativas menos agresivas como el NaClO.

Ferocactus latispinus

Los semilleros de *F. latispinus* mostraron que el porcentaje de semillas germinadas sometidas a imbibición fue mayor (36 %) respecto al grupo testigo y de NaClO que presentaron un 27 % y 26 % de germinación respectivamente (Fig. 3). Igualmente, las semillas tratadas con agua fueron las que alcanzaron un mayor porcentaje de germinación en menos tiempo que las demás. Se observa que para *F. latispinus* todas las semillas alcanzaron casi su mayor germinación antes de los 30 días de siembra, además, cabe destacar que ésta especie fue la única especie en alcanzar un porcentaje de germinación mayor al 35 %. No obstante que los resultados esperados eran de porcentajes mayores, ésta especie fue la que presentó los porcentajes más altos de germinación en el presente estudio, así como una estabilización más temprana entre las cinco especies estudiadas en el presente trabajo. Los resultados pueden atribuirse en principio a dos factores, el primero es la elevada temperatura proporcionada por el invernadero donde se mantuvieron para el presente estudio, ya que la temperatura óptima para *F. latispinus* es de 25°C (Rojas-Aréchiga *op. cit.*). Sin embargo, Cota-

Sánchez en 1984 (citado por Rojas-Aréchiga *op. cit.*) obtuvo elevados porcentajes de germinación a 40°C; es decir, se trata de una especie donde la germinación se ve favorecida por temperaturas altas. En segundo lugar, las semillas parecen necesitar de más tiempo para alcanzar la madurez, con lo cual un mayor tiempo de almacenamiento, lejos de reducir la viabilidad, resulta hasta cierto punto más eficaz al brindarle el tiempo necesario para que maduren una mayor cantidad de semillas, esto según un estudio donde se reporta que menos del 50 % de semillas de *F. latispinus* de cierta edad germinaron a temperaturas entre 20 y 35°C, mientras que semillas más longevas (45 meses) presentaron un porcentaje superior al 80 % a las mismas temperaturas (Zimmer 1980, citado por Rojas-Aréchiga *op. cit.*). La imbibición en agua fue el tratamiento pre-germinativo más efectivo, superando al tratamiento con NaClO, que no mostró efecto alguno respecto al testigo. La acción del ácido clorhídrico permitió obtener a los 15 días porcentajes de germinación mayores a 80 % (Álvarez & Montaña 1997), lo cual sugiere que las semillas de *F. latispinus* presentan testas notablemente resistentes.

Ferocactus glaucescens

La germinación en el caso de *F. glaucescens* fue menor al 30 % en todos los casos (Fig. 4). De los dos tratamientos, el NaClO fue donde se registró el mayor número de semillas germinadas (27 %), seguido por el tratamiento (20 %), y finalmente el testigo presentó la menor cantidad (11 %). Se observa que, al igual que *F. latispinus*, todas las semillas alcanzaron su mayor capacidad germinativa antes de los 30 días de siembra. Los porcentajes de germinación alcanzados fueron diferentes en los tres casos, siendo el más aproximado a los esperado el tratamiento de escarificación, ya que esta especie tiene baja tasa de germinación según un estudio sobre propagación *in vitro*, donde obtuvieron un porcentaje de germinación del 48 % y atribuyen la baja cantidad de semillas germinadas al



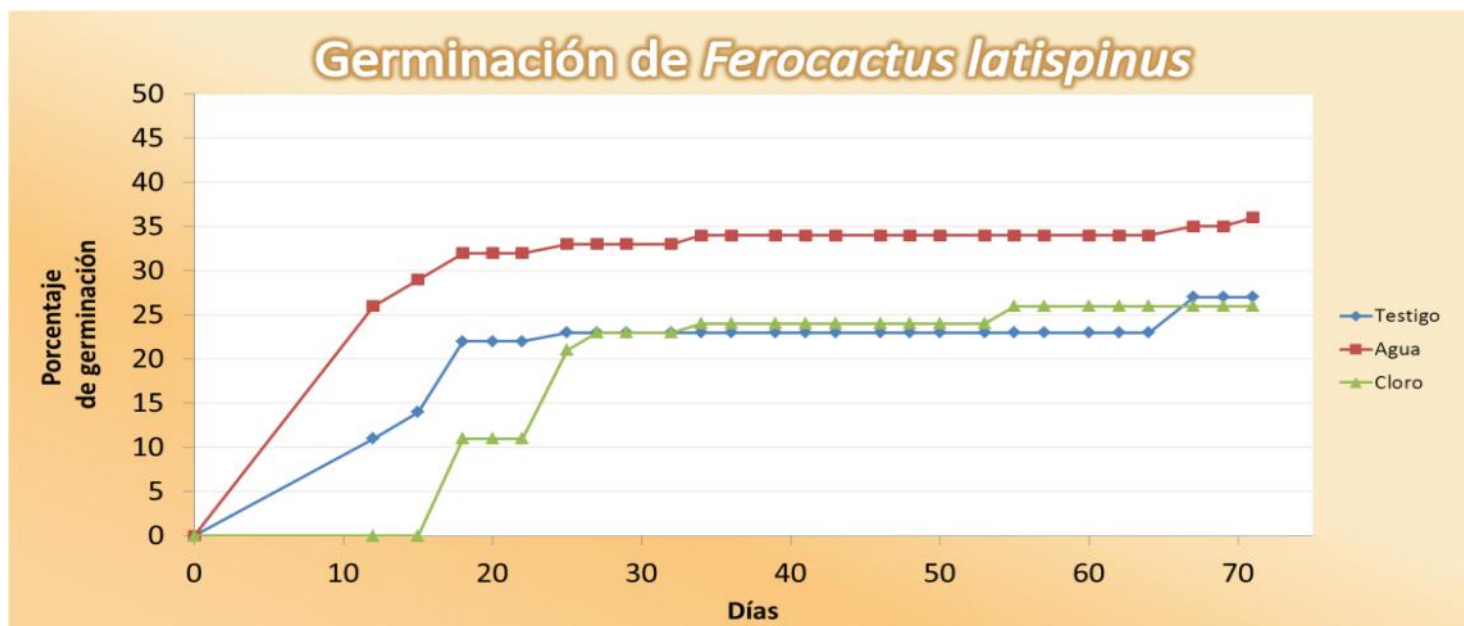


Figura 3.- Porcentaje de germinación de *Ferocactus latispinus* bajo diferentes tratamientos pregerminativos, a lo largo de 70 días.

daño causado al embrión por los tratamientos de desinfección aplicados, así como a la edad de las semillas, las cuales fueron colectadas en 1995, hecho que pudo reducir su viabilidad (Santos 2005). Las semillas parecen mostrar cierta tolerancia a la temperatura, ya que su intervalo de temperatura óptima de germinación va de 15 a 30°C según Zimmer en 1986 (Rojas-Aréchiga *op. cit.*).

Ferocactus pilosus

Contrario a lo esperado, las semillas de *F. pilosus* no mostraron germinación alguna durante el tiempo en que se llevó a cabo el estudio, ya que se tiene reportado que las plantas propagadas en vivero a partir de semillas presentan hasta 98 % de germinación y 99 % de sobrevivencia después del trasplante a maceta (Arredondo-Gómez *et al.* 2007). La germinación nula puede deberse a varios factores. Por ejemplo, de manera natural, *F. pilosus* se presenta en regiones con temperaturas anuales entre 16 y 18°C, con precipitaciones medias anuales de 400 mm en los meses de junio y julio (Arredondo-Gómez *op. cit.*), temperaturas muy por debajo de las registradas en el vivero donde se mantuvieron los semilleros. Otra explicación puede ser la viabilidad, ya que se ha encontrado que la pérdida de viabilidad puede ser muy variable, y mientras algunas pueden mantenerla por más de cinco años, en algunas especies decrece considerablemente durante un año (Rojas-Aréchiga *et al.* 2001). Por ello, existe la probabilidad de que *F. pilosus* haya perdido completamente su viabilidad durante los 17 meses que aproximadamente se mantuvo en almacenamiento, aunque también se debe considerar que en algunas semillas se requiere de un periodo de post-maduración (variable para cada especie) al momento de la dispersión, para completar la maduración del embrión (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000). Por otra parte, las condiciones del sustrato pudieron no ser las ideales. Se sabe que el sitio de crecimiento y vegetación naturales son suelos calizos aluviales en las faldas de cerros y planicies en asociación

con *Larrea*, *Agave*, *Hechtia* y *Yucca*. También se pueden establecer entre las rocas en matorral desértico micrófilo y rosetófilo (González 2005). Otra posibilidad es que las semillas hayan quedado muy profundas en el sustrato. Muchas semillas presentan mecanismos de latencia para evitar la germinación si llegan a enterrarse muy profundamente, ya que no cumplen con los requerimientos de luz necesarios para la germinación (Rojas-Aréchiga & Vázquez Yanes 2000). Inclusive, se ha observado que semillas de *F. wislizeni* germinaron en un 87,5% después de haber estado enterradas durante 17 meses. Esto sugiere la formación natural de un banco de semillas, al quedar enterradas lo suficiente para que la restricción de luz actúe como un mecanismo de latencia para germinar posteriormente (Rojas-Aréchiga *et al.* 2001). La temperatura elevada y una humedad superior a la requerida pudieron ser otros factores que limitaron el surgimiento de las plántulas para *F. pilosus*, ya que en el caso de otras cactáceas como *Echinocactus platyacanthus*, se presentan bajos porcentajes de germinación en temperaturas tanto bajas (18°C) como altas (36°C), y no requiere de mucha humedad para germinar (Pérez-Sánchez 2009). Del mismo modo, el tratamiento pregerminativo con HCl reporta bajo índice de germinación en un estudio realizado con la misma especie (López *et al.* 1990). Del mismo modo, *F. robustus* no ve afectado su porcentaje de germinación por tratamientos de escarificación (Navarro & González 2007). Estos casos demuestran que la respuesta a los tratamientos es variable dependiendo de la especie, y al parecer, tanto el tratamiento de escarificación como el de imbibición tampoco tuvieron efecto alguno sobre *F. pilosus*.

En todas las semillas que germinaron pudo observarse una tendencia a una germinación episódica, con periodos de estabilización marcados e intercalados. Al respecto cabe mencionar, que la respuesta de las semillas no es uniforme, ésta particularidad de germinar de manera escalonada, se ha atribuido en otras especies (principal-



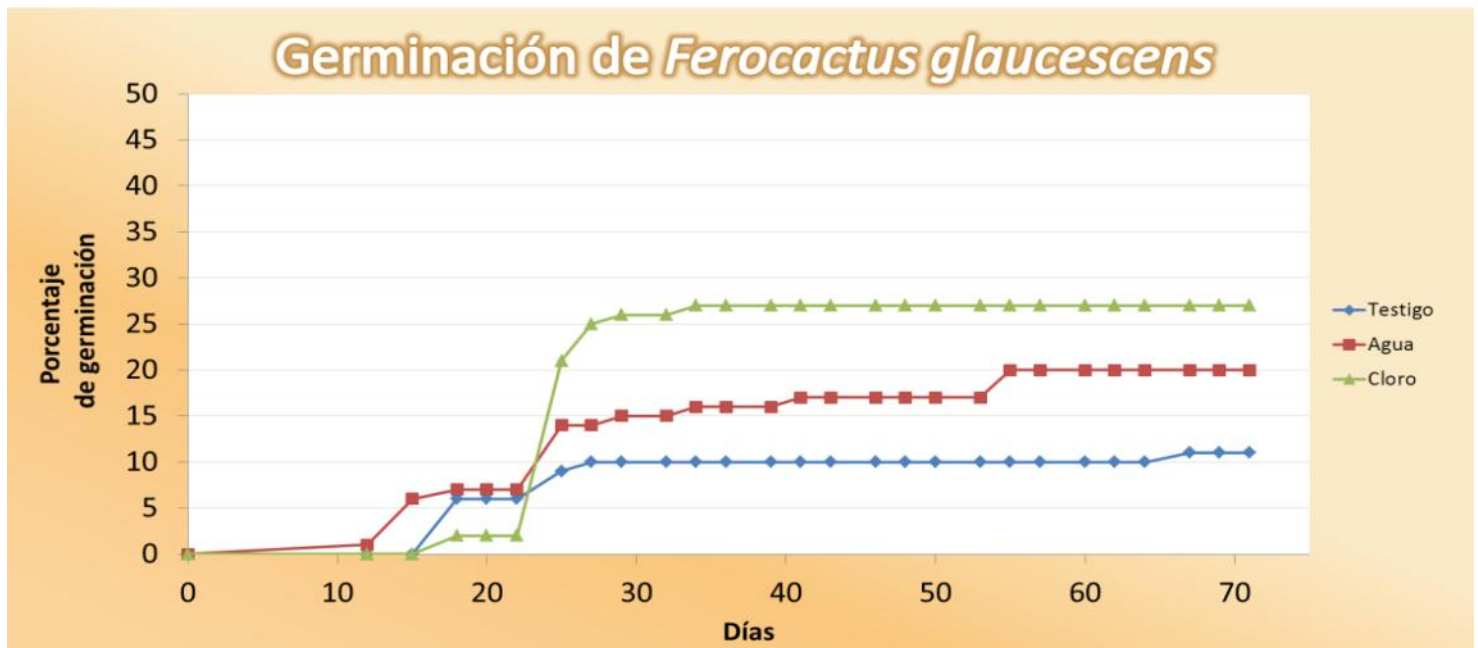


Figura 4.- Porcentaje de germinación de *Ferocactus glaucescens* bajo diferentes tratamientos pregerminativos, a lo largo de 70 días.

mente malezas) al fenómeno de latencia, que está relacionado en cierta medida con sustancias inhibitoras de la germinación o por la permeabilidad de la testa de la semilla que puede impedir la imbibición o el intercambio gaseoso, a menos que se elimine o sea sometida a cambios de humedad y temperatura alternados que le hagan más permeable (Lindeman 1985). Este letargo tiene una importante función ecológica, ya que si todas las semillas germinaran inmediatamente al liberarse en el ambiente, las plántulas tendrían un futuro muy comprometido si las condiciones se tornan inesperadamente adversas, causando la eliminación de toda la descendencia de un sólo golpe. Por tanto, la planta desarrolla estrategias para su germinación, como son los mecanismos de latencia.

Conclusiones

- Para *F. recurvus*, es recomendable someter las semillas a imbibición durante 24 h con agua, temperaturas no elevadas, así como utilizar semillas frescas, no almacenadas por más de año y medio.
- En el caso de *F. hystrix*, ambos tratamientos (imbibición y escarificación) mostraron un efecto positivo significativo sobre las semillas, las cuales conviene colocar a la sombra, en un lugar con temperatura ambiente y suficiente humedad.
- Sobre *F. latispinus*, el tratamiento más efectivo resultó ser la imbibición. Es recomendable emplear semillas más longevas y temperaturas elevadas.
- Con *F. glaucescens* la escarificación con hipoclorito de sodio fue más exitosa.
- Para *F. pilosus*, no se recomienda enterrar las semillas en el sustrato, disminuir la cantidad de humedad disponible en los semilleros así como la temperatura, y de ser posible mantener los semilleros alejados de la sombra pa-

ra que reciban luz directa, emplear semillas frescas.

Agradecimientos

Al Biol. Marcial García Pineda, por asesorar y brindar las facilidades para la elaboración del presente trabajo en el invernadero del Jardín Botánico de la FES Iztacala.

Referencias

- Álvarez Aguirre MG, Montaña C. 1997. Germinación y supervivencia de cinco especies de cactáceas del valle de Tehuacán: implicaciones para su conservación. *Acta Bot. Mex.* 40: 43-58.
- Alanís Flores GJ, Velasco Macías CG. 2008. Importancia de las cactáceas como recurso natural en el noreste de México. *Ciencia UANL* 11: 5-11.
- Arias Toledo AA, Valverde Valdés MT, Y Reyes Santiago J. 2000. *Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla*. Instituto Nacional de Ecología, UNAM, México, 78 pp.
- Arredondo-Gómez A, Méndez M, Sánchez-Barra FR. 2007. Ensayo de plantación de *Ferocactus pilosus* (biznaga roja o cabuchera) en San Luis Potosí. INIFAP. 28 pp.
- Escobar-Santos VE, Huerta-Martínez FM. 1999. Relaciones ecológicas de *Ferocactus hystrix* (DC.) Lindsay en los llanos de Ojuelos, Jalisco-Zacatecas. *Cact Suc Mex* 44(2): 40-48.
- González SC. 2005. Respuestas fisiológicas y morfológicas a sequía en plántulas de distintos grupos funcionales del desierto chihuahuense. Tesis de maestría (Ciencias Aplicadas) Instituto potosino de investigación científica y tecnológica, A.C. México. 73 p.
- Lascuráin M, List R, Barraza L, Díaz PE, Gual SF, Maunder M, Dorantes J, Víctor EL. 2009. Conservación de especies *ex situ*, en *Capital natural de México*, Vol II: Estado de Conservación y tendencias de cambio, CONABIO, México, pp. 517-544.
- López G, Rocha L, Cantú I, Y Martínez A. 1990. Evaluación de tratamientos pregerminativos para la biznaga verde *Echinocactus platyacanthus* Link Et Otto. Taller regional de cactáceas del Noreste de México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pág. 70-73.
- Lindeman G. 1985. Características de la maleza *Rottboellia exaltata*, su distribución, competencia y medidas de control. Seminario Taller de malezas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Panamá. pág. 38.
- Navarro M del C, González EM. 2007. Efecto de la Escarificación de semillas en la germinación y crecimiento de *Ferocactus robustus* (Pfeiff) Britton & Rose (Cactaceae). *Zonas Áridas* 11: 195-205.
- Pérez-Moreno E del C. 2010. Germinación *in vitro* de *Ferocactus recurvus* (P. Miler) Borg 1937 y cinética de crecimiento de tejido indiferenciado a partir de tallo. Tesis de licenciatura. Biología. Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana.



na. México. 46 pp.

Pérez-Sánchez RM. 2009. Germinación de semillas de especies útiles y/o en categoría de riesgo del sur del desierto Chihuahuense: Efecto de la temperatura y del potencial hídrico. Tesis de Maestría. Posgrado en ciencias ambientales. Instituto de investigación científica y tecnológica. 103 pp.

Rojas-Aréchiga M, Vázquez-Yanes C. 2000. Cactus seed germination: a review. *J. Arid Environ.* 44: 85-104.

Rojas-Aréchiga M, Batis AI. 2001. Las semillas de cactáceas...¿forman bancos en el suelo?. *Cact. Suc. Mex.* 46: 76-82.

Santos Díaz M del S. 2005. Micropropagación de *Ferocactus glaucescens* Britton & Rose, cactácea mexicana de valor ornamental. *Bol. Soc. Latin. Carib. Cact. Suc.* 2: 6-8.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf>

SINAREFI. 2012 <http://www.sinarefi.org.mx/Sistemas/RB/resumenesrb/Ferocactus%20histrix.doc>.



Adaptaciones inusuales en semillas y plántulas del desierto: Mecanismos para su germinación & dispersión

Jaime Sánchez^{1, 2}, Enrique Jurado², Joel Flores³, Gisela Muro-Pérez^{1, 2} y Eduardo Estrada Castillón²

¹Facultad de Ciencias Biológicas-UJED, Av. Universidad s/n, Fracc. Filadelfia, C.P. 35010, Gómez Palacio, Dgo., México.

²Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. A. P. 41. Carretera Nacional km 145, Linares, N.L. 67700, México

³Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. (IPICYT), División de Ciencias Ambientales, Camino a la Presa San José No. 2055, Lomas 4a Sección, San Luis Potosí, 78210, S.L.P., México
Correo electrónico: jimmybios@gmail.com

Resumen

La dispersión de semillas en agua se llama hidrocoria y es importante para la movilización de las plantas. El presente trabajo evidenció de manera experimental los eventos de germinación y dispersión a los que están sujetas las semillas de dos especies del género *Astrophytum*. Las semillas de *A. capricorne* y *A. ornatum* presentan características inusuales, aunque esenciales para dispersarse por agua en el Desierto Chihuahuense. Estas semillas se compararon con las semillas de especies nativas con las que comparten sitio de distribución como *Acacia farnesiana*, *Opuntia streptacantha* y *Prosopis laevigata*, y una control, *Phaseolus vulgaris*.

Palabras claves: semillas, permeabilidad, flotabilidad, dispersión y germinación.

Abstract

Seed dispersal in water is called hydrochory and is important for the movement of plants. This research showed experimentally the germination and dispersal events that occur in the seeds of two species of *Astrophytum*. The seeds of *A. capricorne* and *A. ornatum* have features not common, but inherent for water dispersion in the Chihuahuan Desert. These seeds were compared with the seeds of native species as *Acacia farnesiana*, *Prosopis laevigata*, *Opuntia streptacantha* and a control,

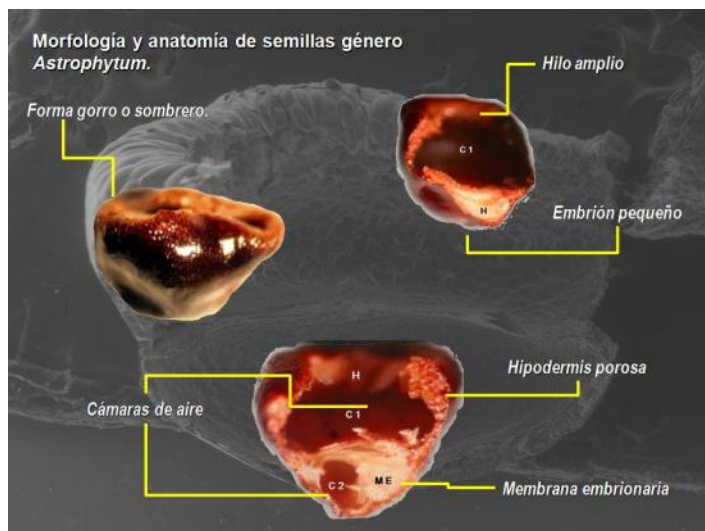


Figura 1. Morfoanatomía de las semillas de *Astrophytum* spp (Autor: Jaime Sánchez).

Phaseolus vulgaris.

Keywords: seeds, permeability, flotation, dispersal and germination.

Introducción

Las zonas áridas y semiáridas del norte de México se caracterizan por presentar lluvias repentinas que provocan inundaciones (Molnar 2001, El-Sheikh *et al.* 2010); siendo un claro ejemplo la Región del Desierto Chihuahuense, en donde se distribuye el género *Astrophytum* (Guzmán *et al.* 2003). En este ambiente, las semillas presentan adaptaciones a este tipo de condiciones (Guterman 2000) que forman lagos temporales (Rheede van Oudtshoorn & Rooyen, 1999). Diferentes adaptaciones para sobrevivir a los periodos prolongados de sequía en las plantas (Patrick *et al.* 2009, Stahlschmidt *et al.* 2011) y semillas de desierto han sido documentados anteriormente (Venable & Brown 1988, Peters *et al.* 2009, Yang *et al.* 2012); mientras que el estudio de adaptaciones de las semillas a las lluvias torrenciales han estado dirigidos a la germinación (Guterman 2000, Parolin 2006), el establecimiento de las plántulas (León *et al.* 2011) y a la velocidad de absorción del agua en plantas adultas (Salguero-Gómez & Casper 2011). No obstante, se ha dirigido poca atención al estudio de la importancia que tienen las áreas inundables en la germinación y dispersión de semillas de sitios secos (Kubitzki & Ziburski 1994, Moegenburg 2002, Capon 2007, Vittoz & Engler 2007, Nilsson *et al.* 2010). Se sabe que muchas semillas requieren de viento para su movilidad a nuevos sitios húmedos (Chambert & James 2009) o bien para flotar largas distancias, que les permitan ser depositadas en sitios adecuados para la germinación, como sucede en la zona donde se realizó el presente estudio. Desde un inicio, se especuló que las semillas de *Astrophytum* pudiesen estar adaptadas para la hidrodispersión y germinación durante lluvias torrenciales, considerando características morfológicas y anatómicas como forma de "gorro o sombrero" (Lux 1990, Bravo-Hollis & Sánchez Mejorada 1991, Elizondo-Elizondo *et al.* 1994, Barthlott *et al.* 1997, Henrickson & Johnston 1997, Barthlott & Hunt 2000), hilo amplio (Bregman 1988a, Lux 1990, Elizondo-



Elizondo et al. 1994) y cámaras de aire con hipodermis porosa (Sánchez Salas et al. 2012; Fig. 1).

Estas características son poco comunes en semillas de ambientes áridos y semiáridos (Chambert & James 2009), pues son características que poseen principalmente las cactáceas de ambientes húmedos (Barthlott et al. 1997), con dispersión hidrocórica (Bregman 1988a, Chambert & James 2009).

Es por esto, que las estructuras de las semillas de *Astrophytum capricorne* (A. Dietr.) Britton y Rose (Fig. 2A) y *A. ornatum* (DC.) Britton y Rose (Fig. 2B) se evaluaron anatómicamente para determinar las adaptaciones potenciales utilizadas para su dispersión y flotación en agua durante los eventos de lluvias torrenciales (Reynolds et al. 2000, Robertson et al. 2009). A la par, se evaluó el efecto de la inmersión de las semillas en agua, ya que ésta podía ser una ventaja para la germinación después de las lluvias (Jurado & Westoby 1992).

Materiales y métodos

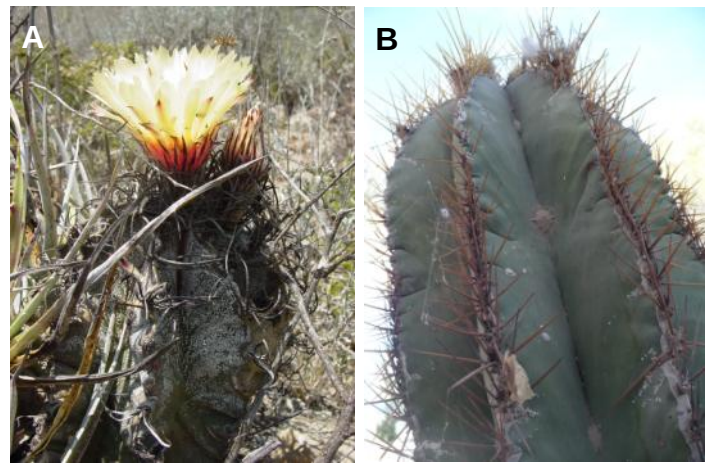
Fueron colectadas semillas de 35 plantas distintas de *A. capricorne* en Coahuila (Fig. 3) y *A. ornatum* en Hidalgo, México. Cada planta aportó seis frutos (210 frutos entre las dos especies), con un promedio de 225 semillas por fruto, equivalente a 47.250 semillas (entre ambas especies). Estas se almacenaron a temperatura ambiente en bolsas de papel (Moreno et al. 1992; Flores et al. 2011). La calidad de la semilla se evaluó con microscopio electrónico de barrido (ESEM/FEI Quanta 200, de bajo vacío /Agua) para descartar semillas con alteraciones en la testa como fracturas o mal formaciones. Las fotografías de barrido fueron tomadas con el ESEM a una presión de cámara de 90 y 100 Pa y una tensión de 15,0 kV.

Permeabilidad

Para calcular la permeabilidad, se tomó el peso seco inicial de 50 semillas por cada una de las especies. Posteriormente, las semillas se colocaron en placas de Petri sobre papel filtro humedecido (5 semillas por cada Petri). Durante Las primeras ocho horas se registró el incremento del peso en intervalos de una hora, luego de este tiempo, las mediciones se realizaron cada ocho horas hasta completar un total de 32 horas de evaluación o hasta no registrar incremento del peso de semillas. El porcentaje de absorción se calculó con la resta del peso seco inicial del final, dividido por el peso inicial y multiplicado por 100 (Dubrovsky 1998, Orozco-Segovia et al. 2007).

Flotabilidad

La flotabilidad se evaluó en ambas especies mediante dos tratamientos: semillas con capa funicular (intactas) y semillas con capa funicular retirada (manipuladas). Este último tratamiento se consideró, debido a que algunos embriones son débiles y encuentran problemas para romper la testa, lo cual puede tener efectos en la absorción del agua (Olvera-Carrillo et al. 2009, Delgado-Sánchez et al. 2010, 2011). Los tratamientos constaron de cinco repeticiones y cada unidad experimental tuvo 10



Astrophytum capricorne (A) y *Astrophytum ornatum* (B) (Foto: Jaime Sánchez y Carlos Velazco)

semillas.

Las semillas se colocaron en recipientes de 500 ml con 450 ml de agua protegidos del viento y vibraciones. Se comparó la flotabilidad de las dos especies de *Astrophytum* contra especies nativas de la zona de estudio, tales como *Acacia farnesiana*, *Opuntia streptacantha* y *Prosopis laevigata* y la especie comercial *Phaseolus vulgaris* (frijol).

Tratamientos germinativos

Los tratamientos fueron los siguientes:

- (1) Papel filtro humedecido (Rioja-Paradela & Romero-Méndez, 2002).
- (2) Suelo calcáreo humedecido.
- (3) Arena.
- (4) Inmersión en 30 ml de agua (Li & Sun, 1999).
- (5) Película de agua.
- (6) Semillas con capa funicular en suelo calcáreo saturado.
- (7) Semillas sin capa funicular en suelo calcáreo saturado.

Por tratamiento, se usaron 20 semillas y cinco repeticiones. Las semillas se consideraron germinadas cuando se observó alguna estructura emergiendo de la testa y su evaluación fue por 30 días. Se evaluó la velocidad de germinación (t_{50}) para cada tratamiento, que se define como el tiempo transcurrido en días, desde la siembra hasta que se alcanzó el 50 % de germinación por tratamiento por especie (Rossini 2006.) Los valores de permeabilidad, flotabilidad y germinación se transformaron con el arcoseno de la raíz cuadrada de cada dato para cumplir con la distribución normal (Sokal & Rohlf 1994) y se aplicó un ANOVA. Adicionalmente, se observaron con microscopía electrónica de barrido las diversas estructuras de las semillas en *A. capricorne* y *A. ornatum* para su comparación.

Resultados

Estructura y forma de la semilla en *A. capricorne* y *A. ornatum*

Se encontraron características exclusivas de semillas que son dispersadas por agua en las dos especies: forma



de gorro, que es una característica en el género; hilo prominente cubierto por la capa funicular y cámaras de aire que se distribuyen por toda la circunferencia de la testa. Se observó en forma de poros en la hipodermis. La hipodermis de las semillas de *A. capricorne* tiene más poros que la de *A. ornatum*, dando la apariencia de una hipodermis más compacta. Las semillas de *A. ornatum* son de mayor longitud ($2,88 \pm 0,07$ mm, sin capas funicular) y más angostas ($1,44 \pm 0,04$ mm) que las de *A. capricorne* ($2,40 \pm 0,21$ mm y $1,90 \pm 0,04$). Los tegumentos en *A. capricorne* son más gruesos ($1,92 \pm 0,035$ mm) que en *A. ornatum* ($1,72 \pm 0,04$ mm).

Imbibición de las semillas

Las semillas de *A. capricorne* absorbieron más agua, medida en forma de aumento respecto al peso inicial que registraron ($222,2 \pm 47,2$ % del peso seco) después de 32 h, en comparación con la cantidad absorbida por *A. ornatum* ($161,4 \pm 31,8$ %). Sin embargo, esta permeabilidad es similar a la obtenida en frijol común y mezquite (*Prosopis laevigata*). La menor absorción se registró en *Acacia farnesiana* y *Opuntia streptacantha* (Tabla 1).

Flotación de semillas

El 70% de las semillas de *A. capricorne* sin capa funicular flotaron por más de 30 días en comparación a las que mantuvieron la capa (40 %, $F = 27,23$ d.f. = 1, $P = 0,005$). La mayoría de las semillas germinadas, así como las plántulas que se desarrollaron en el agua durante la evaluación, flotaron (Fig. 4). De manera inicial las semillas de *A. ornatum* flotaron, y solo un 10 % de las que mantuvieron la capa funicular se empezaron a hundir posteriormente a los 30 días ($F = 5,00$; df = 1, $P = 0,055$). Las semillas de *P. laevigata* flotaron menos que las del género *Astrophytum* (Tabla 2), mientras que las de *A. farnesiana* y *Phaseolus vulgaris* no flotaron.

Germinación de semillas

Las semillas de *A. capricorne* respondieron con porcentajes de germinación mayores al 50 %, con excepción de película de agua. El mayor porcentaje de germinación para *A. ornatum* fue del 30 % en papel filtro humedecido, seguido de arena (27 %). Para el resto de los tratamientos es esta especie los porcentajes de germinación fueron menores (Tabla 3).

Velocidad de germinación

Los tratamientos respondieron de manera similar al día de inicio de germinación dentro de cada especie. Entre especies, el inicio de la germinación varió de dos a tres días (Tabla 4).

Discusión

Las semillas de *A. capricorne* y *A. ornatum* poseen morfología y anatomía similares a semillas dispersadas por hidrocoria (Lux 1990, Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada 1991, Elizondo-Elizondo et al. 1994, Barthlott et al. 1997, Henrickson & Johnston 1997, Barthlott & Hunt 2000) tales como hilo prominente (Bregman 1988a, Lux 1990, Elizondo-Elizondo et al. 1994) y cámaras de

Tabla 1. Absorción en porcentaje (permeabilidad) entre especies. Diferentes letras indican diferencia significativa en la absorción entre especies.

Especie	Absorción (%)
<i>A. capricorne</i>	$222,2 \pm 47$ (a)
<i>A. ornatum</i>	$161,4 \pm 31,8$ (b)
<i>P. vulgaris</i>	$133,2 \pm 20$ (b)
<i>P. laevigata</i>	$119,7 \pm 29,2$ (b)
<i>A. farnesiana</i>	$24 \pm 31,8$ (c)
<i>O. streptacantha</i>	$21 \pm 9,4$ (c)

Tabla 2. Flotación entre especies. * Eliminación de capa funicular de la semilla en especies *Astrophytum* spp., solamente. Diferentes letras indican diferencia significativa en flotación entre especies.

Especie	Flotación (%)
<i>A. ornatum</i> *	$100 \pm 0,4$ (a)
<i>A. ornatum</i>	$90 \pm 1,1$ (b)
<i>A. capricorne</i> *	$70 \pm 1,3$ (c)
<i>P. laevigata</i>	$55 \pm 1,7$ (d)
<i>A. capricorne</i>	$40 \pm 1,2$ (e)
<i>O. streptacantha</i>	$5 \pm 1,1$ (f)

aire (Becerra-López et al. 2010) distribuidas en toda la hipodermis. Estos fueron resultados parecidos a los que encontró Barthlott et al. (1997) en semillas de *Selenicereus wittii* (Cactaceae), una epífita que se distribuye en el lago inundable Igapó. Cabe mencionar que el género *Astrophytum* se distribuye en la región del desierto Chihuahuense en la zona árida y semiárida de México, y también presenta características de hidrodispersión. Esto se debe a que ambas especies se distribuyen en sitios que son inundables. Otra especie que cohabita con *Astrophytum* es *Epithelanta micromeris*, que también posee semillas con forma de gorro, indicando que es una adaptación para el tipo de dispersión por agua (Elizondo-Elizondo et al. 1994). La forma de semilla en gorro se puede ubicar en varias especies sudamericanas, como *Frailea* (Barthlott & Voit 1979, Barthlott & Hunt 2000, Metzger & Thiede 2001), *Matucana* (Bregman 1988b, Barthlott & Hunt 2000), *Discocactus*, *Notocactus* (Parodia), y *Thrixanthocereus* (*Espostoa*) (Barthlott & Voit 1979, Barthlott & Hunt 2000); por lo que posiblemente estén relacionadas con la dispersión por agua. En contraste, las semillas evaluadas del género *Opuntia* flotaron un menor número de días, aun cuando se encontraban en un sitio libre de movimientos y viento. Aun cuando las semillas de mezquite flotaron, no fue suficiente para superar la flotabilidad de las semillas de *Astrophytum* spp. Esto permite considerar que las semillas del género mencionado poseen adaptaciones morfológicas para flotación y dispersión durante lluvias esporádicas pero torrenciales, siendo un fenómeno documentado



Tabla 3. Germinación entre especies (%). Diferentes letras indican diferencia significativa en la germinación entre especies.

Tratamientos	<i>A. capricorne</i>	<i>A. ornatum</i>
Papel filtro humedecido	70 ± 2,6 % (a)	30 ± 2,6 % (a)
Semillas con capa funicular en suelo calcáreo	65 ± 2,5 % (b)	25 ± 2,5 % (b)
Inmersión en 30 ml de agua	63 ± 3,3 % (b)	5 ± 3,3 % (c)
Semillas sin capa funicular en suelo calcáreo saturado	65 ± 2,5 % (b)	18 ± 2,5 % (b)
Suelo calcáreo humedecido	58 ± 3,3 % (b)	20 ± 3,3 % (b)
Arena	56 ± 2,6 % (b)	27 ± 2,6 % (b)
Película de agua	43 ± 2,4 % (c)	7 ± 2,4 % (c)

desde hace tiempo en ambientes húmedos (Kubitzki & Ziburski 1994, Chambert & James 2009), pero poco en ambientes áridos y semiáridos donde se conoce de la formación de arroyos temporales (Guttermann 2000, Parolin 2006). Eliminar la capa funicular produjo mayor tiempo de flotación. Esto puede indicar que la capa funicular, aunque delgada, es pesada para la semilla (Orozco-Segovia *et al.* 2007), por lo que al producir el fruto, semillas sin capa funicular o quebradiza aumentan la capacidad de hidratación, dispersión y germinación. Esta condición es rara, ya que menos del 1 % de las semillas respecto al total obtenido (47.275 semillas) no tenían capa funicular. Ambas especies del género *Astrophytum* tienen adaptaciones para hidrodispersión, pero solamente *A. capricorne* germinó inmersa en agua. Ecológicamente, es una ventaja para los propágulos de esta especie, pues puede ser dispersada a sitios con condiciones favorables para su establecimiento. La velocidad de germinación fue rápida ($t_{50} < 6$ d) en ambas especies y en los tratamientos, lo cual es un patrón común en especies de desierto al tener humedad disponible por periodos muy cortos en el suelo (Jurado & Westoby 1992, Guttermann 1994, 2000, Flores & Briones 2001).

Agradecimientos

A M. Avalos Borja, por facilitar el acceso al microscopio LINAN’s Electron y a Gladis J. Labrada–Delgado por las estupendas fotografías a excelente detalle.

Referencias

Barthlott W, Voit G. 1979. Mikromorphologie der Samensehalen und Taxonomie der Cactaceae: Ein raster-elektronenmikroskopischer Überblick. P1. Syst. Evol. 132: 205-229.

Barthlott W, Porembski S, Kluge M, Hopke J, Schmidt L, 1997. *Selenicereus wittii*

Tabla 4. Velocidad de germinación (día inicio de la germinación ± error estándar). Se puede observar que el tratamiento de semillas sin capa funicular en ambas especies fue el que inició con la germinación al tercer día de la siembra, mientras que el tratamiento película de agua fue el que tardó seis y cuatro días en ambas especies. Diferentes letras indican diferencia significativa en día de inicio de germinación entre especies.

Tratamientos	<i>A. apricorne</i> (Inicio ± E.E)	<i>A. ornatum</i> (Inicio ± E.E)
Película de agua	6 ± 2 (a)	4 ± 4 (a)
Inmersión en 30 ml de agua	4 ± 2 (b)	3 ± 4 (a)
Suelo calcáreo humedecido	4 ± 2 (b)	3 ± 4 (a)
Arena	4 ± 2 (b)	4 ± 1 (a)
Papel filtro humedecido	4 ± 2 (b)	6 ± 1 (a)
Semillas con capa funicular en suelo calcáreo saturado	4 ± 2 (b)	3 ± 2 (a)
Semillas sin capa funicular en suelo calcáreo saturado	3 ± 2 (b)	3 ± 2 (a)



Figura 3. Flotabilidad de plántulas de *A. capricorne* posterior a 30 días (Autor: Jaime Sánchez).

(Cactaceae): an epiphyte adapted to Amazonian Igapó inundation forests. *Plant. Syst. Evol.* 206: 175-185.

Barthlott W, Hunt D. 2000. Seed-diversity in the Cactaceae subfam. Cactoideae. *Succ. Plant Res.* 5: 1-173.

Becerra-López JL, Romero-Méndez U, Berumen-Padilla S, Martínez-García E. 2010. Análisis morfológico de la semilla de *Astrophytum myriostigma* Lem. *Nakari* 21: 39-45.

Bravo-Hollis H, Sánchez-Mejorada HR. 1991. *Las Cactáceas de México*, vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Bregman R. 1988a. Forms of seed dispersal in Cactaceae. *Acta Bot. Neerl.* 37: 395-402.

Capon S. 2007. Effects of flooding on seedling emergence from the soil seed bank of a large desert floodplain. *Wetlands* 27: 904-914.

Chambert S, James CS. 2009. Sorting of seeds by hydrochory. *River Res. Appl.* 25: 48-61.



Delgado-Sánchez P, Ortega-Amaro MA, Rodríguez-Hernández AA, Jiménez-Bremont JF, Flores J. 2010. Further evidence from the effect of fungi on breaking *Opuntia* seed dormancy. *Plant Sign. Behav.* 5: 1229-1230.

Delgado-Sánchez P, Ortega-Amaro M, Jimenez-Bremont, JF, Flores J. 2011. Are fungi important for breaking seed dormancy in desert species? Experimental evidence in *Opuntia streptacantha* (Cactaceae). *Plant Biol.* 13: 154-159.

Dubrovsky JG. 1998. Discontinuous hydration as a facultative requirement for seed germination in two cactus species of the Sonoran Desert. *J. Torr. Bot. Soc.* 125: 33-39.

Elizondo-Elizondo J, Valdés-Reyna J, Arias-Montes SA, Hatch LS. 1994. Micromorfología de las semillas de algunas cactáceas de la tribu Cacteae (Cactaceae). *Cact. Suc. Mex.* 39: 59-67.

El-Sheikh MA, Abbadi GA, Bianco PM. 2010. Vegetation ecology of phytogenic hillocks (nabkhas) in coastal habitats of Jal Az-Zor National Park Kuwait: role of patches and edaphic factors. *Flora* 205: 832-840.

Flores J, Briones O. 2001. Plant life-form and germination in a Mexican intertropical desert: effects of soil water potential and temperature. *J. Arid Environ.* 47: 485-497.

Flores J, et al. (15 autores) 2011. Seeds photoblastism and its relationship with some plant traits in 136 cacti species. *Environ. Exp. Bot.* 71: 79-88.

Gutterman Y. 2000. Environmental factors and survival strategies of annual plant species in the Negev Desert, Israel. *Plant Spec. Biol.* 15: 113-125.

Guzmán U, Arias S, Dávila P. 2003. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, DF.

Henrickson J, Johnston CM. 1997. *A Flora of the Chihuahuan Desert Region*, vol. 1. James Henrickson Publ., Los Angeles.

Jurado E, Westoby M. 1992. Germination biology of selected central Australian plants. *Aust. J. Ecol.* 17: 341-348.

Kubitzki K, Ziburski A. 1994. Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. *Biotropica* 26: 30-43.

León MF, Squeo FA, Gutiérrez JR, Holmgren M. 2011. Rapid root extension during water pulses enhances establishment of shrub seedlings in the Atacama Desert. *J. Veg. Sci.* 22: 120-129.

Li C, Sun WQ. 1999. Desiccation sensitivity and activities of free radical scavenging enzymes in recalcitrant *Theobroma cacao* seeds. *Seed Sci. Res.* 9: 209-217.

Lux A. 1990. Ultrastructure of seeds in the family Cactaceae. Mature embryo of *Asrophytum asterias* (Zucc.) Lem. Acta Facult. Rer. Nat. Univ. Comenianae. *Physiol. Plant.* 26: 59-66.

Metzing D, Thiede J. 2001. Testa sculpture in the genus *Frailea* (Cactaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 137: 65-70.

Molnar P. 2001. Climate change, flooding in arid environments, and erosion rates. *Geology* 29: 1071-1074.

Moreno N, López JJ, Arce L. 1992. Aspectos sobre la germinación de *Echinomastus mariposensis* Hester. *Cact. Suc. Mex.* 37: 21-27.

Nilsson C, Brown RL, Jansson R, Merritt DM. 2010. The role of hydrochory in structuring riparian and wetland vegetation. *Biol. Rev.* 85: 837-858.

Olvera-Carrillo Y, Méndez I, Sánchez-Coronado ME, Márquez-Guzmán J, Barradas VL, Huante P, Orozco-Segovia A. 2009. Effect of environmental heterogeneity on field germination of *Opuntia tomentosa* (Cactaceae Opuntioideae) seeds. *J. Arid Environ.* 73: 414-420.

Orozco-Segovia A, Márquez-Guzmán J, Sánchez-Coronado ME, Gamboa de Buen A, Baskin JM, Baskin CC. 2007. Seed anatomy and water uptake in relation to seed dormancy in *Opuntia tomentosa* (Cactaceae Opuntioideae). *Ann. Bot.* 99: 581-592.

Parolin P. 2006. Ombrohydrochory: rain-operated seed dispersal in plants— with special regard to jet-action dispersal in Aizoaceae. *Flora* 201: 511-518.

Peters EW, Martorell C, Ezcurra E. 2009. The adaptive value of cued seed dispersal in desert plants: seed retention and release in *Mammillaria pectinifera* (Cactaceae) a small globose cactus. *Am. J. Bot.* 96: 537-541.

Reynolds JF, Kemp PR, Tenhunen JD. 2000. Effects of long-term rainfall variability on evapotranspiration and soil water distribution in the Chihuahuan desert: a modeling analysis. *Plant Ecol.* 150: 145-159.

Rheede van Oudtshoorn K, Rooyen MW. 1999. *Dispersal Biology of Desert Plants. Adaptations of Desert Organisms*. Springer, Berlin.

Rioja-Paradela TM, Romero-Méndez U. 2002. Efecto del remojo sobre el potencial reproductivo sexual de *Astrophytum myrtilloides* Lem (Cactaceae) en condiciones controladas. *Nakari* 13: 21-34.

Robertson TR, Bell CW, Zak JC, Tissue DT. 2009. Precipitation timing and magnitude differentially affect aboveground annual net primary productivity in three

perennial species in a Chihuahuan Desert grassland. *New Phytol.* 181: 230-242.

Salguero-Gómez R, Casper BB. 2011. Introducing short roots in a desert perennial: anatomy and spatiotemporal foraging responses to increased precipitation. *New Phytol.* 191: 173-183.

Sokal RR, Rohlf FJ. 1994. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. W.H. Freeman, New York.

Stahlschmidt ZR, DeNardo DF, Holland JN, Kotler BP, Kruse-Peeples M. 2011. Tolerance mechanisms in North American deserts: biological and societal approaches to climate change. *J. Arid Environ.* 75: 681-687.

Venable DL, Brown JS. 1988. The selective interactions of dispersal, dormancy, and seed size as adaptations for reducing risk in variable environments. *Am. Nat.* 131: 360-384.

Vittoz P, Engler R. 2007. Seed dispersal distances: a typology based on dispersal modes and plant traits. *Bot. Helv.* 117: 109-124.

Yang X, Baskin CC, Baskin JM, Zhang W, Huang Z. 2012. Degradation of seed mucilage by soil microflora promotes early seedling growth of a desert sand dune plant. *Plant Cell Environ.* 35: 872-883.

Estudios citogenéticos y viabilidad de polen en dos especies de *Tillandsia* (Bromeliaceae)

A.R. Andrada & V. de los A. Páez

Instituto de Genética. Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. C. P. (4000). San Miguel de Tucumán. Tucumán. Argentina.

Correo electrónico: rubenfml@yahoo.com.ar

Resumen

Tillandsia es un género de plantas epífitas que pertenecen a la familia Bromeliaceae, la cual incluye plantas con fotosíntesis CAM y adaptaciones a condiciones de sequía. Los conocimientos citogenéticos para el género *Tillandsia* son escasos y en su gran mayoría brindan tan solo recuentos cromosómicos, los cuales ayudaron a fortalecer la división taxonómica de la familia en tres subfamilias: Bromelioideae, Pitcairnioideae y Tillandsioideae. En este trabajo se analizó el comportamiento meiótico y la viabilidad de polen de *Tillandsia duratii* var. *duratii* y *Tillandsia didistichia*. Se discute acerca del origen del número básico para Tillandsioideae.

Palabras clave: *Tillandsia*, Bromeliaceae, recuentos meióticos, extrusión de cromatina, viabilidad de polen.

Abstract

Tillandsia is a genus of epiphytic plants belonging to the family Bromeliaceae. It includes plants with CAM photosynthesis and that have adaptations to drought conditions. Cytogenetic knowledge about *Tillandsia* genus is scarce and the majority of work reported only chromosome numbers that have been used to strengthen the taxonomic division of the family in three subfamilies: Bromelioideae, Pitcairnioideae and Tillandsioideae. In this paper the meiotic behavior and pollen viability of *Tillandsia duratii* var. *duratii* and *Tillandsia didistichia* were analyzed. The origin of basic number for Tillandsioideae is discussed.

Keywords: *Tillandsia*, Bromeliaceae, meiotic counts, chromatin extrusion, pollen viability.

Introducción

Bromeliaceae es una familia con distribución Neotropical que consta de alrededor de 2.700 a 2.885 especies, repartidas en 56 géneros (Crayn et al. 2004, Derwidueé & González 2010). Es considerada un ejemplo de radiación adaptativa dentro de las plantas vasculares y presenta una considerable diversificación en cuanto a formas de vida (Crayn et al. 2004). Crayn et al. (2004) mencionan que el desarrollo de un sistema reservorio de agua y nu-



trientes (fitotelmata), la presencia de tricomas epidérmicos absorbentes y la adquisición de una fotosíntesis tipo CAM (metabolismo ácido de las Crasuláceas), se consideran capacidades adaptativas relacionadas a condiciones de sequía.

La familia está dividida de acuerdo a estudios morfológicos y moleculares en tres subfamilias: Bromelioideae, Pitcairnioideae y Tillandsioideae (Cronquist 1981, Givnish *et al.* 1990, Gilmartin & Brown 1987, Smith & Till 1998, Stevens 2001).

Tillandsioideae es la subfamilia con mayor número de taxones y cuenta con aproximadamente 1.100 especies (Barfuss *et al.* 2005); posee la más amplia distribución y son preferentemente epífitas y litofitas (Smith & Till 1998), son buenas colonizadoras y casi exclusivas de regiones neotropicales. La mayor diversidad se encuentra en el norte de Los Andes y en Las Antillas, con centros secundarios subgenéricos en México y Sudamérica (Espejo-Serna 2003, Smith & Downs 1979).

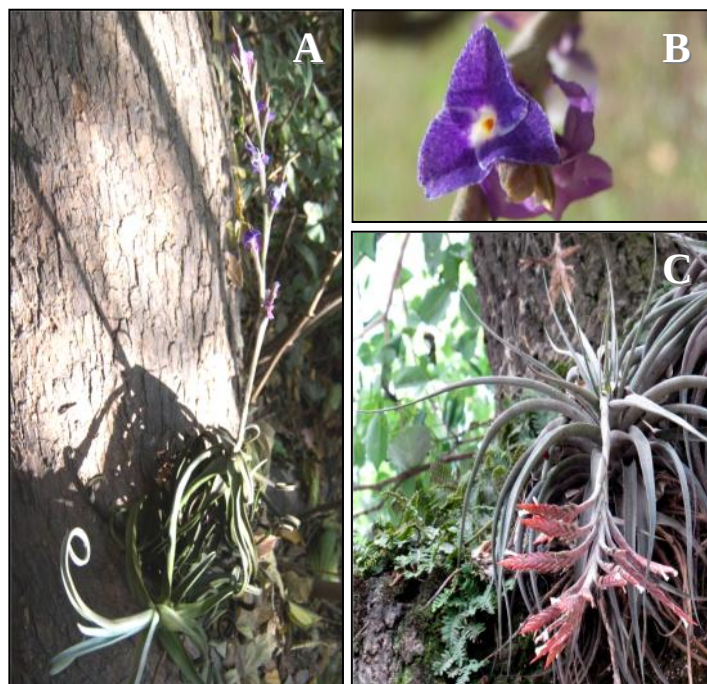
Tillandsia L. contiene 551 especies epífitas que se distribuyen desde el sur de Estados Unidos al centro de Argentina y Chile (Till 1992, Smith & Till 1998, Chew 2010). *Tillandsia duratii* Vis. var. *duratii* crece en alturas de 200 a 3.500 m.s.n.m.; sus flores son fragantes y de color lila, las hojas caulescentes, fuertemente recurvadas, necesarias para su apoyo sobre la copa de diversas especies de árboles (Colgan 2010). *Tillandsia didistichia* (E. Morren) Baker se distribuye desde 500 a 1.440 m.s.n.m., es de hábitat epífita, a veces saxícola y sus flores son blanquecinas verdosas en espigas múltiples que pueden tomar pigmentación cinnabarina.

Las investigaciones citogenéticas en la familia Bromeliaceae son escasas. Solo se ha analizado el 9 % de las especies, entre cultivadas y ornamentales (Weiss 1965, Pires Cotias de Oliveira *et al.* 2000). Los estudios citogenéticos de Weiss (1965) ya habían denotado diferencias en las tres subfamilias de Bromeliaceae por la variación en sus números cromosómicos: Bromelioideae, con $x = 25$ y $x = 9$; Pitcairnioideae, con el número básico $x = 25$ y Tillandsioideae, con $x = 8$. Asimismo, los recuentos en el género *Tillandsia* son variados $2n = 32, 43, 56, 64, 96$, y se postuló como número básico $x = 8$ (Gauthé 1965). Sin embargo, trabajos posteriores proponen un número básico de $x = 25$ para la subfamilia Tillandsioideae y el mismo número de base para el género *Tillandsia* (Brown & Gilmartin 1989, Benzing 2000).

El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento citogenético de especies de *Tillandsia* nativas del NO Argentino mediante el estudio de la microsporogénesis, el comportamiento meiótico de los cromosomas y viabilidad de los granos de polen en *Tillandsia duratii* Vis. var. *duratii* (Figs. 1A y 1B) y *T. didistichia* (Fig. 1C).

Materiales y métodos

Tillandsia duratii var. *duratii*. Argentina. Prov. Catamarca, Dpto. Andalgalá Camino de Andalgalá a Las Estancias, 27°38.996' S, 066°13.803' O, 03/05/2010, 950 m.s.n.m.; Prov. Tucumán; Dpto. San Miguel de Tucumán,



Figuras A-C. *Tillandsia duratii* var. *duratii*. A) Vista general de la planta; B) detalle de la flor, C) *Tillandsia didistichia*, vista general de la planta. (Autor: A.R. Andrada)

Ciudadela, 26°50'10" S, 65° 13'15", 31/08/2010, 440 m.s.n.m.

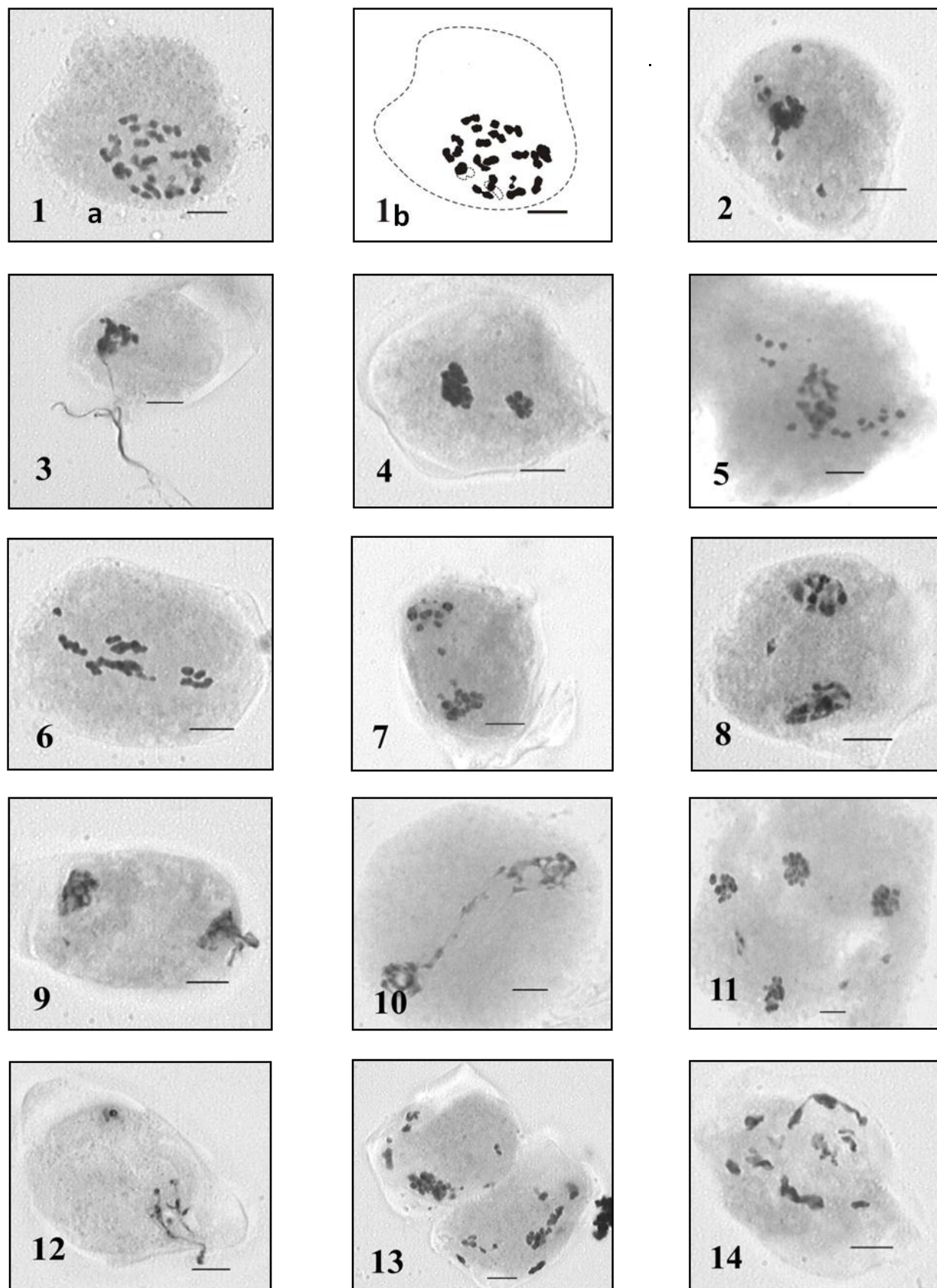
Tillandsia didistichia. Argentina. Prov. Tucumán, Dpto. San Miguel de Tucumán, Parque Avellaneda, 26°49'37" S, 65°13'25" O, 10/09/11, 455 m.s.n.m.; Jardín Botánico de la Fundación Miguel Lillo, 26°49'52" S, 65° 13'25" O, 01/09/2010, 449 m.s.n.m.

Los botones florales se fijaron en Farmer (alcohol etílico - ácido acético 3:1) durante 48 horas y se conservaron en alcohol al 70 % a -4°C. Antes de la coloración, se efectuó la hidrólisis de las anteras en HCl 1N durante 20 minutos a 60° C. La coloración y el montaje se realizaron con la mezcla de una gota de orceína acética al 2% y una de ácido láctico al 45 %. La viabilidad polínica fue determinada mediante la técnica de carmín-glicerina (1:1). Las microfotografías se obtuvieron mediante una cámara Motican 1000 (1,3 MP), conectada a un microscopio Nikon Eclipse E200.

Resultados

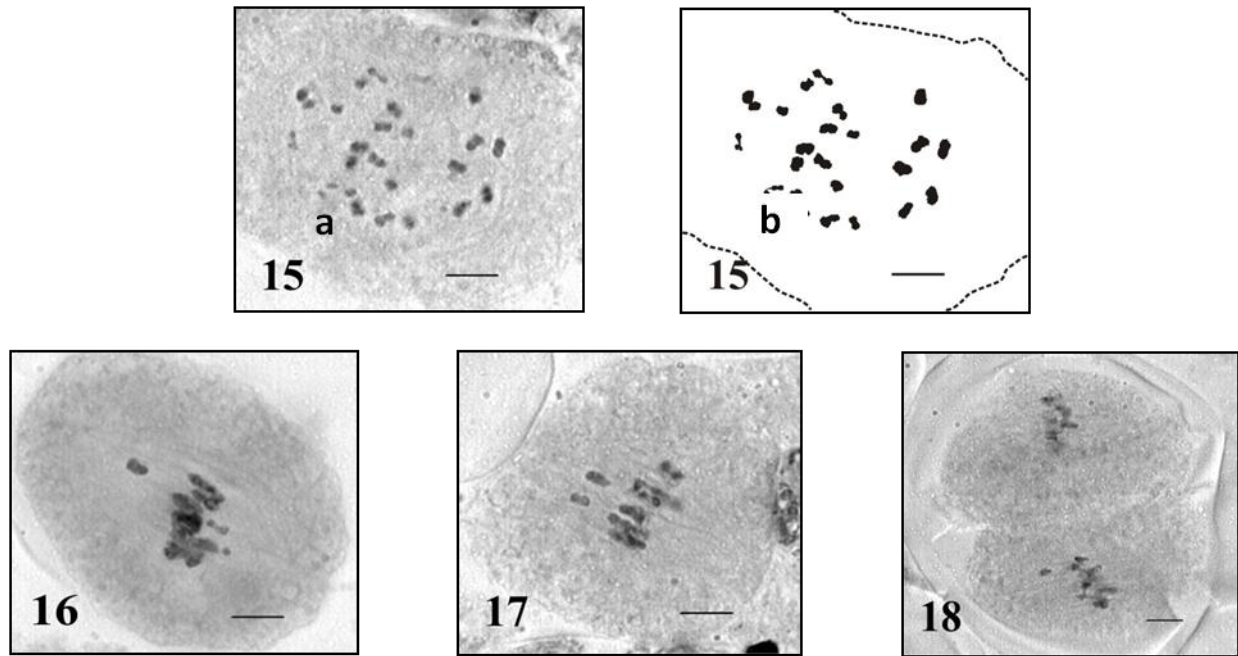
Las diacinesis analizadas en *Tillandsia duratii* var. *duratii* mostraron 23II (bivalentes) (Fig. 2.1A y 2.1B); el 15% de las meiosis se presentaron irregulares, se observaron diacinesis genéticamente desbalanceadas con 22 o 24II, cromosomas en cadena; metafases I (MI) con irregularidades como cromosomas fuera de placa (Fig. 2.2); células madres de polen (CMP) con 1 o 2 bivalentes, extrusiones de cromatina (Fig. 2.3), agrupaciones secundarias de cromosomas en número variable (Fig. 2.4); anafase I (AI) desbalanceadas (Fig. 2.5) y otras con segregación de bivalentes completos (en vez de cromosomas homólogos) hacia un mismo polo (Fig. 2.6), también se observaron cromosomas fuera de la placa ecuatorial (Fig. 2.7); se registraron telofase I (TI) con dos





Figuras 2. *Tillandsia duratii* var. *duratii*. 1a) Diacinesis con 23II; 1b) diacinesis, representación gráfica, 2) MI con cromosomas fuera de la placa ecuatorial; 3) extrusión de cromatina; 4) agrupaciones secundarias; 5) AI desbalanceada; 6) segregación de bivalentes a los polos; 7) AI con cromosomas fuera de la placa ecuatorial; 8) TI con dos núcleos grandes y uno pequeño; 9) TI con extrusión de cromatina; 10) TI con puente; 11) AII con cromosomas fuera de placa; 12) células con escasa cromatina; 13) cromosomas dispersos; 14) células con cromosomas aglutinados.





Figuras 3. *Tillandsia didistichia*. 15a) Diacinesis con 24II; 15b) diacinesis, representación gráfica; 16-17) MI con cromosomas fuera de la placa ecuatorial; 18) MII con cromosoma fuera de placa. Escala = 6µm.

núcleos grandes y uno pequeño (Fig. 2.8), extrusión de cromatina (Fig. 2.9) y formación de puentes (Fig. 2.10). Las metafase II (MII) se mostraron regulares y las anafase II (AII) exhibieron cromosomas fuera de placa (Fig. 2.11); las TII (telofase II) no mostraron anomalías.

Se observaron células con escasa cromatina (Fig. 2.12) y con cromosomas dispersos por toda la célula sin un patrón definido (Fig. 2.13); algunas CMP presentaron cromosomas agrupados y aglutinados en regiones dispersas de las células (Fig. 2.14). La formación de tétradas se presenta regular; la viabilidad de los granos de polen fue de un 72 %.

Tillandsia didistichia. Las diacinesis presentaron 24II (Fig. 3.15 a-b). El 13,1 % de las MI se caracterizan por ser irregulares, mostrando 1 ó 2 cromosomas fuera de placa ecuatorial (Fig. 3.16-17). Las AI tienen un comportamiento regular al igual que las TI. Se observó en el 19,51% de las MII un cromosoma fuera de placa ecuatorial (Fig. 3.18), los estadios restantes de la división meiótica II continúan de modo regular. La viabilidad de los granos de polen es baja, el 49,6% de los granos presentaron tinción positiva.

Discusión y conclusiones

Investigaciones realizadas respecto de los aspectos sistemáticos y evolutivos de las bromeliáceas han llevado a los investigadores al estudio de los cromosomas. Brown & Gilmartin (1989) mencionan que estos estudios mostraron gran variedad de números mitóticos y discordancias entre el número somático y meiótico en algunos taxones, lo que condujo a interpretaciones variadas del número básico para Bromeliaceae. Autores como Gauthé (1965) y Weiss (1965) postularon como número básico para la familia $x = 8$; sin embargo, Brown & Gilmartin (1989) confirmaron que el número básico es $x = 25$ y citaron que este número podría tener origen poliploi-

de, en base a que el número cromosómico más bajo registrado $n = 17$ (*Cryptanthus*, subfamilia Bromelioideae). Dicho número podría haber surgido por cruzamiento de paleo-ancestros $n = 8$ y $n = 9$, luego este "paleo-híbrido" se habría cruzado nuevamente con una especie $n = 8$, alcanzando el número $n = 25$. Brown & Gilmartin (*op. cit.*) también citan que ninguna especie actual exhibe $n = 8$ y sugieren que los números poco frecuentes como $n = 17$ y $n = 19$ (*Cryptanthus*, *Tillandsia leiboldiana* Schldl., respectivamente), podrían deberse a una dispoloidía descendente a partir de $x = 25$, pensamiento que concuerda con Pires Coitas-de-Oliveira *et al.* (2000). Espejo-Serna (2003) citó en su tesis doctoral el trabajo de Benzing (2003) y mencionó erróneamente como números básicos $n = 20-22$ para la subfamilia Tillandsioideae, cuando en realidad Benzing (*op. cit.*) hace referencia a estos números como recuentos meióticos para *T. complanata* Benth.

Nuestros resultados ($n = 23$) no son congruentes con recuentos previos de $n = 25$ para *Tillandsia duratii* var. *duratii*, reportados por autores precedentes (Brown & Gilmartin 1989, Goldblat & Johnson 1991). Según estos recuentos, al considerar como número básico $x = 25$ para el género, *T. duratii* var. *duratii* es un aneuploide $n = x-2$ que presenta meiosis con numerosas irregularidades. Estos son los primeros recuentos para *T. didistichia*, los cuales revelaron que esta especie es aneuploide con $n = x-1$ y meiosis generalmente regular.

Al analizar nuestros resultados y los recuentos cromosómicos en la bibliografía, podemos considerar más de un posible factor causante de aneuploidía en *Tillandsia*: en primer lugar, las extrusiones de cromatina que surgen a partir de la profase I, podrían causar alteraciones en el número cromosómico de las CMP (como ocurre en *T. duratii* var. *duratii*), que provocarían el surgimiento de dia-



cinesis con 22 y 24II, y cuyo resultado esperado sería el desarrollo de microsporas genéticamente desbalanceadas. En segundo lugar, las irregularidades a partir de MI como cromosomas rezagados, fuera de la placa ecuatorial y migración de bivalentes hacia un mismo polo (en *T. duratii* var. *duratii* y *T. didistichia*), son factores que promueven la formación de CMP hipo/hiperploides (Rani et al. 2011).

La monofilia de la subfamilia Tillandsioideae está fuertemente soportada por evidencias moleculares (Barfuss et al. 2005, Horres et al. 2000, Chew et al. 2010). Asimismo, los recuentos cromosómicos realizados hasta el momento tienden a confirmar el número básico $x = 25$ para esta subfamilia (Brown & Gilmartin 1989). Nuestros recuentos de $n = 23$ y $n = 24$ para *Tillandsia duratii* var. *duratii* y *T. didistichia*, respectivamente, fortalecen la teoría de Brown & Gilmartin (op. cit.) y Pires Cotias de Oliveira et al. (2000) de que *Tillandsia* tiene como número básico $x = 25$ y que la aneuploidía (además de la poliploidía) ha participado en el desarrollo evolutivo del género, y en consecuencia de la subfamilia Tillandsioideae.

Las extrusiones de cromatina se observaron tan solo en la división I de *T. duratii* var. *duratii*, desde profase I hasta TI. Esto coincide con lo citado por Kamra (1960), quien sugiere que las células que sufrieron extrusión de cromatina se recuperan o degeneran, por lo que no se observan en estadios tardíos de la división celular.

Se puede asumir que el desarrollo de granos de polen viables (en ambas especies) no está directamente determinado por las irregularidades meióticas, lo cual es evidente al observar la baja viabilidad de los granos de polen en *Tillandsia didistichia* y las escasas anomalías meióticas que presenta.

Tillandsia duratii habita altitudes tan variadas como 190 a 3.000 m.s.n.m., en condiciones heterogéneas de temperatura y humedad, por lo que está adaptada a diferentes nichos ecológicos. A través de este amplio rango de condiciones, *T. duratii* adquirió caracteres diferentes que se manifiestan en distintas variedades y/o subespecies (Smith 1988, Halda 2005), las cuales están ampliamente distribuidas en el Cono Sur, por Brasil, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina (Zuloaga & Morrone 1996, Plever 2008, Zuloaga et al. 2008, Colgan 2010). Es necesario realizar estudios citológicos en dichas variedades o subespecies para poder esclarecer si las variaciones existentes en los recuentos cromosómicos se deben a que éstos se llevaron a cabo en distintas entidades del mencionado taxón.

Referencias

- Barfuss MHJ, Samuel R, Till W, Stuessy TF. 2005. Phylogenetic relationships in subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) based on DNA sequence data from seven plastid regions. *Am. J. Bot.* 92: 337-351.
- Benzing DH. 2000. *Bromeliaceae, profile of an adaptive radiation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 690 pp.
- Brighigna L, Papini A, Mosti S, Cornia A, Bocchini P, Galletti G. 2002. The use of tropical bromeliads (*Tillandsia* spp.) for monitoring atmospheric pollution in the town of Florence, Italy. *Rev. Biol. Trop.* 50: 577-584.
- Brown GK, Gilmartin AM. 1989. Chromosome numbers in Bromeliaceae. *Am. J.*

Bot. 76: 657-665.

- Chew T, De Luna E, González D. 2010. Phylogenetic relationship of the pseudobulbous *Tillandsia* species (Bromeliaceae) inferred from cladistic analyses of ITS 2, 5.8 S ribosomal RNA gene, and ETS sequences. *Syst. Bot.* 35: 86-95.
- Colgan L. 2010. *Tillandsia streptocarpa* and *Tillandsia duratii*. *Bromeliana* 47: 1-4.
- Crayn DM, Winter K, Smith AC. 2004. Multiple origins of crassulacean acid metabolism and the epiphytic habit in the Neotropical family Bromeliaceae. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 101: 3703-3708.
- Cronquist A. 1981. *A integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, New York. 1262 pp.
- Derwiedue FS, González AM. 2010. Anatomía foliar en Bromeliaceae del nordeste argentino y Paraguay. *Bonplandia* 19: 153-173.
- Gauthé J. 1965. Contribution a l'étude caryologique des Tillandsiées. *Mém. Mus. Nat. D'Histoire Natur.* Série B. 16: 39-60.
- Gilmartin AJ, Brown GK. 1987. Bromeliales, related monocots, and resolution of relationship among Bromeliaceae subfamilies. *Syst. Bot.* 12: 493-500.
- Givnish TJ, Sytsma KJ, Smith JF. 1990. A re-examination of phylogenetic relationships among bromeliad subfamilies using cpDNA restriction site variation. *Am. J. Bot.* 77(suplemento)133. (Resumen)
- Goldblatt P, Johnson DE (eds.). 1991. Bromeliaceae. *En: Index to plant chromosome numbers 1988-1989*. 238 pp.
- Halda JJ. 2005. Nové poposy a kombinace v rodu *Tillandsia* L. *Act. Mosei Richnoviensis Sect. Natur.* 12: 57-67.
- Kamra OP. 1960. Chromatin extrusion and cytomixis in pollen mother cells of *Hordeum*. *Hereditas* 46: 592-600.
- Pires Coitas-de-Oliveira AL, Aquino de Asis JG, Bellintani MC, Andrade JCS, Silva Guedes ML. 2000. Chromosome numbers in Bromeliaceae. *Genet. Mol. Biol.* 23: 173-177.
- Plever H. 2008. *Tillandsia duratii* (even the small form can have a big inflorescence). *Orlandiana* 11: 1-6.
- Rani S, Kumar S, Jeelani SM, Kumari S, Gupta RC. 2011. Cytological studies in some members of family Ranunculaceae from Western Himalayas (India). *Caryologia* 64: 405-418.
- Smith LB. 1988. Notes on Bromeliaceae. *Phytologia* 16: 78-79.
- Smith LB, Downs RJ. 1979. Tillandsioideae (Bromeliaceae). *En: Flora Neotropica. Monographies* 14: 663-1492.
- Stevens P. F. 2001 onwards. Angiosperm Phylogeny. Website. Version 3, mayo de 2002. <http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/>.
- Till W. 1992. Systematics and evolution of the tropical subtropical *Tillandsia* subgenus *Diaphoranthema* (Bromeliaceae). *Selbyana* 13: 88-94.
- Weiss HE. 1965. Étude caryologique et cyto-taxonomique de quelques Broméliacées. *Mém. Mus. Nat. D'Histoire Nat.* Série B. 16: 9-38.
- Zuloaga FO, Morrone O (eds.). 1996. *Catálogo de Plantas Vasculares de la República Argentina. I. Pteridophyta, Gymnospermae y Angiospermae (Monocotyledoneae)*. Missouri Botanical Garden. 323 pp.
- Zuloaga FO, Belgrano M, Morrone O (eds.). 2008. *Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur I*. Missouri Botanical Garden, U. S. A. 983 pp.



Publicaciones revisadas

Werner Greuter y Rosa Rankin Rodríguez (traductores). **Código Internacional de nomenclatura para algas, hongos y plantas (Código de Melbourne)**. Editorial CSIC, Servicio de Distribución. Marketing Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Vitruvio, 8. Madrid, 28006. Precio: 15 euros más gastos de correo. Información: <http://publiblogdelcsic.blogspot.com.es/2013/01/codigo-internacional-de-nomenclatura.html> y <http://editorial.csic.es/publicaciones/libros/12203/84-00-09653-3/codigo-internacional-de-nomenclatura-para-algas-ho.html>. Telf. +34-91-5681504 91-5681627

Las regulaciones del Código Internacional de Nomenclatura Botánica establecen que cada seis años; durante la semana previa al Congreso Internacional, se debatan para aprobar o rechazar, las modificaciones propuestas previamente en la revista *Taxon*, órgano de la International Association for Plant Taxonomy (IAPT). Para el último congreso, estas modificaciones fueron resumidas por McNeill & Turland (*Taxon*, 2011).

En el último Congreso, realizado en Melbourne, Australia, en julio de 2011, se decidieron numerosos cambios al Código, algunos que ya han sido amplia y rápidamente divulgados en diferentes publicaciones. Las modificaciones más importantes son: 1) cambio al nombre del Código, 2) aceptación de nuevos taxones descritos en medios electrónicos, 3) aceptación de diagnosis en inglés o en latín para los nuevos taxones, 4) para los hongos, aceptar solo un nombre para cada especie (antes se aceptaba un nombre para la fase asexual y otro para la fase sexual de una especie), 5) para los fósiles, se abandona el concepto de morfotaxa implicando, también, un solo nombre aceptado para cada especie fósil, 6) implementación de un registro oficial para las nuevas especies de hongos. Se dedicó parte del debate a la fuerte discusión sobre la re-tipificación del género *Acacia* (Leguminosae) y su inclusión al Apéndice III del Código, el cual sigue siendo controversial por manera en que se maneja.

Durante este congreso, se lograron finalmente numerosos cambios ya propuestos en varias sesiones anteriores sin ser aceptados. Lo sorprendente para la comunidad taxonómica, sobre todo para quienes no estuvieron presentes en la sesión de nomenclatura, es que dos de las modificaciones entrarán en vigencia desde el 1 de enero de 2012, varios meses antes de la publicación del Código, efectuada en diciembre de 2012, con lo que el código en su totalidad tiene vigencia desde el 1 de enero de 2013. Por su naturaleza, las normas deben ser estables y sus eventuales cambios conocidos con bastante antelación, de modo que ambas premuras parecen negativas.

La primera modificación fue el cambio de nombre: ahora se llamará Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas, y será mencionado como "Código de Melbourne". Las dos alteraciones que comen-

zaron a tener vigencia a partir del 1 de enero de 2012, fueron:

1) La aceptación plena de las publicaciones electrónicas para los nuevos taxones. Las condiciones son: que estén disponibles en forma de PDF (formato de documento portátil) o eventualmente en un formato similar que lo sustituya; y que tengan número de ISBN o ISSN. La recomendación explícita es depositar por lo menos 10 copias impresas en bibliotecas especializadas reconocidas. Las copias impresas deberán ser idénticas a la publicación electrónica. Los servidores donde se encuentren depositadas dichas publicaciones electrónicas deberán estar físicamente en varias partes del mundo y cumplir ciertas normas; por ej. tener una certificación ISO y/o un estándar de archivo PDF/A. Cualquier alteración a la publicación original, invalida la misma; de modo que cualquier modificación, por muy pequeña que sea, deberá ser efectuada como publicación independiente.

2) Se elimina la obligatoriedad de la diagnosis en latín para validar nuevos taxones, desde el 1 de enero de 2012, se puede optar por latín o inglés. Queda entonces restringida al período 1935-2011 la obligación de efectuar diagnosis en latín para la validez de un nuevo taxón. La inclusión de uno o varios idiomas modernos fue una propuesta muy repetida en sucesivos congresos, aunque no siempre bien presentada. Cabe aclarar, que para el caso de fósiles, las especies nuevas ya podían ser descritas en latín o inglés a partir del 1 de enero de 1996, anteriormente se aceptaban en cualquier idioma. El rechazo a la propuesta de eliminar el latín, se debió a que no se definía en particular un idioma que lo substituyera y su porqué; por ej., se argumentaba que pudiera ser el Mandarín, ya que posiblemente es el idioma más hablado del mundo. En una propuesta reciente, incluso, se propuso que cualquier idioma pudiera ser utilizado. Finalmente, en Melbourne se aceptó que el inglés sea el idioma alternativo al latín, por ser actualmente la "lengua franca". Sin duda, esto será bien aceptado por la comunidad botánica dedicada a taxonomía.

3) Un solo nombre a usar para hongos en los casos que tuvieran uno basado en la fase asexual (anamorfo) y otro nombre para la fase sexual (telemorfo). Por muchos años, se consideraron válidos ambos epítetos; hoy en día, con la evidencia molecular se ha podido identificar su correspondencia, por lo cual se aprobaron una serie de reglas a fin de que los hongos tengan único un nombre aceptado para ambas fases. En forma similar se aprobaron normas para los nombres de fósiles, ya que muchas veces se han publicado varios nombres para diferentes fragmentos que, posteriormente, se reconocieron como pertenecientes a una misma especie. Durante las sesiones en Melbourne se aceptaron las propuestas de Cleal & Tomas (*Taxon*, 2010), en las que prácticamente se abandona el concepto de morfotaxa.

Los cambios referentes a los hongos fueron drásticos, con la vigencia de un registro oficial para las nuevas especies: en otras palabras, un "identificador único provisto por un repositorio oficialmente reconocido" a partir del 1 de enero de 2013; por ahora solo reconoce como repositorio el My-



coBank (<http://www.mycobank.org>); también recomendado oficialmente por el Comité de Nomenclatura de Hongos. Posiblemente, esto se proponga también en el futuro para plantas vasculares, luego de observar el funcionamiento de este sistema de registro, según comentarios extraoficiales.

La asamblea dedicó un tiempo a tratar en particular el nombre de *Acacia* y su re-tipificación, situación que continúa siendo controversial, debido a que al momento de la ratificación del Código de Viena, algunos miembros de la asamblea se opusieron a la inclusión de *Acacia penninervis* en el Apéndice III (nombres conservados y rechazados).

El Código de Melbourne fue publicado inglés electrónicamente y en papel, y en español solo en papel, pero a diferencia de sus predecesores, sus apéndices no han sido impresos, pero sí estarán disponibles en internet. Esto es práctico, ya que durante los últimos 20 años las excepciones al Principio de Prioridad (Art. 14), los nombres aprobados para ser "Conservados" o "Rechazados" fueron muchísimos; las múltiples excepciones ocupan 416 páginas del Código de Viena, y esto 'debilita' a las reglas del mismo código. Es un "Caballo de Troya" que finalmente destruirá al Código. Las razones históricas para incluir el Art. 14, fueron casos extremos; por ej., no alterar el nombre del trigo (*Triticum aestivum*) por otro nombre publicado un año antes en un libro ruso de enseñanza secundaria, nombre que pasó inadvertido por muchos años. Sin embargo, hoy se realizan excepciones por motivos menores; por ej., no realizar varias combinaciones nuevas cuando se reúnen dos géneros, en el caso que el de menor número de especies tenga la prioridad. También se propone la conservación o rechazo para grupos que solo unos pocos especialistas en el mundo conocen, usando el argumento que determinado nombre fue usado repetidamente y el otro menos. Esto, en otras palabras, es legalizar los errores arrastrados por años de un autor a otro, algo así como "miente, miente, que algo va a quedar".

Roberto Kiesling

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

CÓDIGO INTERNACIONAL DE NOMENCLATURA

PARA

ALGAS, HONGOS Y PLANTAS

(CÓDIGO DE MELBOURNE)

2012

TIPS

* **Evento:** III Congreso Latinoamericano de la Red Mundial para la Cooperación en Ciencias Forestales (IUFRO). Lugar: San José, Costa Rica. Fecha: 12-15 junio de 2013. Información: iufrolat@catie.ac.cr

* **Evento:** IV International Society for Seed Science Meeting on Seeds and the Environment. Lugar: Shenyang, Liaoning Province, China. Fecha: 22-26 de junio de 2013. Información: seedecology4@iae.ac.cn; <http://seed2013.csp.escience.cn>

* **Evento:** III Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica: de la restauración humana a la restauración ecológica. Lugar: Bogotá, Colombia. Fecha: 29-31 de julio de 2013. Información: www.redcre.com, www.erecolombia.com y al contacto: restauracionecologicaere@gmail.com

* **Evento:** 2013 International Conference on Pollinator Biology, Health and Policy. Lugar: Penn State campus, University Park, Pensilvania, USA. Fecha: 14-17 de agosto de 2013. Información: cscs@psu.edu

* **Evento:** International Congress of Ecology. Lugar: Ex-Cel Centre, Londres, Inglaterra. Fecha: 18-23 de agosto de 2013. Información: <http://www.intecol2013.org/>

* **Evento:** 10th International Congress of Plant Pathology 2013 Beijing. Lugar: International Convention Center, Beijing, China. Fecha: 25-31 agosto de 2013. Información: <http://www.icppbj2013.org/>

* **Evento:** IV Congreso Latinoamericano de Agroecología. Lugar: Cusco y Lima, Perú. Fecha: 17-21 de septiembre de 2013. Información: www.agroeco.org/socla; SOCLA-PERU2013@lamolina.edu.pe

* **Evento:** Conferencia "Territorios climáticamente inteligentes en el trópico - Pensamiento sistémico para lograr la adaptación socioecológica". Lugar: Turrialba, Costa Rica. Fecha: 30 de septiembre - 4 de octubre de 2013. Información: conferenciawallace@catie.ac.cr

* **Evento:** IV Congreso de Ciencias Ambientales (COPIME). Lugar: Buenos Aires, Argentina. Fecha: 9-11 octubre de 2013. Información: www.copime.org.ar

* **Evento:** VIII International Congress on Cactus Pear and Cochineal. Lugar: Palermo, Italia. Fecha: 28-31 de octubre de 2013. Información: <http://www.soishs.org/cactuspear/>, cactus2013@unipa.it

* **Evento:** XIII Seminario Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Lugar: Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales, Bucaramanga, Colombia. Fecha: 6-8 de noviembre de 2013. Información: simads@uis.edu.co, www.simads.org

* **Evento:** XI Congresso Latinoamericano de Botânica. Lugar: Salvador, Bahia, Brasil. Fecha: 19-24 de octubre de 2014. Información: <http://www.botanica-alb.org/index.php>



Publicaciones recientes

- Aguirre-Dugua X, Eguiarte LE. 2013. Genetic diversity, conservation and sustainable use of wild *Agave cupreata* and *Agave potatorum* extracted for mezcal production in Mexico. *J. Arid Environ.* 90: 36-44.
- Almirón M, Carretero EM, Martínez Carretero E. 2013. Spatial distribution of *Tephrocactus aoracanthus* (Lem.) Lem. in relation to shrubs in the hyperarid regions of west-central Argentina. *Austral Ecol.* 38: 131-138.
- Beltran JD, Lasso E, Madriñan S, Virgo A, Winter K. 2013. Juvenile tank-bromeliads lacking tanks: do they engage in CAM photosynthesis? *Photosynthetica* 51: 55-62.
- Carballar-Hernández S, Palma-Cruz FJ, Hernández-Cuevas L, Robles C. 2013. Arbuscular mycorrhizal potential and mycorrhizal fungi diversity associated with *Agave potatorum* Zucc. in Oaxaca, Mexico. *Ecol. Res.* 28: 217-226.
- Chen F, Tobimatsu Y, Jackson L, Nakashima J, Ralph J, Dixon RA. 2013. Novel seed coat lignins in the Cactaceae: structure, distribution and implications for the evolution of lignin diversity. *Plant J.* 73: 201-211.
- Christianini AV, Forzza RC, Buzato . 2013. Divergence on floral traits and vertebrate pollinators of two endemic *Encholirium* bromeliads. *Plant Biol.* 15: 360-368.
- Cisneros A, García RB, Tel-Zur N. 2013. Creation of novel interspecific-interploid *Hylocereus* hybrids (Cactaceae) via embryo rescue. *Euphytica* 189: 433-443.
- Cruz PE, Pavon NP. 2013. Reproductive phenology of *Iso-latocereus dumortieri* (Cactaceae) in semiarid scrub in central Mexico: Effect of rain during the dry season. *J. Arid Environ.* 92: 53-58.
- de Faria-Tavares JS, García Martin P, Marigolin CA, de Oliveira-Collet SA, Machado MDPS. 2013. Genetic relationships among accessions of mandacaru (*Cereus* spp.: Cactaceae) using amplified fragment length polymorphisms (AFLP). *Biochem. Syst. Ecol.* 48: 12-19.
- Frick WF, Price RD, Heady PA III, Kay KM. 2013. Insectivorous bat pollinates columnar cactus more effectively per visit than specialized nectar bat. *Am. Nat.* 181: 137-144.
- García Aguilar MD, Terrazas T, León OS, Arias S, Vibrans H, López-Mata L. 2013. Molecular characterization of three species of *Hylocereus* (Cactaceae) from Mexico. *Rev. Fit. Mex.* 36: 13-22.
- Garibaldi A, Bertetti D, Pensa P, Poli A, Gullino ML. 2013. First report of crown and stem rot of Crested Molded Wax Agave (*Echeveria agavoides*) caused by *Fusarium oxysporum* in Italy. *Plant Dis.* 97: 288-289.
- Goetze M, Batista Louzada R, Lapa Wanderley MD, de Souza LM, Bered F, Palma-Silva C. 2013. Development of microsatellite markers for genetic diversity analysis of *Aechmea caudata* (Bromeliaceae) and cross-species amplification in other bromeliads. *Biochem. Syst. Ecol.* 48: 12-19.
- Hayes CL, Talbot WA, Wolf BO. 2013. Woodrat herbivory influences saguaro (*Carnegiea gigantea*) reproductive output. *J. Arid Environ.* 89: 110-115.
- Hodgson WC, Salywon AM. 2013. Two new *Agave* species (Agavaceae) from central Arizona and their putative pre-Columbian domesticated origins. *Brittonia* 65: 5-15.
- López-Ferrarri AR, Espejo-Serna A. 2013. *Hechtia mapi-miana* (Bromeliaceae; Hechtioideae), a new species from the state of Durango, Mexico. *Acta Bot. Mex.* 102: 89-97.
- Miranda-Jacome A, Montana C, Fornoni J. 2013. Sun/shade conditions affect recruitment and local adaptation of a columnar cactus in dry forests. *Annals Bot.* 111: 293-303.
- Ortega-Báes P, Gorostiague P. 2013. Extremely reduced sexual reproduction in the clonal cactus *Echinopsis thelegona*. *Plant Syst. Evol.* 299: 785-791.
- Pierson EA, Turner RM, Betancourt JL. 2013. Regional demographic trends from long-term studies of saguaro (*Carnegiea gigantea*) across the northern Sonoran Desert. *J. Arid Environ.* 88: 57-69.
- Rodríguez-Oseguera AG, Casas A, Herreras-Diego Y, Pérez-Negrón E. 2013. Effect of habitat disturbance on pollination biology of the columnar cactus *Stenocereus quevedonis* at landscape-level in central Mexico. *Plant Biol.* 15: 573-582.
- Santa-Rosa S, Souza FVD, Vidal AM, Ledo CAD, de Santana JRF. 2013. Micropropagation of the ornamental vulnerable bromeliads *Aechmea blanchetiana* and *Aechmea distichantha*. *Hort. Brasileira* 31: 112-118.
- Santini BA, Martorell C. 2013. Does retained-seed priming drive the evolution of serotiny in drylands? An assessment using the cactus *Mammillaria hernandezii*. *Am. J. Bot.* 100: 365-373.
- Skrzypek G, Paul D, Wojtun B. 2013. The altitudinal climatic effect on the stable isotope compositions of *Agave* and *Opuntia* in arid environments - A case study at the Big Bend National Park, Texas, USA. *J. Arid Environ.* 92: 102-112.
- Vázquez-Sánchez M, Terrazas T, Arias S, Ochoterena H. 2013. Molecular phylogeny, origin and taxonomic implications of the tribe Cactaeae (Cactaceae). *Syst. Biodivers.* 11: 103-116.
- Versieux LM, Vasconcellos N, Martinelli G. 2013. *Tillandsia bonita* (Bromeliaceae), a new species from Mato Grosso do Sul, Brazil, with notes on leaf anatomy. *Syst. Bot.* 38: 75-81.
- Zizumbo-Villarreal D, Vargas-Ponce O, Rosales-Adame JJ, Colunga-García Marín P. 2013. Sustainability of the traditional management of *Agave* genetic resources in the elaboration of mezcal and tequila spirits in western Mexico. *Genet. Resour. Crop Evol.* 60: 33-47.



En Peligro

Acharagma aguirreanum



(Fuente: <http://www.cactiguide.com/forum/userpix/2683>)

Acharagma aguirreanum (Glass & Foster) Glass es un cactus usualmente solitario, globoso, verde y bronce, flores pequeñas acampanuladas, amarillas con ejes rojizos y frutos púrpura verdosos. Se encuentra en un área semidesértica con rocas calcáreas en la Sierra de Paila, Coahuila, México. Sólo se conoce una localidad de distribución, con menos de 1 km² de superficie y se estima que la población conste de menos de 1000 plantas. La población está en constante declive debido a la extracción ilegal por coleccionistas. Ha sido clasificada como En Peligro Crítico B1ab(v)+2ab(v). Como medida de conservación se propone el control de su comercio internacional. Esta especie es propagada en viveros (Fuente: Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN; www.redlist.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 \$ 20 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

- **Alemania**
Jörg Ettelt, Fachgesellschaft anderen Sukkulenten praesident@fgas-sukkulent.de
- **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 laulaspenas@yahoo.com.ar
- **Bolivia**
Noemi Quispe, Jardín Botánico EMAVERDE 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 Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja aalbesiano@yahoo.com
- **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
- **España**
José Luis Fernández Alonso, Real Jardín Botánico, CSIC jfernandez@rjb.csic.es
- **Guatemala**
Mario Esteban Véliz Pérez, Herbario BIGU, Escuela de Biología, Univ. de San Carlos de Guatemala, Guatemala marioveliz@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
- **Venezuela**
Jafet M. Nassar, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas jafet.nassar@gmail.com, jnassar@ivica.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.

