



SOCIEDAD LATINOAMERICANA
Y DEL CARIBE

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

Volumen 9 / N° 2 May.-Ago. 2012

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

Adriana Sofía Albesiano
aalbesiano@yahoo.com

José Luis Fernández Alonso
jfernandez@rjb.csic.es

Contenido

Conservación de Cactáceas, por C. R. Loaiza S.....	1
PROYECTOS	
Diversidad, distribución y usos de cactáceas de	
Huamanga, Ayacucho, por JC Arango & L.A. Medina.....	3
Efecto nodriz en dos cactáceas endémicas de	
Chile, por R.A. Cares et al.....	5
Domesticación y divergencias morfológicas y genéticas	
en <i>Agave inaequidens</i> y <i>A. hookeri</i>	6
Biología floral, dispersión y distribución especial de	
<i>Uebelmannia buiningii</i> , por V. Dias Texeira et al.....	9
Dinámica poblacional y comportamiento germinativo de	
<i>Discocactus petr-halfari</i> , por J.P. Bispo Nascimento et al.....	11
ARTÍCULOS DIVULGATIVOS	
Importancia de campos rupestres para <i>Uebelmannia</i>	
<i>pectinifera</i> , por S. Ribeiro-Silva & V. Ferreira Lima.....	16
Microrganismos endofíticos en la familia Cactaceae,	
por J.D.P. Bezerra et al.....	19
Se recupera la población de <i>Melocactus holguinensis</i> ,	
por F.B. Riverón-Giró et al.....	23
ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	
Número cromosomal y cariotipo de <i>Gymnocalycium</i>	
<i>saglionis</i> , por V.A. Páez et al.....	24
PUBLICACIONES REVISADAS.....	
CONVOCATORIA.....	28
ES NOTICIA.....	32
TIPS.....	33
PUBLICACIONES RECIENTES.....	34
EN PELIGRO.....	35

Algunas reflexiones sobre el estado de conservación de las cactáceas en Latinoamérica

Christian R. Loaiza S.

Instituto de Ecología, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador
Correo electrónico: crloaiza@utpl.edu.ec

Desde los inicios de la conquista española, el descubrimiento de América llevó a su vez al descubrimiento de muchas especies de plantas totalmente desconocidas hasta entonces, muchas de las cuales, además de asombrar a sus descubridores, también llegaron a representar una importante fuente de ingresos principalmente en Europa, debido a su valor medicinal y comercial.

Según se sabe, fue precisamente Cristóbal Colón la primera persona en llevarse consigo algunos ejemplares de plantas del género *Melocactus* (Cactaceae) y de otros grupos a su regreso del viaje a América, con lo cual, y a partir de entonces, muchas especies de plantas empezaron a ser extraídas desde su lugar de origen hacia otros continentes. Quizá uno de los casos más célebres y dramáticos de la explotación española y posteriormente europea tanto en Ecuador como en el Perú, fue el de la famosa "cascarilla" (*Cinchona officinalis* L.), cuya inmisericorde explotación ocurrida luego de su descubrimiento condujo a que esta especie prácticamente haya llegado al borde de la extinción en la reducida área norandina en donde crecían las mejores variedades de quina.

Hoy en día, la explotación masiva de plantas de distintos grupos en Ecuador y Perú ha disminuido paulatinamente, aunque más bien se podría decir que se



Habitat de *Melocactus bellavistensis*, especie suculenta endémica de Ecuador en riesgo de extinción (Autor: C.R. Loaiza)



Individuo de *Armatocereus godingianus* en fase reproductiva. Esta especie endémica de Ecuador es frecuentemente quemada durante el proceso de preparación de la tierra para el cultivo (Autor: C.R. Loaiza)

ha enfocado más exclusivamente al grupo de las plantas suculentas y ornamentales como cactáceas y orquídeas, cuyo gran atractivo y colorido las han convertido en blanco directo de las personas dedicadas al comercio legal e ilegal de plantas. El uso y consumo de plantas medicinales, por otro lado, ha decaído notablemente en la actualidad, debido principalmente al acelerado desarrollo de la industria farmacéutica.

Dejando de lado el grupo de las orquídeas, me ocuparé exclusivamente en abordar el tema de la conservación de las cactáceas, el cual probablemente representa uno de los grupos más afectados en la actualidad.

Cuando cursaba los primeros años de la carrera de biología, siempre sentí mayor afinidad por el estudio de la fauna que por el estudio de la botánica en general; sin embargo, no fue sino hasta que abordé un libro sobre diversidad vegetal de la región sur del Ecuador, en el cual tuve la oportunidad de leer un capítulo dedicado exclusivamente a la familia Cactaceae, que decidí dedicarme al estudio de este interesante grupo de plantas. De hecho, mi primer estudio fue justamente sobre una especie endémica de la región Tumbesina, la cual lamentablemente hoy en día ha entrado a formar parte de las especies consideradas en peligro de extinción.

Pero ¿qué fue lo que llevó a esta especie, al igual que muchas otras cactáceas, a ser consideradas como especies en riesgo de extinción? Las razones pueden ser variadas, pero bien se podrían considerar dos causas como las principales: la introducción de especies exóticas y los saqueos por parte de floricultores, coleccionistas aficionados o por personas amparadas en ciertas sociedades, a veces mal llamadas "amigos de los cactus". Muchas de las veces, se trata de coleccionistas profesionales de plantas, los cuales, lejos de trabajar por su conservación, contribuyen a reducir los tamaños poblacionales de algunas especies, disminuyendo con ello la diversidad genética que miles de años de evolución ha logrado generar.

La introducción de especies exóticas ha probado ser una de las principales causas para poner en riesgo de extinción a las especies endémicas presentes en algunos ecosistemas restringidos, como islas. Tal es el caso de algunas opuntias en las Islas Galápagos, e incluso a nivel del continente. La Dra. Léia Scheinvar, destacada cactóloga mexicana, ya mencionaba este problema como una de las principales causas para la extinción de la flora nativa de cactáceas de México. En algunas zonas se han realizado campañas arduas para combatir la sobre población de cabras, a fin de reducir los impactos ambientales que estos animales causan sobre la flora xerófila nativa de determinados sectores. Por citar un ejemplo, hace pocos meses la comunidad científica y el mundo entero se entristecían por la muerte del solitario 'George' (*Chelonoidis abingdonii* Günther); pero muy pocas personas conocen que la Isla Rábida, en la cual fue descubierto este emblemático reptil, conservaba menos del 50 por ciento de su flora original como resultado de la introducción de especies exóticas. Igual riesgo de extinción suelen correr otras especies, al tener que competir por el alimento con especies cuyo daño al ambiente no se limita únicamente a la obtención de alimento, sino al hecho de que estas especies introducidas prácticamente acaban con la vegetación nativa, alterando el equilibrio ecológico de los ecosistemas.

La segunda causa, considerada también como la más perjudicial debido a sus efectos ambientales, a simple vista podría ser considerada como inofensiva por las personas que se dedican a este tipo de actividades; sin embargo, muchas personas desconocen el grave desequilibrio ecológico que este tipo de acciones pueden llegar a causar. Muchas especies de aves, particularmente colibríes, suelen depender en muchos casos exclusivamente de las hermosas flores que algunas cactáceas producen, por lo cual al desaparecer dichas plantas, inevitablemente se estaría condenando a la extinción a estas maravillosas aves.

En algunos países como Brasil, uno de los géneros más afectados, precisamente por el comercio masivo, ha sido el género *Melocactus*, siendo algo muy común el observar en algunos lugares grandes cantidades de plantas en venta, sin tomar en cuenta el daño causado a los ecosistemas en donde estas especies habitan. Dentro del Ecuador, las dos únicas especies del género *Melocactus* que han sido registradas son precisamente las especies con mayor amenaza de extinción, siendo una de ellas *M. peruvianus* Vaupel, considerada por algunos autores como extinta en el Ecuador. La otra especie, *M. bellavistensis* Rauh & Backeb., ha quedado totalmente relegada a zonas de difícil acceso, en donde aún sobreviven algunas poblaciones, razón por la cual esta especie que hasta hace unos 50 años era muy común, hoy en día resulta casi imposible de ser observada en estado silvestre.

Se podría decir que a nivel de la región andina, Perú y Chile son los países que concentran la mayor cantidad de personas dedicadas al cultivo y colección de cactáceas; no así en Ecuador, en donde las pocas personas dedica-





Melocactus bellavistensis, especie ecuatoriana en riesgo de extinción
(Autor: C.R. Loaiza)

das a esta actividad poseen ejemplares provenientes de otros países, desconociendo totalmente las especies nativas de los bosques secos del Ecuador. Sin embargo, este desconocimiento, que por un lado podría ser favorable, también podría terminar siendo perjudicial para algunas especies, por cuanto al no resultar de interés, suelen ser consideradas por algunas personas, principalmente campesinos, como un estorbo para sus actividades agrícolas. Este problema se ha podido observar principalmente en la zona centro andina del Ecuador, específicamente en la provincia del Chimborazo, en donde algunas especies endémicas como *Armatocereus godingianus* (Britton & Rose) Backeb. ex E.Salisb, suelen ser quemadas sin ningún tipo de consideración.

Una forma muy interesante de conservación que se podría sugerir para mitigar los impactos ambientales causados por este tipo de actividades, podría ser mediante el incentivo y creación de cactarios enfocados a la conservación de especies nativas del Ecuador. A la vez que se muestra la belleza natural de las plantas, el objetivo principal sería incentivar la conservación de las especies mediante charlas y actividades de educación ambiental dirigidas al público en general. Dependiendo de los recursos con que se cuente, también de podría fomentar el cultivo de plantas destinadas a la reintroducción de especies en su hábitat natural. Sin embargo, y a pesar de que estas

actividades contribuyen a la conservación de especies, una alternativa posiblemente mucho más eficaz sería la declaratoria de áreas específicas destinadas a la conservación de cactáceas, lo cual depende en muchos de los casos de políticas de conservación enmarcadas dentro de un enfoque y respaldo gubernamental, lo cual es de vital importancia para que los programas de conservación tengan éxito.

La creación de áreas protegidas en el Ecuador encaminadas a la conservación de grupos específicos de plantas como cactáceas no ha sido tomada en cuenta por las autoridades ambientales; sin embargo, la propuesta no es del todo incoherente si se analiza que las provincias ubicadas en la región centro - norte y sur del Ecuador son las que poseen las mayores extensiones de valles secos interandinos. La flora nativa de estos valles podría desaparecer en los próximos años si no se toman las medidas necesarias que impidan este proceso, la creación de áreas protegidas en este y otros países andinos podría ser una excelente herramienta de conservación que aun estamos a tiempo de poder poner en práctica.



PROYECTOS

Diversidad, distribución y usos de las especies de cactáceas en la provincia de Huamanga, Ayacucho

Jesús de la Cruz Arango & Laura Aucasime Medina

Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
Ayacucho, Perú
Correo electrónico: jesusfcb@yahoo.es

El presente proyecto tiene por finalidad identificar y determinar la distribución de las especies de cactáceas presentes en la provincia de Huamanga. El área de estudio es extensa y la diversidad florística bastante amplia. La finalidad de este trabajo es establecer una base de datos sobre la biodiversidad en el departamento de Ayacucho, lo cual permitirá conocer la diversidad de especies, las características de la flora, su distribución, interacciones con otras especies, potencialidades de uso, propuestas para su conservación y aprovechamiento racional.

El trabajo comenzó en enero de 2012 y concluirá en diciembre del mismo año, para lo cual se programaron salidas al campo según cronograma del trabajo.

Justificación

El conocimiento de la diversidad y distribución de las



especies de cactáceas en la provincia de Huamanga y las colectas que se tenga que realizar, será una información valiosa para incrementar la base de datos sobre la diversidad florística en el departamento de Ayacucho.

Ayudará a la mejora en las decisiones sobre el manejo de los ecosistemas y facilitará realizar trabajos de investigación y estudios de impacto por parte de investigadores e instituciones interesadas.

Impactos y beneficiarios previstos

Será un aporte valioso para solucionar en parte el vacío de información sobre la vegetación en el departamento de Ayacucho. Los resultados del trabajo se publicarán y se presentarán en eventos científicos y estará al alcance de estudiantes, profesionales, investigadores interesados en el estudio de las cactáceas como un material de consulta.

La información de los resultados servirá para proponer el plan de manejo para la recuperación y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad en beneficio de la población local.

Problema y objetivos

No existe un registro sistematizado de la información de las cactáceas en la provincia de Huamanga que permita establecer una base de datos sobre la biodiversidad en el departamento de Ayacucho. Razón que justifica plantear las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la diversidad y distribución de las especies de cactáceas en la provincia de Huamanga? ¿Qué formas de uso tienen las especies?

Objetivo general

Identificar especies y su distribución de las cactáceas en la provincia de Huamanga con fines de conservar y establecer la base de datos sobre la biodiversidad en el departamento de Ayacucho.

Objetivos específicos

- (1) Identificar especies de cactáceas en la provincia de Huamanga.
- (2) Realizar la caracterización botánica de las especies.
- (3) Determinar la distribución según los pisos altitudinales y las formas de uso de las especies.
- (4) Determinar las formas de uso de las especies.

Materiales y métodos

Colección de muestras

Se realizarán salidas de campo a los diferentes distritos de la provincia de Huamanga donde se explorará y se colectarán las muestras considerando los tipos de vegetación y los pisos altitudinales. De igual manera se registrarán datos inherentes a la planta, así como datos de ubicación entre otros.

Las muestras se colectarán haciendo cortes longitudinales y transversales en el tallo, luego se prensarán utilizando los materiales convencionales para trabajo de campo, aplicando soluciones conservantes como solución FAA y bórax y secados en una estufa.



M.Sc. de la Cruz Arango y estudiantes durante una salida de campo evaluando aspectos de la comunidad de cactáceas de la region.

Los frutos se prensarán aparte y serán cortados en secciones longitudinales y transversales, registrando las dimensiones de cada individuo. El material colectado servirá para la determinación taxonómica, incluyendo flores, frutos y semillas.

La metodología de colecta será la recomendada por Cerrate (1964), del Museo de Historia Natural “Javier Prado” de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Determinación taxonómica

La determinación de especies se realizará utilizando claves taxonómicas y revisión bibliográfica especializada y en base a la comparación de los ejemplares existentes en el Herbario de Sitio del Jardín Botánico “Octavio Velarde Núñez” de la Universidad Nacional Agraria La Molina y UMS de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Adicionalmente, se consultarán publicaciones como el Libro Rojo de las plantas endémicas de Perú (León *et al.* 2006) y el Catálogo de Gimnospermas y Angiospermas del Perú (Brako & Zarucchi 1993), entre otras.

Referencias

- Brako L, Zarucchi JL. 1993. Catálogo de las angiospermas y gimnospermas del Perú. *Monog. Syst. Bot.* vol. 45. Missouri Botanical Garden. P. 440.
- Cerrate E. 1964. *Manera de preparar plantas para un Herbario*. Museo de Historia Natural, Serie de Divulgación N° 9 1: 1-1.
- León B *et al.* 2006. El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. *Rev. Per. Biol.* Vol. 13: 1-966.



Efecto nodriza en dos cactáceas columnares endémicas de Chile semiárido

Rocío A. Cares, Rodrigo Medel & Carezza Botto -Mahan

Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile.

Correo electrónico: rcares@ug.uchile.cl

Durante las primeras etapas del ciclo de vida de las cactáceas, las plántulas se encuentran frecuentemente expuestas a condiciones ambientales extremas, tales como sequías, altas temperaturas y bajo contenido de humedad del suelo, entre otros (Valiente-Banuet & Ezcurra 1991). Sin embargo, existen factores que pueden contrarrestar el efecto negativo impuesto por la desecación en ambientes áridos y semiáridos, tales como la presencia de otras especies que favorecen el establecimiento de las plántulas de cactáceas bajo su dosel (Flores & Jurado 2003). Estas especies actuarían como “plantas nodriza”, facilitando el establecimiento y sobrevivencia de las especies de cactáceas que reclutan bajo ellas (Turner *et al.* 1966, Franco & Nobel 1989, Valiente-Banuet & Ezcurra 1991, Mandujano *et al.* 1998, Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000) mediante la reducción de la temperatura de la superficie del suelo (Franco & Nobel 1989), protección contra la radiación solar directa (Valiente-Banuet *et al.* 1991a, Valiente-Banuet *et al.* 2002), reducción de la pérdida de calor por acción del viento (Nobel 1980), adición de nutrientes al suelo (Franco y Nobel 1989) y protección contra herbívoros (Muro-Pérez *et al.* 2011).

La importancia de las plantas nodrizas en el reclutamiento de las cactáceas ha sido ampliamente evaluada en las zonas áridas de América del Norte (Godínez-Álvarez *et al.* 2003, Suzán-Azpiri & Sosa 2006, Valiente-Banuet *et al.* 1991b). A pesar de esto, existe falta de conocimiento de este fenómeno para los cactus de América del Sur. En Chile, la riqueza de especies de cactus columnares en zonas áridas y semiáridas es relativamente baja comparada con México o Argentina; sin embargo, este grupo de plantas presenta altos niveles de endemismo, llegando a un 80% (Ortega-Baes & Godínez-Álvarez 2006).

En hábitats áridos y semiáridos de Chile, varias especies de arbustos podrían brindar un buen microhabitat para las especies de cactus por la sombra que ofrecen debido a su arquitectura y fronda (Gutiérrez & Squeo 2004). Un estudio para determinar si existe relación entre dos especies de cactáceas columnares endémicas de Chile, *Echinopsis chiloensis* (colla) Fried. y Rowl. y *Eulychnia acida* Phil., y potenciales plantas nodriza, se llevó a cabo en la Reserva Nacional Las Chinchillas ($31^{\circ} 30' S$, $71^{\circ} 06' W$), ubicada a 60 km de la costa y aproximadamente 300 km al noreste de Santiago.

En este sitio la vegetación arbustiva se encuentra repre-



Figura 1. *Echinopsis chiloensis* (izquierda) y *Eulychnia acida* (derecha) en la Reserva Nacional Las Chinchillas (Autor: Carezza Botto).

sentada principalmente por *Flourensia thurifera* (Mol.) DC, *Bahia ambrosioides* Lag. y *Porlieria chilensis* Johnst. (Medel *et al.* 2004). Se encontró que *E. chiloensis* y *E. acida* reclutaron más de lo esperado de acuerdo a su abundancia en el sitio de estudio bajo *F. thurifera* y *B. ambrosioides*, respectivamente, lo cual indicaría que estas especies de arbustos podrían jugar un papel importante en el reclutamiento de dichas cactáceas en este sistema. Adicionalmente, bajo estos arbustos se encuentran, en promedio, menores temperaturas y mayor humedad relativa en comparación al suelo desnudo, sugiriendo que este microhabitat disminuiría la oportunidad de un establecimiento exitoso de las especies de cactáceas, comparado con el reclutamiento bajo las especies de arbustos nombradas anteriormente. Lo anterior es consistente con estudios previos que documentan el papel clave de las plantas nodriza en la germinación de las semillas y establecimiento de las plántulas en cactáceas (Valiente-Banuet & Ezcurra 1991, Godínez-Álvarez *et al.* 1999, Larrea-Alcázar & Soriano 2008, Landero & Valiente-Banuet 2010). Este estudio propone que *F. thurifera* y *B. ambrosioides* otorgarían un microhabitat adecuado para los cactus juveniles de *E. chiloensis* y *E. acida*, respectivamente, sugiriendo un “síndrome de planta nodriza” para estas especies (Turner *et al.* 1966). Es posible que la interacción planta nodriza ocurra debido a que los arbustos actúan como “trampas” de semillas movidas por el viento o el agua sobre la superficie del suelo, lo cual tendería a acumular semillas bajo el dosel de los arbustos (Flores & Jurado 2003), o a través de especies dispersoras de semillas (i.e. aves) que utilizan las ramas de los arbustos como perchas, lo cual podría aumentar la acumulación de semillas bajo éstos (McAuliffe 1988). Sin embargo, la habilidad de *F. thurifera* y *B. ambrosioides* para capturar semillas y su papel como plantas nodrizas debería ser probado experimentalmente en condiciones de campo.

En este estudio se describe el papel potencial de las plantas nodriza y su importancia en los estados tempranos del ciclo de vida de dos de las cactáceas co-





Figura 2. Cactus juvenil de *Echinopsis chiloensis* (Autor: Carezza Botto).

lumnares más abundantes de Chile, en un sistema donde este tipo de interacción no había sido abordada previamente. Lo anterior es importante para evaluar los factores que afectan la distribución y abundancia de las especies de cactáceas, para desarrollar y establecer regulaciones y medidas apropiadas para el mantenimiento y conservación de la diversidad de estas especies.

Referencias

- Flores J, Jurado E. 2003. Are nurse-protégé interactions more common among plants from arid environments? *J. Veg. Sci.* 14: 911-916.
- Franco AC, Nobel PS. 1989. Effect of nurse plant on the microhabitat and growth of cacti. *J. Ecol.* 77: 870-886.
- Godínez-Álvarez H, Valiente-Banuet A, Valiente-Banuet L. 1999. Biotic interactions and population dynamics of the long-lived columnar cactus *Neobuxbaumia tetetzo* in the Tehuacán Valley, Mexico. *Can. J. Bot.* 77: 203-208.
- Godínez-Álvarez H, Valverde T, Ortega-Baes P. 2003. Demographic trends in the Cactaceae. *Bot. Rev.* 69: 173-203.
- Gutiérrez JR, Squeo FA. 2004. Importancia de los arbustos en los ecosistemas semiáridos de Chile. *Ecosistemas* 13: 36-45.
- Landero JPC, 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.
- Larrea-Alcázar, DM, Soriano, PJ. 2008. Columnar cacti-shrub relationships in an Andean semiarid valley in western Venezuela. *Plant Ecol.* 196: 153-161.
- Mandujano MC, Montaña C, Mendez I, Golubov J. 1998. The relative contributions of sexual reproduction and clonal propagation in *Opuntia rastrera* from two habitats in the Chihuahuan desert. *J. Ecol.* 86: 911-921.
- McAuliffe, JR. 1988. Markovian dynamics of simple and complex desert plant communities. *Am. Nat.* 131: 459-490.
- Medel R, Vergara E, Silva A, Kalin-Arroyo M. 2004. Effects of vector behavior and host resistance on mistletoe aggregation. *Ecology* 85: 120-126.
- Muro-Pérez G, Jurado E, Flores J, Sánchez-Salas J, García-Pérez J, Estrada E. 2011. Positive effects of native shrubs on three specially protected cacti species in Durango, México. *Plant Spec. Biol.* 27: 53-58.
- Ortega-Baes P, Godínez-Álvarez H. 2006. Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae. *Biodivers. Conserv.* 15: 817-827.
- Rojas-Aréchiga M, Vázquez-Yáñez C. 2000. Cactus seed germination: a review. *J. Arid Environ.* 44: 85-104.
- Suzán-Azpiri, H, Sosa, VJ. 2006. Comparative performance of the giant cardon cactus (*Pachycereus pringlei*) seedlings under two leguminous nurse plant species. *J. Arid Environ.* 65: 351-362.
- Turner RM, Alcorn SM, Olin G, Booth JA. 1966. The influence of shade, soil, and water on saguaro seedling establishment. *Bot. Gaz.* 127: 95-102.
- Valiente-Banuet A, Ezcurra E. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, Mexico. *J. Ecol.* 79: 961-971.
- Valiente-Banuet A, Vite F, Zavala-Hurtado JA. 1991a. Interaction between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse shrub *Mimosa luisana*. *J. Veg. Sci.* 2: 11-14.
- Valiente-Banuet A, Bolongaro-Crevenna A, Briones O, Ezcurra E, Rosas M, Núñez H, Barnard G, Vásquez E. 1991b. Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environments in central Mexico. *J. Veg. Sci.* 2: 15-20.
- Valiente-Banuet A, Arizmendi M, Rojas-Martínez A, Casas A, Godínez-Álvarez H, Silva C, Dávila-Aranda P. 2002. Biotic interactions and population dynamics of columnar cacti. En: Fleming TH, Valiente-Banuet A. (Eds.). *Columnar cacti and their mutualists: evolution, ecology, and conservation*. University of Arizona Press, Tucson, pp. 225-240.

Domesticación y divergencias morfológicas y genéticas entre poblaciones silvestres y cultivadas de *Agave inaequidens* y *A. hookeri*

Carmen Julia Figueredo Urbina & Alejandro Casas

Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia, Apartado Postal 27-3 (Santa María de Guido), Morelia, Michoacán, 58190, México

Correo electrónico: figueredocj@gmail.com

Introducción

La familia Agavaceae es endémica del Continente Americano, distribuyéndose principalmente en zonas áridas, semiáridas y bosques secos. Se han descrito unas 300 especies (Eguiarte *et al.* 2000), las cuales en su mayoría son especies clave de los ecosistemas donde habitan (García-Mendoza 2002). Decenas de especies han sido de gran importancia como recursos para los humanos, principalmente para culturas indígenas de Mesoamérica, donde algunas de ellas han llegado a domesticarse debido a que son valiosas fuentes de alimentos, bebidas, fibras y medicinas (Colunga-García Marín *et al.* 2007).

La domesticación, entendida como un proceso evolutivo continuo dirigido principalmente por selección artificial (Darwin 1859), puede determinar divergencias morfológicas, fisiológicas, reproductivas y genéticas entre poblaciones silvestres y cultivadas (Doebley 1992). Estas tendencias han sido documentadas en decenas de espe-



cies domesticadas y sus parientes silvestres (Hawkes, 1983, Casas *et al.* 2007, Chacón *et al.* 2005, Martínez-Castillo *et al.* 2004, Miller & Schall 2006). Entre las plantas suculentas domesticadas estudiadas, destacan las opuntias (Colunga-García Marín 1986, Reyes-Agüero *et al.* 2005), los cactus columnares (Casas *et al.* 2007, Parra *et al.* 2010) y agaves (Colunga-García Marín & Mat-Pat 1997, Vargas-Ponce *et al.* 2007, 2009). En el caso de las agaváceas, *Agave salmiana*, *A. angustifolia*, *A. sisalana* y *A. americana*, entre otras especies, brindan ejemplos claros de domesticación con distintos propósitos. Estas tendencias han sido claramente observadas en plantas suculentas como cactus columnares (Casas *et al.* 2007, Parra *et al.* 2010) y agaves (Colunga-García Marín & Mat-Pat 1997, Vargas-Ponce *et al.* 2007, 2009).

En el caso de las agaváceas, *Agave salmiana*, *A. angustifolia*, *A. sisalana*, *A. americana*, entre otras especies, brindan ejemplos claros de domesticación con distintos propósitos. En el caso de *A. salmiana* y *A. americana*, el propósito de la domesticación fue su uso como alimento y bebidas fermentadas (Colunga-García Marín *et al.* 2007, Gentry 1982, Jacinto & García-Moya 2000); en *A. angustifolia* y *A. sisalana* fue la producción de fibras (Colunga-García Marín *et al.* 2007, Gentry 1982). Particularmente, en *A. angustifolia*, Vargas-Ponce *et al.* (2007) documentaron que el manejo tradicional opera en un gradiente de intensidad, con poblaciones silvestres, poblaciones toleradas y promovidas en ecosistemas agrícolas, así como en poblaciones completamente cultivadas. Para esa especie se documentaron divergencias morfológicas y genéticas entre poblaciones silvestres y manejadas (Vargas-Ponce *et al.* 2007, 2009). También se han registrado diferencias en los niveles de diversidad genética entre poblaciones silvestres y cultivadas de *A. parryi* (Parker *et al.* 2010), debido a la selección artificial a favor de ciertos fenotipos y a la propagación vegetativa en los cultivos.

Agave inaequidens Koch (Figura 1A) y *A. hookeri* Jacobi (Figura 1D) son especies mexicanas endémicas. *A. inaequidens* es comúnmente conocido como “maguey bruto”, nombre dado por su condición cáustica por la presencia de saponinas. Estas especies se encuentran en simpatría a lo largo del eje Neovolcánico y aparentemente están relacionadas (Gentry 1982). Son diversos sus usos, destacando la producción de bebidas alcohólicas como “pulque” y “mezcal raicilla” (Aureoles-Rodríguez *et al.* 2008). Para *A. inaequidens* se ha documentado que existe un gradiente de manejo (com. pers. Ignacio Torres, Figura 1 A, B y C), mientras que *A. hookeri* es una especie eminentemente cultivada y domesticada. La información taxonómica sugiere que *A. inaequidens* es el posible ancestro silvestre de *A. hookeri* (Gentry 1982).

El presente estudio busca contestar las siguientes interrogantes: (i) ¿Qué divergencias morfológicas y genéticas ha determinado la domesticación en un gradiente de intensidad de manejo en poblaciones de *A. inaequidens*? (ii) ¿Qué diferencias morfológicas y genéticas existen entre *A. inaequidens* y *A. hookeri*? (iii) ¿Es *A. inaequidens* el ancestro silvestre más probable de

A. hookeri?

Se pretenden evaluar las consecuencias del proceso de domesticación en términos de divergencias morfológicas y genéticas entre poblaciones silvestres y bajo selección artificial de *Agave inaequidens* en México, así como la relación de parentesco entre *A. inaequidens* y *A. hookeri*. Particularmente se busca: (1) evaluar la consecuencia de la selección artificial sobre la frecuencia de caracteres morfológicos y el grado de divergencia fenotípica entre poblaciones silvestres, manejadas *in situ* y cultivadas de *A. inaequidens*; (2) comparar la variabilidad genética, estructura poblacional y flujo de genes entre poblaciones silvestres, manejadas *in situ* y cultivadas de *A. inaequidens*; y (3) evaluar la viabilidad de cruzas y diferenciación morfológica y genética entre *A. inaequidens* y *A. hookeri* y aclarar sus relaciones de similitud.

Estrategias y métodos

Área de estudio

Se estudian poblaciones distribuidas en el eje Neovolcánico de México, en los estados de Michoacán, Colima y Jalisco.

Domesticación y diferenciación morfológica

En poblaciones silvestres, manejadas *in situ* y cultivadas de *A. inaequidens* se documentarán mediante entrevistas las formas de manejo y mecanismos y propósitos de la selección artificial. Se seleccionarán y marcarán 30 individuos por población en etapa reproductiva. Se medirán características morfológicas vegetativas, reproductivas y cantidad de saponinas en tejido vegetativo. El muestreo de las poblaciones será al azar a través de una línea, escogiendo 30 individuos mediante números aleatorios. Se realizarán análisis estadísticos univariados (ANOVA) y multivariados (PCA, DFA) para observar las tendencias morfológicas generales asociadas a la selección artificial.

Diferenciación genética

En cada población se colectarán muestras de tejido de los meristemas apicales, se colocarán en nitrógeno líquido y se almacenarán a -80 °C hasta la extracción de ADN. El ADN se obtendrá mediante protocolos estandarizados por Rocha (2011) en el CIEco, UNAM. Se amplificará y secuenciará el ADN empleando microsatélites desarrollados por Trapnell (datos no publicados) y Lindsay *et al.* (2012) para *A. parryi*. Otros microsatélites desarrollados actualmente por Dánae Cabrera en el CIEco, UNAM, también se utilizarán. Las desviaciones del equilibrio de Hardy-Weinberg serán examinadas para todos los loci en cada población y por población, usando el Test Exacto de Probabilidad de Hardy-Weinberg. Se estimarán las frecuencias alélicas y parámetros estándar de diversidad genética se estimarán: proporción de loci polimórficos (*P*), número de alelos por locus (*A*), número promedio de alelos por locus polimórfico (*AP*), heterocigosidad esperada y observada (H_e y H_o). Se estimará los estadísticos *F* de Wright (1978) (F_{IS} , F_{IT} , F_{ST}) para cada locus, se estudiará aislamiento por distancia y



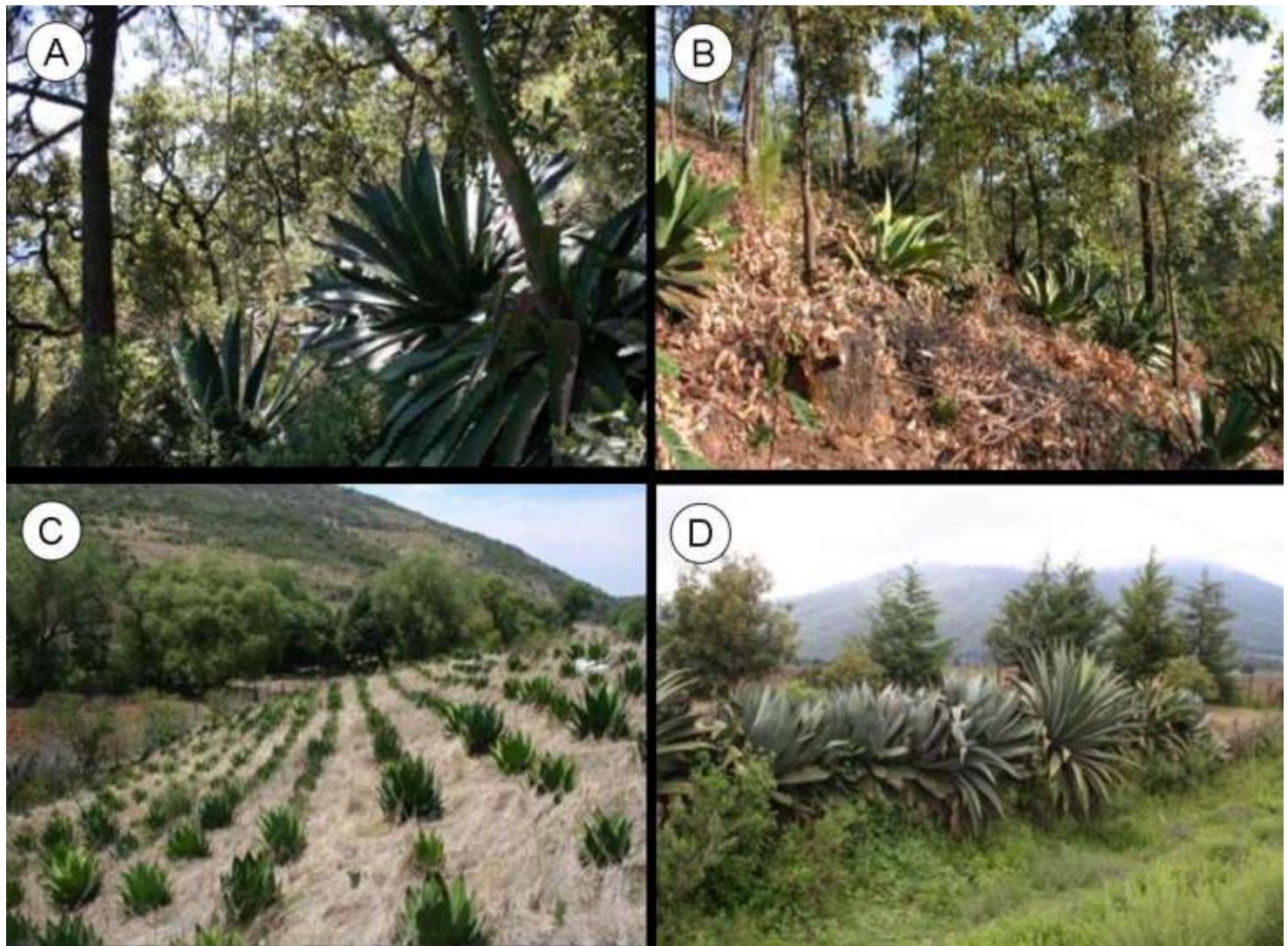


Figura 1. Poblaciones de *Agave inaequidens* y *A. hookeri* en México. A) Población silvestre de *A. inaequidens* en un bosque de pino-encino, B) población manejada *in situ* de *A. inaequidens* en un bosque de pinos, C) población cultivada de *A. inaequidens*, D) población cultivada de *A. hookeri* (Autor: Ignacio Torres).

prueba de Mantel. Se evaluará el flujo de genes estimado a partir del estadístico F_{ST} de Wright. Para probar las diferencias en los niveles de heterocigosidad esperada (H_e) de acuerdo al tipo de manejo, se realizará un análisis de varianza de una vía (ANOVA). Se estudiará la diferencia genética entre los tipo de manejo mediante un análisis de varianza molecular (AMOVA). La identidad (I) y distancia genética de Nei (D) serán estimadas entre todos los pares de poblaciones. A partir de la matriz de identidad genética se generará un dendrograma usando el método UPGMA. Adicionalmente, se realizarán 1000 remuestreos aleatorios ("bootstrap replicates") de la matriz original.

Parentesco entre *A. inaequidens* y *A. hookeri*

Se realizarán estudios morfométricos y se colectarán muestras de tejido en poblaciones de *A. hookeri* y se compararán con los datos obtenidos para *A. inaequidens* descritos arriba. Se realizarán experimentos de cruzas inter-específicas y se contabilizará la producción de frutos y semillas, las características morfológicas, viabilidad y germinación de las semillas híbridas.

Referencias

- Aureoles-Rodríguez FJ, Rodríguez-de la O L, Legaria-Solano JP, Sahagún-Castellanos J, Peña Ortega MG. 2008. Propagación *in vitro* del "Maguey bruto" (*Agave inaequidens* Koch), una especie amenazada de interés económico. *Rev. Chapingo Serie Hortic.* 14: 263-269.
- Casas A, Otero-Arnal A, Pérez-Negrón E, Valiente-Banuet A. 2007. In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. *Ann. Bot. London* 100: 1101-1115.
- Chacón MI, Pickersgill SB, Debouck DG. 2005. Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. *Theor. Appl. Genet.* 110: 432-444.
- Colunga-García Marín P, Hernández-Xolocotzi E, Castillo-Morales A. 1986. Variación morfológica, manejo agrícola y grados de domesticación de *Opuntia* spp. En el Bajío Guanajuatense. *Agrociencia* 65: 7-49.
- Colunga-García Marín P, May-Pat F. 1997. Morphological variation of henequen (*Agave fourcroydes*, Agavaceae) germplasm and its wild ancestor (*A. angustifolia*) under uniform growth conditions: Diversity and domestication. *Am. J. Bot.* 84: 1449-1465.
- Colunga-García Marín P, Zizumbo-Villarreal D. 2007. Tequila and other *Agave* spirits from west-central Mexico: current germplasm diversity, conservation and origin. *Biodivers. Conserv.* 16: 1653-1667.
- Darwin C. 1859. *The origins of species by means in natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray.
- Doebley J. 1992. Molecular systematics and crop evolution. En: Soltis PS, Soltis D, Doyle JJ, eds. *Molecular systematics of plants*. London: Chapman and Hall, 202-222 <http://books.google.co.ve> [Consulta: 10 mar. 2011].



- Hawkes JG. 1983. *The diversity of crop plants*. London: Harvard University Press.
- Eguiarte LE, Souza V, Silva-Montellano A. 2000. Evolución de la familia Agavaceae: Filogenia, biología y genética de poblaciones. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 66: 131-150.
- García-Mendoza A. J. 2002. Distribution of *Agave* (Agavaceae) in Mexico. *Cact. Suc. J.* 74: 177-188.
- Gentry S. 1982. *Agaves of continental North America*. The University of Arizona Press. E. U. A.
- Lindsay DL, Edwards CE, Jung MG, Bailey P, Lance RF. 2012. Novel microsatellite loci for *Agave parryi* and cross-amplification in *Agave palmeri* (Agavaceae). *Am. J. Bot.* 99:295-297.
- Martínez-Castillo J, Zizumbo-Villarreal D, Perales-Rivera H, Colunga-García Marín P. 2004. Intraspecific Diversity and Morpho-Phenological Variation in *Phaseolus lunatus* L. from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Econ. Bot.* 58: 354-380.
- Miller A, Schaal B. 2005. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*102: 12801-12806.
- Parra F, Casas A, Peñaloza-Ramírez JM, Cortéz-Palomec AC, Rocha-Ramírez VC, González-Rodríguez A. 2010. Evolution under domestication: ongoing artificial selection and divergence of wild and managed *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) populations in the Tehuacán Valley, Mexico. *Ann. Bot. London* 106: 483-496.
- Parker KC, Trapnell DW, Hamrick JL, Hodgson WC, Parker AJ. 2010. Inferring ancient *Agave* cultivation practices from contemporary genetic patterns. *Mol. Ecol.* 19: 1622-1637.

Reyes-Agüero JA, Aguirre Rivera JR, Flores JL. 2005. Variación morfológica de opuntia (cactaceae) en relación con su domesticación en la altiplanicie meridional de México. *Interciencia* 30: 476-484.

Vargas PO, Zizumbo-Villarreal D, Martínez C J, Coello C J, Colunga G P. 2009. Diversity and structure of landraces of *Agave* grown for spirits under traditional agriculture: A comparison with wild populations of *A. angustifolia* (Agavaceae) and *A. tequilana* commercial plantations. *Am. J. Bot.* 96:448-457

Scheinvar E. 2008. Genética de poblaciones silvestres y cultivadas de dos especies mezcaleras *Agave cupreata* y *Agave potatorum*. Tesis de maestría, Instituto de Ecología, UNAM.

Biologia floral, dispersão e distribuição espacial de *Uebelmannia buiningii* Donald (Cactaceae) na região da Cadeia do Espinhaço - Minas Gerais, Brasil

Valber Dias Teixeira¹, Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa³, Suelma Ribeiro Silva² & Lidyanne Yuriko Saleme Aona-Pinheiro³

¹ Aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Brazil

² Pesquisador ICMBio – Instituto Chico Mendes, Brazil

³ Docente da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Brazil

Correio electrónico: valberdias@gmail.com

Introdução

A primeira amostra identificada como *Uebelmannia* foi coletada em 1928 pelo Dr. Mello Barreto, e descrito por Kurt Backeberg como *Parodia gummosa*. Na década de sessenta Herr Uebelmann levou algumas espécies para Suissa e Albert Buining declarou que *Uebelmannia* é um gênero diferente da *Parodia*, *Notocactus* e *Frailea*, com quatro espécies, *U. gummosa*, *U. pectinifera*, *U. meninensis* e *U. buiningii*. Em 1968, J. D. Donald descreveu pela primeira vez a *U. buiningii*, diferenciando-



Figura 1: *U. buiningii* em solo proveniente da decomposição do quartzo (foto: Marlon Machado)

a da *gummifera* (Schulz & Machado 2000).

Uebelmannia buiningii é endêmica de uma área inserida no domínio de Mata Atlântica relativamente pequena do centro de Minas Gerais, sua distribuição se estende a parte da Serra do Espinhaço e parte da Serra Negra (Nyffler 1998), também com incidência do Cerrado ao oeste da região. A preponderância de afloramentos rochosos quartzíticos (Figura 1), os quais ocorrem a espécie, cria uma grande variedade de paisagens, o solo proveniente da decomposição do quartzo tem como característica textura arenosa e baixa capacidade de retenção de água (Schulz & Machado 2000). Em locais de difícil acesso e em algumas baixadas podem ser observados grandes fragmentos da imponente vegetação que, originalmente, dominava a região. Podem ser observadas espécies como cedro, braúna, ipês, perobas, jacarandás, vinhático, dentre outras típicas de ambiente. Nas montanhas e em locais de solo arenoso formam-se grandes concentrações de canela-de-ema que, na região, podem ultrapassar os três metros de altura (Decreto nº 39.907, 1998).

A identificação de espécies pertencentes ao gênero *Uebelmannia* pode ser feita com base em algumas características morfológicas. Por exemplo, *Uebelmannia buiningii* diferencia-se de *U. gummosa* e *U. meninensis* por não possuir células de mucilagem desenvolvidas. A pequena quantidade de nervuras, quando comparada com as outras espécies, parece ser a característica mais significativa. Além disso, *U. buiningii*, possui o cladódio relativamente menor que as outras espécies e a coloração é geralmente avermelhada. Possui ainda quatro espinhos por aréola o que também podem ajudar a distinguir *U. buiningii* das demais (Schulz & Machado 2000).

Segundo Taylor y Zappi (2004), *U. buiningii* é uma espécie caracterizada por serem plantas globosas a alongadas, com cerca de, 5-17 cm de diâmetro do caule, cilindro vascular sem córtex, aréolas com tricomas bran-



cos ou castanhos e longos espinhos extremamente duros, com coloração variando do dourado a acinzentado.

Biologia reprodutiva e distribuição espacial

As flores da *Uebelmannia* possuem antese diurna, forma de漏il e pequenas, variando de 10-35 mm de diâmetro. Sua coloração amarela ou esverdeada passa a ter uma coloração que varia entre o laranja pálido e róseo quando fencem. As flores são produzidas perto do ápice do caule (Figura 2).

Os frutos da *Uebelmannia* são alongados, sendo verde amarelado ou avermelhado e geralmente tem alguns tufo de tricomas. Em *U. pectinifera*, os frutos geralmente tem menos de 15 sementes, enquanto em *U. gummosa*, *U. meninensis* e *U. buiningii* tem aproximadamente 30 sementes. As sementes são assimétricas, piriformes, com comprimento variando de 0,9-2,4 mm. A cor varia do preto ao marrom avermelhado, com superfície lisa e brilhante. Ao longo de sua área de distribuição natural as espécies de *Uebelmannia* são mais dependentes de chuva do que da temperatura para a germinação. A dispersão ainda não foi estudada adequadamente, acredita-se que as sementes são dispersas da mesma maneira que *Melocactus*, por lagartos e pássaros, atraídos pelos frutos (Schulz & Machado 2000).

Outros fatores bióticos (como a interação biótica “nurse plants” = plantas enfermeiras) e abióticos (“nurse rocks” = rochas enfermeiras) também parecem ser determinantes no estabelecimento das populações de *Uebelmannia*. Indivíduos de *U. buiningii* crescem juntamente com pequenos arbustos em superfícies irregulares, como rochas e fendas. Alguns arbustos (tais como bromélias e euforbiáceas) interagem com os indivíduos de *U. buiningii* caracterizando uma associação biótica bem documentada na literatura (“nurse plant”) para outras espécies de cactáceas. Essa interação tem como função “proteger” os indivíduos, especialmente, aqueles de estágios mais jovens contra a alta radiação solar, criando locais apropriados para a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas de cactos colunares e globosos. Em alguns casos as rochas (“nurse rocks”) têm sido mais importantes no estabelecimento de cactos globosos (Peters et al. 2008).

Justificativa

Segundo o Zappi et al. (2010), todas as espécies de *Uebelmannia*, das quais *U. buiningii*, estão criticamente ameaçadas parcialmente pela coleta seletiva tanto de plantas para produção de sementes como das próprias sementes para exportação em grandes quantidades, para atividades de comercialização. Apesar da importância desses microambientes para a persistência das populações de cactáceas, pouco se conhece sobre esse tema para as espécies nativas do Brasil. Dessa forma, investigar como se dá essa associação é de suma importância para o entendimento dos efeitos dessa interação no estabelecimento de seus indivíduos na Cadeia do Espinhaço.



Figura 2. Flores de *Uebelmannia buiningii* (Autor: J. Menzel)

Conforme a Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA 2008), a *Uebelmannia buiningii* encontra-se ameaçada de extinção devido ao grande pisoteio de gado e queimadas, sendo considerada hoje por Schulz y Machado (2000) como a espécie mais rara de cactos brasileiros.

A espécie é conhecida apenas por cinco subpopulações, que ocupam uma área de 2 km². Tais subpopulações apresentam um número total de indivíduos na natureza de algumas poucas dezenas, sendo que 50 indivíduos maduros é o limite para a categorização da espécie em CR. Estas subpopulações são muito próximasumas das outras e vêm sofrendo grande declínio populacional (Borges 2012).

Pesquisas sobre a biologia floral e propagação desta espécie disponibilizarão maiores dados acerca do seu comportamento reprodutivo, fornecendo estratégias que permitirão a recuperação de suas populações. Além disso, irá proporcionar o restabelecimento das interações entre a *U. buiningii* e seus visitantes.

Metodologia

O estudo será realizado no município Itamarandiba, localizado no Parque Estadual da Serra Negra (MG), inserido no domínio de Mata Atlântica, mas com uma pequena porção de domínio do Cerrado mais ao oeste, sendo assim caracterizada como uma zona de transição. A região da Serra Negra possui importância vital para as regiões do Alto e Médio Jequitinhonha, pois esta região engloba inúmeras nascentes de cursos d'água, vertentes para a bacia do rio Jequitinhonha (Decreto nº 39.907, 1998).

O ciclo fenológico das espécies será determinado através de visitas semestrais a populações de duas localidades por espécie, sendo anotada a fenofase dos indivíduos. Serão marcados aproximadamente 50 indiví-



duos por população para acompanhamento contínuo, através de transectos delimitados pelo método do ponto-e-quadrante (*point-quarter sampling*), numa distância de aproximadamente 50 m de comprimento para cada um dos quatro quadrantes, onde serão registrados todos os indivíduos de *U. buininguii* que se encontrarem até 5 m de distância da linha central do transecto. Estes mesmos indivíduos serão utilizados para determinação do sucesso reprodutivo das populações em que serão estimados os parâmetros freqüência de floração e frutificação e taxa de frutificação. Também será verificada a ocorrência de incremento populacional através de reprodução sexuada (ocorrência de plântulas) nos mesmos transectos utilizados para senso das populações.

Serão realizados estudos de biologia floral para determinação dos visitantes florais e polinizadores e de sistemas de reprodução das espécies em duas populações para cada espécie conforme Aona *et al.* (2006). Os visitantes florais serão determinados através de observações focais entre 6:00 e 18:00. Flores serão marcadas ao final do dia e examinadas no início do dia subsequente para verificação da ocorrência de visitas fora do período de observação. Serão realizadas as observações de desenvolvimento da antese e medição de néctar usuais em estudos de biologia floral, assim como a receptividade estigmática testada com peróxido de hidrogênio, o que ajudará a justificar o tipo de sistema de reprodução. Os polinizadores serão enviados para especialistas para identificação. Os sistemas de reprodução serão determinados através de polinizações experimentais manuais, sendo realizados quatro diferentes tratamentos: auto-polinização, polinização cruzada, emasculação de flores não polinizadas para verificação de ocorrência de agamospermia e flores não polinizadas para verificação de ocorrência de auto-polinização espontânea.

As síndromes de dispersão dos espécimes com fruto serão determinadas de acordo com van der Pijl (1982), incluindo a obtenção de dados sobre os dispersores. Quando não for possível coletar a planta com fruto, a síndrome será definida a partir da análise de material de herbario ou de informações obtidas em literatura.

Essa parte deste estudo visa entender se a distribuição espacial de *U. binigii* é determinada por microambientes (caracterizados por arbustos e rochas). A metodologia segue aquela usada por Peters *et al.* (2008). Em cada local de estudo serão alocados aleatoriamente transectos de 50 m de comprimento. Serão registrados em cada transecto: 1 - número de indivíduos de cacto associados com arbustos; 2 - número de indivíduos de cactos associados com rochas; 3 - número de cactos não associados com rocha ou arbustos.

Por fim o material será coletado, registrado e depositado no Herbario da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – HURB. Isto é indispensável para dar validade às amostras através de *vouchers*. O material servirá de base para futuras pesquisas em Taxonomia, Fitogeografia, Fitoquímica, Farmacologia, Genética, Ecologia, entre outras (Gemtchujnicov 2010).

Conclusão

O desenvolvimento de pesquisas sobre os processos fenológicos e os sistemas de polinização e reprodução das cactáceas do Cerrado e Mata Atlântica é essencial para uma melhor compreensão da diversidade estrutural e funcional destes biomas brasileiros e consequentemente para o desenvolvimento de ferramentas úteis para a conservação e manejo destes sistemas (Myers *et al.* 2000). Essa pesquisa está sendo proposta na perspectiva de contribuir para a redução da grande lacuna existente no conhecimento sobre o processo reprodutivo de espécies ameaçadas de Cactaceae nativas do Brasil (Zappi *et al.* 2010) e faz parte das ações propostas pelo Plano de Ação Nacional para Conservação das Cactáceas.

Referências

- Aona LYS, Machado M, Pansarin ER, Castro C, Zappi DC, Amaral MCE. 2006. Pollination biology of three Brazilian species of *Micranthocereus* Backeb. (Cereeae, Cactoideae) endemic to the campos rupestres. *Bradleya* 24: 39-52.
- Borges RAX. 2012. CACTACEAE *Uebelmannia buiningii* Donald. Disponível Em: <http://www.cncflora.jbrj.gov.br/plataforma2/fichas/final.php?id=7585>. Acessado em: 16 jul 2012;
- Decreto nº 39.907, de 22 de setembro de 1998. Cria o Parque Estadual da Serra Negra e dá outras providências. Publicação – Diário do Executivo – Minas Gerais. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protegidas/212?task=view>. Acessado em: 15/07/2012.
- Gemtchujnicov ID. 2010. *Manual de Procedimentos - Herbário BOTU*.
- MMA. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. INSTRUÇÃO NORMATIVA No 6, de 23 de setembro de 2008. Sob o art. 27, § 6º, da Lei no 10.683, de 28 de maio de 2003.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nyffler R. 1998. The genus *Uebelmannia* (Cactaceae). *Botanische Jahrbücher für Pflanzensystematik* 120: 145-163.
- Peters EM, Martolli C, Ezcurra E. 2008. Nurse rocks are more important than nurse plants in determining the distribution and establishment of globose cacti (*Mammillaria*) in the Tehuacán Valley, Mexico. *J. Arid Environ.* 72: 593-601.
- Taylor N, Zappi D. 2004. *Cacti of eastern Brazil*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Schulz R, MACHADO M. 2000. *Uebelmannia buiningii*. En: *Uebelmannia and their environment*. Schulz Publishing.
- van der Pijl L. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. 2^a ed. Springer Verlag. Berlin.
- Zappi D, Taylor N, Silva SR, Machado M, Moraes EM, Calvente A, Cruz B, Correia D, Larocca J, Assis JGA, Aona LYS, Menezes MOT, Meiado M, Marchi MN, Santos MR, Bellintani M, Coelho P, Nahoum PI, Resende S. 2010. Plano de ação nacional para conservação das cactáceas. ICMBIO. Série espécies ameaçadas nº 24.
- Dinâmica populacional e comportamento germinativo de *Discocactus petr-halfari* Zachar (Cactaceae), uma espécie da Caatinga criticamente ameaçada de extinção**
- Joana Paula Bispo Nascimento, Marcos Vinicius Meiado & José Alves de Siqueira Filho
- Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas, Campus de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brasil.
Correio electrónico: joanapbn@gmail.com



Introdução

A estrutura populacional se refere tanto às proporções de indivíduos em diferentes classes de tamanho ou de idade quanto à densidade e distribuição espacial dos indivíduos nas áreas de ocorrência (Hutchings 1997). O tamanho é uma das principais características de uma planta, pois determina sua capacidade competitiva na obtenção de luz, água e nutrientes (Niklas 2004). Os indivíduos pertencentes a uma mesma coorte podem apresentar tamanhos diferentes dependendo do potencial genético de cada indivíduo e, sobretudo, em função das condições abióticas do local onde as sementes foram depositadas. Assim, o tamanho e a arquitetura da planta refletem o estresse experimentado pelos indivíduos durante seu estabelecimento (Sposito & Santos 2001), sendo mais importantes do que a idade para determinar as chances de sobrevivência de uma planta (Schiavini et al. 2001). Por sua vez, a dinâmica populacional visa entender como fatores bióticos e abióticos interagem de modo a provocar mudanças no número de indivíduos na população, ao longo do tempo e do espaço (Watkinson 1997).

Estudos de estrutura e dinâmica populacionais são imprescindíveis para a compreensão das comunidades naturais, uma vez que trazem informações sobre os padrões das populações e subsidiam informações para programas de manejo e conservação (Barreto et al. 2007). Contudo, a detecção de padrões populacionais temporais consistentes é dificultada devido ao longo ciclo de vida das espécies, o qual impede a realização de estudos em longo prazo. Essa dificuldade torna-se ainda mais graves quando esses estudos de dinâmica populacional são desenvolvidos com espécies da família Cactaceae, pois os indivíduos da maioria das espécies apresentam um desenvolvimento lento e demoram décadas para iniciar a sua fase reprodutiva (Godínez-Álvarez et al. 2003).

Estudos sobre padrões fenológicos, dispersão e germinação de sementes, bem como de estabelecimento de plântulas em condições naturais também são essenciais para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas, pois trazem informações sobre a disponibilidade de flores e frutos que controlam a atividade de alguns animais e garantem o sucesso reprodutivo das plantas (Lima & Rodal 2010). De acordo com Godínez-Álvarez et al. (2003), o período e a intensidade desses eventos reprodutivos na família Cactaceae está relacionado aos fatores ambientais como, por exemplo, o início do período chuvoso. Além disso, o número de frutos produzidos por planta e de sementes produzidas por fruto pode variar de acordo com a forma de vida do cacto e essa variação afeta diretamente a interação entre plantas e animais e o estabelecimento de novos indivíduos na comunidade (Godínez-Álvarez et al. 2003).

Em ambientes áridos e semiáridos como a Caatinga, as sementes dos cactos ficam mais expostas a predadores devido à diminuição de recurso alimentar disponível para os animais, principalmente durante a estação seca, au-

mentando o risco de não ocorrer a germinação (Meiado et al. 2012a). Por esse motivo, uma dispersão rápida e eficiente pode garantir a germinação e aumentar o sucesso reprodutivo das espécies. Além disso, diversos fatores ambientais podem afetar a germinação e o estabelecimento dos cactos, tais como a luz, temperatura e disponibilidade hídrica do solo, e esses fatores podem estar relacionados ao local de ocorrência das espécies, período de dispersão e estratégias de germinação (Rojas-Aréchiga & Vázquez-Yanes 2000).

Poucos são os estudos realizados sobre dinâmica de sementes na Caatinga e entender os padrões fenológicos, dispersão, germinação e estabelecimento de plântulas podem fornecer informações sobre a distribuição espacial das populações e a permanência das espécies nesse ecossistema. Diante do exposto, as atividades que serão desenvolvidas neste projeto foram agrupadas em dois módulos. O objetivo do primeiro módulo deste projeto será avaliar a estrutura e a dinâmica populacional de *Discocactus petr-halfari* Zachar (Cactaceae) (Fig. 1), uma espécie endêmica da Caatinga e criticamente ameaçada de extinção por apresentar uma grande especificidade de habitat e, principalmente, por existir apenas uma única população dessa espécie localizada em áreas de risco. Além disso, também serão avaliadas, no primeiro módulo, a realocação populacional de uma parte dos indivíduos que ocorrem em áreas mais vulneráveis e a taxa de sobrevivência de novos indivíduos introduzidos na população. Por outro lado, o objetivo do segundo módulo será avaliar a dinâmica de sementes da espécie estudada (i.e., fenologia reprodutiva, dispersão e morfometria de frutos e sementes), bem como determinar as condições ideais para a germinação e a tolerância a estresses abióticos.

Materiais e Métodos

Área de estudo e espécie estudada

O estudo será desenvolvido em uma área de Caatinga do município de Juazeiro, Bahia ($09^{\circ}28'46,1''S$, $040^{\circ}15'$



Figura 1. Distribuição especial de *Discocactus petr-halfari* Zachar (Cactaceae) em uma área de Caatinga do município de Juazeiro, Bahia. Foto: M.V. Meiado.



31,8°W e 395 m de altitude; Fig. 2). A área encontra-se às margens da BA 235, estrada que liga os municípios de Juazeiro e Uauá, sendo caracterizada pela presença de vegetação esclerófila típica de Caatinga e solos do tipo Planossolo Háplico Eutrófico. A área de estudo faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e a família Cactaceae está representada pela ocorrência de várias espécies, dentre elas alguns cactos do gênero *Discocactus* Pfeiff. (Meiado et al. 2012b). Esse gênero possui 10 espécies distribuídas em áreas de Caatinga, Cerrado e no Pantanal (Machado 2004, Machado et al. 2005, Zappi et al. 2012), porém, a grande maioria das espécies encontra-se localizadas no estado da Bahia, onde é observado um elevado endemismo florístico da família Cactaceae (Taylor & Zappi 2004). Como mencionado, *D. petr-halfari* é considerado um cacto criticamente ameaçado de extinção por ser observada apenas uma única população dessa espécie, bem como pelo baixo número de indivíduos e especificidade de habitat que faz com que esse cacto se encontre em uma área restrita.

Módulo 1: Estrutura e dinâmica populacional

A estrutura populacional será avaliada em 30 parcelas de 10 x 10 m distribuídas de forma aleatória na área de ocorrência da espécie estudada. Em cada parcela será determinado o número de indivíduos e o diâmetro principal. Todos os indivíduos presentes nas parcelas serão enquadrados em quatro categorias de faixa etária: plântula (≤ 2 cm), planta jovem (> 2 e ≤ 5 cm), indivíduo adulto vegetativo (> 5 cm sem cefálio) e adulto reprodutivo (> 5 cm com cefálio). Além disso, serão determinadas para cada indivíduo as distâncias entre as extremidades das parcelas para a avaliação da distribuição espacial da população, utilizando-se o índice de Dispersão de Morisita (Bower & Zar 1984). Para avaliar a dinâmica da população, as 30 parcelas serão monitoradas e os mesmos parâmetros calculados ao término da estação seca e chuvosa de 2012 e 2013, quando serão calculadas as taxas de natalidade e mortalidade da população estudada.

Módulo 1: Realocação populacional

No início da estação chuvosa, os indivíduos da população que ocorrem em áreas de risco, ou seja, em áreas vulneráveis a ação antrópica (distância inferior a 10 metros da margem da BA 235, área atualmente utilizada para a ampliação da estrada) serão removidos e realocados para áreas mais seguras, no interior da mata, seguindo os padrões de distribuição espacial determinados neste estudo durante a avaliação da estrutura populacional. A sobrevivência dos indivíduos realocados será avaliada mensalmente, por um período de 12 meses.

Módulo 1: Reintrodução de plântulas

Para avaliar a taxa de sobrevivência de plântulas que se desenvolvem em condições naturais, 300 plântulas serão reintroduzidas na área de ocorrência natural da espécie, as quais estarão distribuídas em 30 unidades amostrais compostas por 10 plântulas cada. As plântulas



Figura 2. Distribuição geográfica de *Discocactus petr-halfari* Zachar (Cactaceae) nas áreas de Caatinga da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF). Retirado de Meiado et al. (2012b).

que serão utilizadas neste experimento serão produzidas a partir de sementes coletadas na área de estudo e serão reintroduzidas na estação chuvosa, após 90 dias do inicio da germinação (Fig. 3). A taxa de mortalidade das plântulas será avaliada mensalmente, por um período de 12 meses.

Módulo 2: Fenologia reprodutiva e morfometria de frutos e sementes

Para determinar o período da formação dos frutos (Fig. 4), 30 indivíduos em fase adulta reprodutiva, caracterizado pela presença do cefálio e com diâmetro superior a 5 cm, serão selecionados aleatoriamente e será registrada mensalmente a presença de flores e frutos. As observações serão realizadas por um período de 24 meses e serão determinados os padrões de floração e frutificação da espécie de acordo com Machado et al. (1997). Todos os frutos produzidos nesse período serão coletados para a avaliação do número de sementes produzidas por fruto, os quais serão utilizados para se determinar os parâmetros morfométricos, tais como o comprimento e a largura (mm) dos frutos e sementes, o



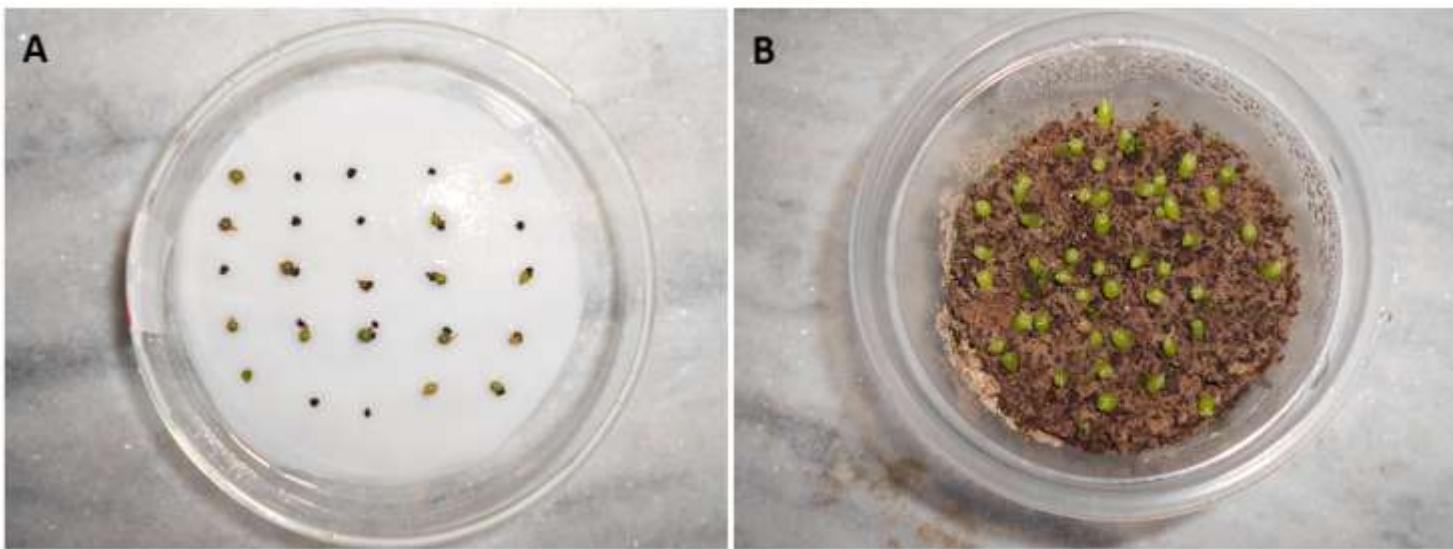


Figura 3. Sementes germinadas (A) e plântulas (B) de *Discocactus petr-halphi* Zachar (Cactaceae) cultivadas em câmaras de germinação, em temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Fotos: J.P.B. Nascimento e M.V. Meiado.

teor de umidade (%) e biomassa seca (mg) das sementes, bem como o seu comportamento germinativo. Informações sobre a precipitação (mm) e a temperatura média (°C) do período de estudo serão obtidas no Laboratório de Meteorologia da Universidade Federal do Vale do São Francisco para correlacioná-las às fenofases avaliadas através da correlação de Spearman (Zar 1999).

Módulo 2: Determinação do dispersor efetivo

A determinação do dispersor efetivo será realizada através de observações focais de indivíduos em período reprodutivo. Serão avaliados 30 indivíduos espalhados por 10 m em cada tratamento, os quais consistirão: (1) frutos com acesso apenas para vertebrados, (2) frutos com acesso apenas para formigas e (3) frutos com livre acesso (controle). A exclusão dos vertebrados será feita com a utilização de telas de metal com aberturas de 1 cm de diâmetro e a exclusão das formigas será feita com a aplicação de “tanglefoot” ao redor dos cactos. Após o aparecimento do fruto no cefálio, o número de frutos removidos será quantificado diariamente por um período de 7 dias (Montiel & Montaña, 2003) para a determinação da taxa de remoção de frutos, a qual será comparada pela ANOVA com teste de Tukey *a posteriori* (Zar 1999).

Módulo 2: Germinação e estabelecimento das plântulas

Serão avaliados os efeitos da temperatura, do estresse hídrico e salino na germinação de sementes da espécie estudada. As sementes serão colocadas para germinar sob duas condições de luz (fotoperíodo de 12 horas com intensidade luminosa de 20 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ e escuro contínuo) e em dez tratamentos de temperatura, sendo oito tratamentos de temperatura constante (10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45°C) e dois tratamentos de temperaturas alternadas (30-20° e 35-25°C). Nos tratamentos de temperaturas alternadas em que as placas serão submetidas ao fotoperíodo de 12 horas, as maiores temperaturas corresponderão ao período de exposição à luz. Após essa análise, todas as próximas avaliações (*i.e.*, estresse hídrico e salino) serão conduzidas na tem-

peratura ótima para germinação da espécie, a qual será determinada neste experimento. A protrusão da radícula será o critério utilizado para considerar sementes germinadas e, para cada tratamento, serão utilizadas 100 sementes distribuídas em quatro repetições de 25 sementes (Meiado *et al.* 2010).

Após a germinação das sementes, as plântulas serão transferidas para recipientes contendo solo do local de coleta como substrato, os quais serão mantidos nas mesmas condições de luz e temperatura dos experimentos de germinação (Fig. 3). Para avaliar o estabelecimento, as plântulas serão observadas em intervalos de 30 dias durante três meses, sendo determinada a taxa de mortalidade das plântulas (Meiado *et al.* 2008).

Para simular o estresse hídrico e salino na germinação, serão utilizadas as soluções comerciais de polietileno glicol (PEG) 6000 (Villela *et al.* 1991) e de cloreto de sódio PA (Braccini *et al.* 1996), respectivamente. Em ambos os experimentos, serão avaliados os potenciais osmóticos 0,0 (água destilada), -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa e as placas serão mantidas sob luz branca (fotoperíodo de 12 h e intensidade luminosa de 20 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) e escuro contínuo (simulado com o uso de um saco preto de polietileno). Os potenciais osmóticos serão calculados de acordo com Villela *et al.* (1991) e Braccini *et al.* (1996) e mensurados com um osmômetro (Mark 3 – Osmometer, Fiske Associates, Norwood, USA) no inicio do experimento (Meiado 2012). Nenhuma solução será adicionada às placas de Petri durante a avaliação. A germinação será avaliada diariamente por um período de 30 dias e as sementes mantidas no escuro serão avaliadas apenas no 30° dias, após o inicio do experimento (Meiado *et al.* 2010).

Ao término das observações serão calculados a germinabilidade (%), o tempo médio de germinação (dias), o índice de velocidade de germinação (IVG) e o índice de sincronização (E). A germinabilidade será transformada para arco seno $\sqrt{\%}$ e as médias de todos os





Figura 4. Indivíduo adulto de *Discocactus petr-hafferi* Zachar (Cactaceae) em período de frutificação, em uma área de Caatinga do município de Juazeiro, Bahia. (Autor: M.C. Machado)

parâmetros de germinação serão comparadas pelo teste ANOVA – Dois Fatores (Ranal & Santana 2006). Por sua vez, a taxa de mortalidade das plântulas será comparada através pela ANOVA com teste de Tukey *a posteriori*. A normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias serão avaliadas através dos testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Todas as análises estatísticas serão realizadas no programa STATISTICA 10.0 com índice de significância igual a 0,05 (Zar 1999).

O projeto conta com o financiamento do Ministério da Integração Nacional e do Ministério do Meio Ambiente para o apoio logístico e infraestrutura necessária para a realização de todas as atividades desenvolvidas nos dois módulos do projeto e faz parte do trabalho de conclusão de curso da primeira autora.

Referências

- Barreto TE, Muniz R, Silveira AL, Vanini A. 2007. Dinâmica temporal de sete populações de espécies arbóreas do Cerrado. In: Santos FAM, Martins FR, Oliveira R, Tamashiro J (Orgs.). *Relatórios dos projetos desenvolvidos na disciplina Ecologia de Campo II*. Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- Braccini AL, Ruiz HA, Braccini MCL, Reis MS. 1996. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. *Rev. Bras. Sementes* 18: 10-16.
- Brower JE, Zar JH 1984. *Field and laboratory methods for general ecology*. Iowa, W.C. Brown Publishers.
- Godínez-Álvarez H, Valverde T, Ortega-Baes P. 2003. Demographic trends in the Cactaceae. *Bot. Rev.* 69: 173-203.
- Hutchings MJ. 1997. The structure of the plant populations. Pp.325-358. En: Crawley MJ (Ed.). *Plant Ecology*. Oxford, Blackwell Scientific.
- Lima ALA, Rodal MJN. 2010. Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of Northeastern Brazil. *J. Arid Environ.* 74: 1363-1373.
- Machado ICS, Barros LM, Sampaio EVSB. 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29: 57-68.
- Machado MC. 2004. O gênero *Discocactus* Pfeiff. (Cactaceae) no estado da Bahia, Brasil: variabilidade morfológica, variabilidade genética, taxonomia e conservação. Dissertação de Mestrado. Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Machado MC, Zappi DC, Taylor NP, Borda EL. 2005. Taxonomy and conservation of the *Discocactus* Pfeiff. (Cactaceae) species occurring in the state of Bahia, Brazil. *Bradleya* 23: 41-56.
- Meiado MV. 2012. *Germinação de cactos do Nordeste do Brasil*. Tese de Doutorado. Recife, Universidade Federal de Pernambuco.
- Meiado MV, Albuquerque LSC, Rocha EA, Leal IR. 2008. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Pilosocereus catingicola* subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi (Cactaceae). *Bol. Soc. Latin. Carib. Cact. Suc.* 5: 9-12.
- Meiado MV, Albuquerque LSC, Rocha EA, Rojas-Aréchiga M, Leal IR. 2010. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. *Plant Species Biol.* 25: 120-128.
- Meiado MV, Machado MC, Zappi DC, Taylor NP, Siqueira Filho JA. 2012b. Cactos do Rio São Francisco: Atributos ecológicos, distribuição geográfica e endemismo. Pp. 264-305. En: Siqueira Filho JA (Org.). *A Flora das Caatingas do Rio São Francisco - História Natural e Conservação*. Rio do Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio.
- Meiado MV, Silva FFS, Barbosa DCA, Siqueira Filho JA. 2012a. Diásporos da Caatinga: Uma revisão. Pp. 306-365. En: Siqueira Filho JA (Org.). *A Flora das Caatingas do Rio São Francisco - História Natural e Conservação*. Rio do Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio.
- Montiel S, Montaña C. 2003. Seed bank dynamics of the desert cactus *Opuntia rustrera* in two habitats from the Chihuahuan Desert. *Plant Ecol.* 166: 241-248.
- Rojas-Aréchiga M, Vázquez-Yanes C. 2000. Cactus seed germination: a review. *J. Arid Environ.* 44: 85-104.
- Niklas KJ. 2004. Plant allometry: is there a grand unifying theory? *Biol Rev.* 79: 871-889.
- Ranal MA, Santana DG. 2006. How and why to measure the germination process? *Rev. Bras. Bot.* 29: 1-11.
- Schiavini I, Resende JCF, Aquino FG. 2001. Dinâmica de população de espécies arbóreas em mata de Galeria e Mata Mesófila na margem do Ribeirão Panga, MG. Pp. 274-283. In: Ribeiro JF, Fonseca CEL, Sousa-Silva JC (Eds.). *Cerrado: Caracterização e recuperação de Mata de Galeria*. Planaltina, Embrapa.
- Sposito TC, Santos FAM. 2001. Scaling of stem and crown in eight *Cecropia* (Cecropiaceae) species of Brazil. *Am. J. Bot.* 88: 939-949.
- Taylor NP, Zappi DC. 2004. *Cacti of Eastern Brazil*. Kew, Royal Botanic Gardens.
- Villela FA, Doni Filho L, Sequeira EL. 1991. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de Polietileno Glicol 6.000 e da temperatura. *Pesq. Agropec. Bras.* 26: 1957-1968.
- Watkinson AR. 1997. Plant population dynamics. Pp. 359-400. En: Crawley MJ (Ed.). *Plant Ecology*. Oxford, Blackwell Scientific.
- Zappi D, Taylor N, Machado M. 2012. Cactaceae. In: *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. New Jersey, Prentice Hall Inc.



ARTÍCULOS DIVULGATIVOS

La importancia de los campos rupestres para la persistencia de poblaciones de *Uebelmannia pectinifera* Buining (Cactaceae) en la Cadena del Espinhaço, Minas Gerais, Brasil

Suelma Ribeiro-Silva^{1,2} & Victor Ferreira Lima¹

¹Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Caatinga-CECAT. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, CEP 70.670-350 Brasilia, DF, Brasil.

²Department of Plant Biology NC State University, Raleigh, NC. USA.

Correo eletronico: suelma.ribeirosilva@gmail.com

La región de la Cadena del Espinhaço comprende una extensión montañosa que se desde el centro sur de Minas Gerais hasta el norte del estado da Bahia, cuando pasa a se llamar Chapada Diamantina (Giulietti *et al.* 1997, Gontijo 2008). El largo desa cadena estan incluidos los domíñios fitogeográficos del Cerrado y Mata Atlântica, considerados hotspots mundiales (Mittermeier *et al.* 1999, Myers *et al.* 2000), y los enclaves de bioma Caatinga (Mittermeier 2002).

Esa región es considerada extremamente rica en especies endémicas (Zappi & Taylor 2008, Rapini *et al.* 2008), e un de los principales centros de diversidad de la familia Cactaceae en el Brasil. En él es registrada la presencia de tres generos endémicos: *Cipocereus*, *Arthrocerus* y *Uebelmannia* (Taylor & Zappi 2008). El genero *Uebelmannia*, distribuído en la porción central has-

ta el norte de la Cadeia do Espinhaço, es compuesto por tres especies: *Uebelmannia buiningii*, *Uebelmannia gummifera* y *Uebelmannia pectinifera*. Esa ultima es insertado no complejo *Uebelmannia pectinifera* Buining (Schulz & Machado 2000) con tres variedades (*U. pectinifera* var. *pectinifera*, *U. pectinifera* var. *multicostata* y *U. pseudopectinifera*), todas endémicas de los campos rupestres de la región central de Minas Gerais (Schulz & Machado 2000, Taylor & Zappi 2004, Machado 2009).

Uebelmannia pectinifera (Figura 1) es un cacto globoso a cilíndrico, solitario, hasta 1 m de altura y 17 cm de diametro, con pequeñas flores amarillas y frutos rojos a rosados (Schulz & Machado 2000, Machado 2009). La especie es considerada rara y vulnerable (Machado 2009, MMA 2008, IUCN 2012), estando tambien en el apêndice I da CITES (Anderson 2001, Zappi *et al.* 2011).

Los campos rupestres y *Uebelmannia pectinifera*

Los campos rupestres, una vegetación peculiar del territorio brasileño, estan situados nas áreas más arriba de la Cadeia do Espinhaço, con altitudes superiores a 900 m, alcanzando el máximo de 2000 m de altitud en el pico do Itambé (Eiten 1992, Giulietti & Pirani 1998, Gontijo 2008, Fiasch & Pirani 2009, Vasconcelos 2011) (Figura 2: A y B). Los campos rupestres son compuestos por una vegetación herbáceo - arbustiva asociada a un mosaico de suelos clasificados como Neosuelo litólico, Cambisuolo y Organosuelo, con deficiência de nutrientes y bajo contenido de matéria orgânica (Benites 2003).

Algunos arbustos de los campos rupestres colonisam las rocas, e otras superficies irregulares como cavidades y grietas, donde crecen y si desarrolan los individuos de *U. pectinifera*. Eses arbustos consisten en los representantes de la familia Bromeliaceae y Euforbiaceae (Figura 2: C y D) que interagem con los individuos de *U. pectinifera* caracterizando una asociación bien registrada en la literatura (“nurse plant”) para otras especies de cac-



Figura 1- Individuo reproductivo de *Uebelmannia pectinifera* en los campos rupestres del Parque Nacional de Sempre Vivas (Autores: S. Ribeiro-Silva y V. Lima).



táceas. Esta interacción tiene como función “proteger” los individuos, especialmente, los más jóvenes contra la alta radiación solar (Suzan-Azpiri & Sosa 2006), criando lugares apropiados para la germinación de las semillas y establecimiento de plántulas de cactus columnares (Valiente-Banuet & Ezcurra 1991, Valiente-Banuet *et al.* 1991) y de algunos cactus globosos (Hughes *et al.* 2011). Por otro lado, las rocas o cavidades han sido más importantes en la determinación de la distribución y del establecimiento de algunas especies de cactus globosos (*Mammillaria*) (Peters *et al.* 2008). Sin embargo, aunque estudios indi-

caren que la presencia de estos elementos es básica para el establecimiento de las poblaciones de cactaceae (Franco & Nobel 1989, Larrea-Alcázar *et al.* 2008, Bárcenas-Arguello *et al.* 2010), los efectos “nurse plants” o “nurse rocks” en la dinámica de la población del *U. pectinifera* aún permanece desconocido. Una comprensión de los efectos de estas interacciones es extremadamente importante, considerando que alteraciones en el microambiente específico de los campos rupestres pueden comprometer el mantenimiento y la persistencia de las poblaciones de *U. pectinifera*.

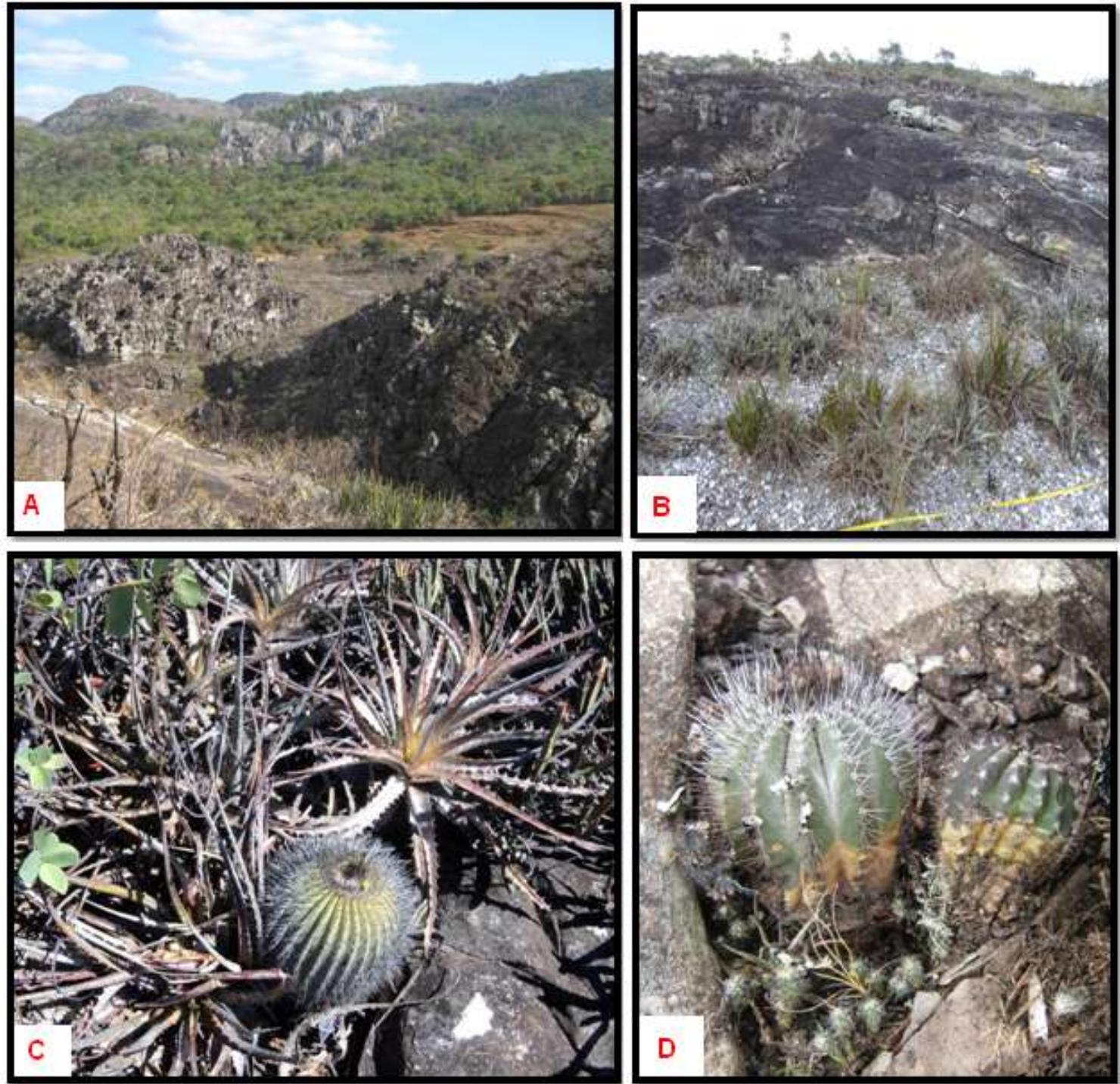


Figura 2 - A y B: Campos rupestres del Parque Nacional de Sempre-Vivas; C y D: Individuo de *Uebelmannia pectinifera* creciendo entre pequeñas rocas e asociado a las bromélidas e arbustos (Autores: S. Ribeiro -Silva y V. Lima).



(Silva & Lima, datos no publicados).

Nuevos registros de individuos de *U. pectinifera* (datos no publicados) encontrado en la región ha confirmado su ocurrencia prácticamente restricta a los campos rupestres. Las poblaciones com poco más de 450 individuos estan aparentemente protegidas, en lugares de acceso difícil, dentro del Parque Nacional de Sempre Vivas (Zappi et. al 2011), creado en diciembre de 2002, con una área de 124.555 hectareas. Sin embargo, otros pocos individuos isolados fueron encontrados en algunas localidades fuera de esta Unidad de Conservación, algunos en las proximidades de carreteras y de residencias de comunidades locales. El largo de estas areas, individuo de *Uebelmannia* sufren amenazas con las alteraciones antrópicas de su habitat, especialmente fuera desta area protegida, y con el retiro de todo lo individuo y coleta de sus semillas para actividades de comercialización.

Asi, los estudios de ecología espacial integrados al los de demografía y de biología reproductiva están siendo desarrollados para generar informaciones que contribuyen para un mejor entendimiento de los factores determinantes de la persistencia de las poblaciones de *Uebelmannia pectinifera* en los campos rupestres de la cadena do espinhaço. Esa abordagem en la investigación para conservación de cactáceas en el Brasil exige una integración de acciones de investigación y múltiples agentes institucionales (Ribeiro-Silva et. al 2011), que el este estar al pocos fortificada pela creación de la ReCactus-Rede de Pesquisa y Conservación de Cactaceae. Sin embargo, la protección inmediato de los campos rupestres ubicados fuera del Parque es una prioridad alto para la conservación de las poblaciones distintas de *U. pectinifera* en la Cadena del Espinhaço.

Referencias

- Anderson EF. 2001. The cactus family. (Cact Fam) CITES. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) Appendices I, II and III. (CITES Appendices).
- 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.* 74: 1374-1382.
- Benites VM, Caiafa AN, Mendonça ES, Schaefer CE, Ker JC. 2003. Solos e vegetação nos Complexos Rupestres de Altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. *Flor. Amb.* 10:76-85.
- CITES 2012. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora <http://www.cites.org/eng/app/applications.php>. Captured in may 2012.
- Eiten G. 1992. Natural Brazilian vegetation types and their causes. *Anais da Acad. Bras. Ciê.* 64: 35-65.
- Fiasch IP, Pirani, JR. 2009. Review of plant biogeographic studies in Brazil. *J. Syst. Evol.* 47:477-496
- Franco AC , Nobel PS. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *J. Ecol.* 77: 870-886.
- Giulietti AM, Pirani, JR, Harley RM. 1997. Espinhaço Range region, eastern Brazil. Em: Davis SD, Heywood VH, Herrera-MacBryde O, Villa-Lobos J, Hamilton AC (eds) *Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation*, 3. Oxford: Information Press.
- Giulietti AM, Pirani JR. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. En *Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns* (P.E. Vanzolini & W.R. Heyer, eds.). *Acad. Bras. Ciênc.* 39-69.
- Gontijo BM. 2008. Uma geografia para a Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade* 4:7-15.
- Hughes FM, De La Cruz Roti' Romão RL, Castro MS de 2011. Dinâmica espaço-temporal de *Melocactus ernestii* subsp. *ernestii* (Cactaceae) no Nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 34: 389-402.
- Larrea-Alcázar DM, Murillo JJ, Figueiredo CJ, Soriano PJ 2008. Spatial associations between two globose cacti and two dominant mimosoid bushes in a tropical semiarid enclave. *Ecotropicos* 21: 97-105.
- Machado M. 2009. Cactaceae. En *Plantas Raras do Brasil* (Orgs. Giulietti et.al): 118-126. Conservação Internacional –CI-Brasil . Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Mittermeier RA, Myers N, Mittermeier CG 1999. Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. México: Agrupación Sierra Madre.
- Mittermeier RA, Mittermeier CG, Robles GP, Pilgrim JG, Fonseca AB, Brooks T, Konstant WR. 2002. *Wilderness: earth's last wild places*. Cemex, Agrupación Serra Madre, S.C., México.
- MMA, 2008. Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008, sobre a Lista de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Diário Oficial da União, 24/09/2008. Brasília, DF.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GA, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853-858.
- Nyffeler R 1998. The genus *Uebelmannia* Buining (Cactaceae: Cactoideae). *Bot. Jahrb. Syst.* 120:158.
- Peters EM, Martelli C. & Ezcurra E. 2008. Nurse rocks are more important than nurse plants in determining the distribution and establishment of globose cacti (*Mammillaria*) in the Tehuacán Valley, Mexico. *J. Arid Environ.* 72: 593-601.
- Rapini A, Ribeiro PL Labert S, Pirani JR. 2008. A flora dos campos rupestres da Cadeia do espinhaço. *Megadiversidade* 4: 16-24.
- Ribeiro- Silva S, Zappi D, Taylor N, Machado M. (Orgs.). *Plano de Ação para Conservação de Cactáceas*. Brasília, ICMBio. Brasília,DF. Série Espécies Ameaçadas n. 24. 112p.
- Schulz R, Machado MC. 2000. *Uebelmannia* and their Environment. Teesdale, Schulz Publishing, 160p.
- Suzan-Azpiri H, Sosa VJ 2006. Comparative performance of the giant cardon cactus (*Pachycereus pringlei*) seedlings under two leguminous nurse plant species. *J. Arid Environ.* 65: 351-362.
- Taylor NP, Zappi DC 2004. Cacti of Eastern Brazil. Kew, Royal Botanic Gardens, 498p.
- Taylor, N. & D.C. Zappi. 2008. A neglected species *Cipocereus*. *Cact. Syst. Init.* 24: 9-12.
- Valiente-Banuet A, Ezcurra E 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacan Valley, Mexico. *J. Ecol.* 79: 961-971.
- Valiente-Banuet A, Bolongaro-Crevenna A, Briones O, Ezcurra E, Rosas M, Nunez H, Barnard G, Vazquez E 1991. Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environment in central Mexico. *J. Veget. Sci.* 2: 15-20.
- Vasconcelos MF. 2011. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil? *Rev. Bras. Bot.* 34:241-246.
- Zappi D, Taylor N. 2008. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade* 4: 111-116.
- Zappi D, Ribeiro-Silva S, Taylor N, Aona L 2011. Aspectos Ecológicos e Biología Reproductiva de cactáceas. In: Suelma Ribeiro- Silva, Daniela Zappi; Nigel Taylor & Marlon Machado. (Org.). *Plano de Ação para Conservação de Cactáceas*. Brasília: ICMBio, Série Espécies Ameaçadas n. 24. 112 p.



Riqueza de micro-organismos endofíticos em espécies da família Cactaceae

Jadson D. P. Bezerra^{*1}, Diogo H. G. Lopes², Marília G. S. Santos², Virgínia M. Svedese², Laura M. Paiva², Jarcilene S. Almeida-Cortez³ & Cristina M. Souza-Motta¹.

* Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos (Post-Graduate Program in Biology of Fungi, Federal University of Pernambuco).

⁽¹⁾ Micoteca URM, ⁽²⁾ Laboratório de Citologia e Genética de Fungos, Departamento de Micologia e ⁽³⁾ Laboratório de Ecologia Aplicada, Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Professor Nelson Chaves, s/n, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brasil.

Correo electrónico: jadsondpb@gmail.com

Resumo

Fungos endofíticos vivem nos tecidos internos das plantas sem lhes causar danos aparentes. Contribuem para que o hospedeiro seja resistente a estresses bióticos e abióticos e tem sido descritos como protetores contra o ataque de outros micro-organismos, insetos, e animais herbívoros. Além dos benefícios ecológicos, podem ser utilizados em processos biotecnológicos, como na produção de enzimas e compostos de importância farmacológica, por exemplo. Pouco ainda se sabe sobre a verdadeira relação dos endofíticos com as plantas e menos ainda sobre a contribuição deles na associação com espécies da família Cactaceae. O estudo da comunidade de endofíticos de plantas de regiões áridas, semiáridas, desértica e também de floresta tropical seca contribuirá para o conhecimento desta microbiodiversidade ainda desconhecida.

Palavras-chaves: Endofíticos, ambientes extremos, cactos, fungos e bactérias endofíticas

Richness of microorganisms endophytic in species of the family Cactaceae

Abstract

Endophytic fungi live in the internal tissues of plants without causing any apparent damage. Contribute to that the host is resistant to biotic and abiotic stresses and has been described as protectors against attack by other microorganisms, insects and herbivorous animals. Besides the ecological benefits they can be used in biotechnological processes as in the production of enzymes and compounds of pharmacological importance, for example. Few is known about the true relationship of endophytes with plants and even less about their contribution in association with species of the family Cactaceae. The study of the community of endophytes of plants from arid, semiarid, desert and also of tropical dry forest will contribute in knowledge of this microbiodiversity still unknown.

Keywords: Endophytes, extreme environments, cacti, fungi and bacteria endophytic

Introdução

Os micro-organismos endofíticos são definidos como aqueles que podem ser isolados do interior de tecidos vegetais desinfestados superficialmente e que não causam danos ao hospedeiro (Hallmann et al. 1997). Podem desempenhar um papel importante na sobrevivência das plantas, melhorando a absorção de nutrientes (Malinowski et al. 1999), desenvolvimento e pro-

dução de metabólitos de promoção do crescimento, como giberelinas (Choi et al. 2005) e auxinas (Dai et al. 2008), auxiliando na adaptabilidade ecológica do hospedeiro por incrementar a tolerância a estresses bióticos e abióticos (Strobel et al. 1996). Além de atuar na degradação de compostos poluidores do ambiente, como o plástico (Russell et al. 2011) e também serem utilizados pelas indústrias de biotecnologia na produção de enzimas (Tan & Zou 2001) e compostos de importância farmacológica, como anticancerígenos (Chandra 2012), por exemplo.

Os endofíticos são abundantes e ocupam uma infinidade de nichos biológicos únicos, por exemplo, plantas superiores (Strobel & Daisy 2003), pteridófitas (Sati et al. 2009) e líquens (Li et al. 2007). Eles também são evidentes em muitos ambientes incomuns, tais como raízes de orquídeas terrestres, plantas marinhas, gramíneas, algas (Strobel & Daisy 2003, Tao et al. 2008), musgos (Davey & Currah 2006), samambaias (Swatzell et al. 1996), plantas arbustivas (Olsrud et al. 2007) decíduas e coníferas (Albrechtse et al. 2010). Fungos endofíticos existem amplamente dentro de tecidos vegetais e são ricos em diversidade de espécies (Li et al. 2007). Observações sugerem que sua associação com as plantas ocorreram há de mais de 400 milhões de anos (Krings et al. 2007).

A maioria das pesquisas sobre a associação endofítica têm sido realizadas utilizando-se plantas de regiões tropicais úmidas e temperadas (Azevedo et al. 2000) e poucos são os estudos verificando essa relação com plantas de ambientes áridos, semiáridos ou desérticos, além das florestas tropicais secas.

A comunidade endofítica de espécies da família Cactaceae foi verificada apenas por Fisher et al. (1994), Suryanarayanan et al. (2005) e Bezerra et al. (2012) que estudaram a composição endofítica fúngica em plantas de regiões da Austrália, Arizona e Brasil, respectivamente. Puente et al. (2004a, 2004b, 2009a, 2009b) e Lopez et al. (2011, 2012) acessaram a composição de bactérias endofíticas em espécies de cactos em regiões desérticas do México.

Devido à importância da preservação das Cactaceae em seus mais diversos ambientes e do conhecimento dessa associação entre os micro-organismos endofíticos e as plantas hospedeiras, o estudo de endofíticos (fungos e/ou bactérias) contribuirá com o entendimento da relação micro-organismo-cacto e sua ajuda na adaptação das plantas em ambientes considerados extremos.

Fungos endofíticos e a relação com o hospedeiro

Uma parcela dos micro-organismos, principalmente bactérias e fungos, habitam o interior das plantas, são os endofíticos, que segundo Petrini (1991) colonizam os tecidos saudáveis de partes aéreas da planta em algum tempo do seu ciclo de vida sem causar-lhes danos aparentes, nem produzindo estruturas externas visíveis (Azevedo et al. 2000). A diferenciação entre endofíticos, epífitos (micro-organismos que vivem na superfície de plantas) e fitopatógenos (que causam doenças em plan-





Figura 1: (A) *Opuntia ficus-indica* (B e C) exemplo da colonização dos fragmentos de *O. ficus-indica* por fungos endofíticos.

tas) depende do estágio da interação do micro-organismo com o hospedeiro (Strobel *et al.* 2004), portanto, a aplicação destes termos tem puro significado didático havendo ainda dificuldades em determinar limites entre eles (Azevedo *et al.* 2000).

De um único vegetal podem ser obtidos de dezenas a centenas de isolados, e a partir deste único hospedeiro uma espécie pode se mostrar específica (Siqueira *et al.* 2008, 2011). Hawksworth & Rossman (1997) sugeriram que uma planta poderia ser habitat de cerca de seis espécies de fungos, mas depois da inclusão de fungos endofíticos, essa relação foi aumentada para cerca de 33 espécies de fungos para cada planta (principalmente do filo Ascomycota, contudo, Basidiomycota e Zygomycetes também têm sido isolados), confirmando o fato de que os endofíticos são um componente importante da diversidade microbiana (Tan & Zou 2001, Strobel & Dayse 2003).

Os endofíticos podem ser transmitidos verticalmente, quando penetram pelas sementes ou pela zona radicular, horizontalmente quando penetram através dos estômatos ou diretamente na parede celular utilizando apressórios e haustórios (Saikkonen *et al.* 2004). A colonização endofítica pode ser intracelular e limitada a poucas células, intercelular e localizada ou ainda inter e intracelular sistêmica e pode se desenvolver em qualquer tecido ou órgão do vegetal: raiz, caule, ramos, folhas, flores e frutos (Schulz & Boyle 2005, Johri 2006). O estudo dos fungos endofíticos pode ser realizado entre os micro-organismos cultiváveis e não-cultiváveis a partir do seu isolamento em meios de cultura e sob condições controladas, pela sua observação direta a partir de técnicas de microscopia ou pela detecção através de técnicas de amplificação de DNA (Schulz & Boyle 2005; Lacava *et al.* 2010).

A interação endofito/planta é complexa e dependente de diferentes fatores como características do vegetal, do micro-organismo e do ambiente (Owen & Hundley 2004). A relação que se estabelece tem sido bastante questionada, existindo duas hipóteses principais: a do

equilíbrio antagônico e da simbiose mutualística (Schulz & Boyle 2005).

Investigações detalhadas da micobiota interna de plantas frequentemente descobrem novos taxa e revela novas distribuições das espécies já conhecidas. Pelo fato dos endofíticos não serem facilmente perceptíveis, a diversidade de espécies da micobiota interna ser relativamente alta e uma pequena porção de potenciais hospedeiros terem sido até então examinados, endofíticos representam um número substancial de fungos ainda não descobertos (Arnold *et al.* 2000). Investigações detalhadas da microbiota fúngica endofítica de vegetais economicamente importantes, frequentemente revela novos taxa. Estudos sobre fungos endofíticos são necessários para fornecer informações fundamentais sobre a avaliação da diversidade e distribuição global desses micro-organismos (Stone *et al.* 2004).

Endofítos e espécies da família Cactaceae

Apesar dos poucos trabalhos verificando a associação endofítica com plantas de ambientes áridos, semiáridos e/ou desérticos, eles têm demonstrado a importância de conhecimento da comunidade endofítica dessas plantas. A partir das observações, algumas hipóteses sobre a relação micro-organismos-planta hospedeira têm sido levantadas, estimulando o estudo dos cactos e sua associação com os micro-organismos endofíticos.

O primeiro trabalho verificando a associação de fungos endofíticos e cactos, foi realizado por Fischer *et al.* (1994) na Austrália, quando estudaram a composição da comunidade endofítica fúngica de *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. No estudo de 600 fragmentos de cladódios de *O. stricta*, os autores isolaram 617 fungos endofíticos distribuídos entre 23 espécies (Ascomycota), sugerindo que duas delas, *Coniothyrium opuntiae* e *Phomopsis cacti*, possuem hospedeiro específico.

Suryanarayanan *et al.* (2005), estudando a comunidade endofítica fúngica de 21 espécies de cactos ocorrendo em várias localidades do Arizona, isolaram 900 endofíticos pertencentes a 22 espécies de fungos (Ascomycota). Os autores destacaram que *Cylindropuntia fulgida* (Engelm.) F.M. Knuth teve a máxima diversidade de espécies endofíticas, enquanto *C. ramosissima* (Engelm.) F.M. Knuth abrigou o maior número de endofíticos isolados. As observações feitas também indicaram que a diversidade de fungos foi baixa e a preferência de colonização de cactos hospedeiros não foi observada. No entanto, a frequência de colonização de poucas espécies de endofíticos foi alta e comparável às plantas hospedeiras tropicais. *Alternaria* sp., *Aureobasidium pullulans* e *Phoma* spp. foram a maioria dos endofíticos isolados dos cactos estudados.

No Brasil, Bezerra *et al.* (2012) verificaram a ocorrência de fungos endofíticos em *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., cultivada em larga escala em regiões semiáridas que abrigam a floresta tropical seca (Caatinga). Nesse estudo, verificouse que fungos do gênero *Cladosporium* foram mais frequentemente encontrados. Os autores isolaram 44 fungos pertencentes a 13 espécies (Ascomycota) (Fig. 1).



Apesar da relação endofítica ainda não ser totalmente compreendida, as observações feitas sugerem que espécies da família Cactaceae preferem ser colonizadas por fungos pigmentados (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Phoma*, por exemplo) que podem estar conferindo à planta hospedeira tolerância à seca/aridez (Khidir et al. 2009, Loro et al. 2012) e outros fatores bióticos e/ou abióticos das regiões onde as plantas são encontradas. Por exemplo, Redman et al. (2002) verificaram que *Curvularia* isolada de *Dichanthelium* promoveu, em condições de laboratório, proteção termal para o hospedeiro; Azevedo et al. (2000) também observaram que micro-organismos endofíticos podem ser

utilizados como agentes de controle biológico de pragas.

Suryanarayanan et al. (2003) ainda sugerem que a comunidade de fungos endofíticos parece ser menos diversa em floresta tropical seca que em floresta tropical úmida, confirmando a necessidade de mais estudos verificando essa associação com plantas de regiões consideradas extremas onde a biodiversidade é subestimada.

Outros estudos também verificaram a associação de bactérias endofíticas com cactos. Por exemplo, Puente et al. (2004a, 2004b, 2009a, 2009b) estudaram o benefício dessa associação em raízes e na germinação de sementes.

Tabela 1. Espécies da família Cactaceae que foram estudadas quanto à composição endofítica.

Cactaceae	Micro-organismos endofíticos (gêneros)	Referências
<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	Fungos: <i>Alternaria</i> , <i>Ascochyta</i> , <i>Aureobasidium</i> , <i>Chaetomium</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Coniella</i> , <i>Coniothyrium</i> , <i>Epicoccum</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Geniculosporium</i> , <i>Leptosphaeria</i> , <i>Nigrospora</i> , <i>Nodulisporium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Phoma</i> , <i>Phomopsis</i> , <i>Sordaria</i>	Fisher et al. 1994
<i>Opuntia</i> Mill. <i>O. ficus-indica</i> (L.) Mill. <i>O. engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm. <i>Carnegiea gigantea</i> (Engelm.) Britton & Rose <i>Consolea</i> Lem. <i>Cylindropuntia</i> (Engelm.) F.M. Knuth <i>C. acanthocarpa</i> (Engelm. & J.M. Bigelow) F.M. Knuth <i>C. arbuscula</i> (Engelm.) F.M. Knuth <i>C. bigelovii</i> (Engelm.) F.M. Knuth <i>C. californica</i> (Torr. & A. Gray) F.M. Knuth <i>C. echinocarpa</i> (Engelm. & J.M. Bigelow) F.M. Knuth <i>C. fulgida</i> (Engelm.) F.M. Knuth <i>C. imbricata</i> (Haw.) F.M. Knuth <i>C. multigeniculata</i> Backeb. <i>C. ramosissima</i> (Engelm.) F.M. Knuth <i>C. versicolor</i> (Engelm. ex J.M. Coulter.) F.M. Knuth <i>C. whipplei</i> (Engelm. & J.M. Bigelow) F.M. Knuth <i>Echinocereus fasciculatus</i> (Engelm. ex S. Watson) L.D. Benson <i>E. engelmannii</i> (Parry ex Engelm.) Lem. <i>Mammillaria viridiflora</i> (Britton & Rose) Boed.	Fungos: <i>Alternaria</i> , <i>Ascochyta</i> , <i>Aureobasidium</i> , <i>Chaetomium</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Coniothyrium</i> , <i>Drechslera</i> , <i>Epicoccum</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Nigrospora</i> , <i>Pestalotiopsis</i> , <i>Phoma</i> , <i>Stemphylium</i> , <i>Ulocladium</i>	Suryanarayanan et al. 2005
<i>Pachycereus pringlei</i> (S. Watson) Britton & Rose <i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb. <i>Opuntia cholla</i> F.A.C. Weber	Bactérias: <i>Acinetobacter</i> , <i>Actinomadura</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Paenibacillus</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Staphylococcus</i>	Puente et al. 2004a; 2004b; 2009a; 2009b
<i>Mammillaria fraileana</i> (Britton & Rose) Boed.	Bactérias: <i>Azotobacter</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i>	Lopez et al. 2011; 2012
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Fungos: <i>Acremonium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Monodictys</i> , <i>Nigrospora</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Pestalotiopsis</i> , <i>Phoma</i> , <i>Phomopsis</i> , <i>Tetraploa</i> , <i>Xylaria</i>	Bezerra et al. 2012
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Fungos	Bezerra et al. (não publicado)



tes de espécies de Cactaceae que se desenvolvem em áreas rochosas do México. Lopez et al. (2011, 2012) também observaram que a associação de bactérias endofíticas pode influenciar na germinação de sementes de cactos, crescimento da planta e estabelecimento dessas espécies sobre as rochas ou em áreas rochosas e/ou desérticas em regiões mexicanas, além de mobilizar elementos a partir das rochas, aumentar a atividade fotossintética, teor de nitrogênio e biomassa.

A tabela 1 apresenta espécies da família Cactaceae que foram estudadas quanto à composição endofítica.

Conclusões

O estudo da associação endofítica com plantas de ambientes considerados extremos (alta umidade, temperatura e pH, entre outros fatores) contribuirá no entendimento da relação desses micro-organismos com os seus hospedeiros. A relação dos endófitos com espécies da família Cactaceae é um dos passos para o entendimento das adaptações que essas plantas possuem e que facilitam a sua presença e resistência em ambientes áridos, semiáridos, desérticos e outros, além de contribuir com o conhecimento da biodiversidade microbiana que está associada com essas espécies. Os micro-organismos endofíticos são uma provável fonte de compostos biotecnologicamente ativos que, além de contribuir com as relações ecológicas das plantas, podem trazer benefícios para atividades humanas, inclusive promovendo a mínima utilização de compostos que poluem o ambiente. Outros estudos verificando essa associação são necessários para que se tenha um prévio entendimento de como os micro-organismos preferem colonizar os hospedeiros e como as plantas deixam-se habitar por fungos e bactérias endofíticas. A preservação de espécies de Cactaceae e outras suculentas contribuirá com a descoberta de endófitos ainda não descritos pela comunidade científica, conhecimento de novos habitats de espécies já relatadas e os benefícios dos micro-organismos endofíticos para as plantas hospedeiras.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade – SISBIOTA Brasil (Processo 563304/2010-3), Instituto Fazenda Tamanduá, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) pelo incentivo e apoio financeiro para a realização dos projetos. Nós também estendemos nossos agradecimentos as Profas. Maria José Santos Fernandes e Débora Maria Massa Lima (Micoteca URM) e aos estudantes do Laboratório de Citologia e Genética de Fungos (UFPE).

Referências

Albrechtsen BR, Bjorken L, Varad A, Hagner A, Wedin M, Karlsson J, Jansson S.

2010. Endophytic fungi in European aspen (*Populus tremula*) leaves diversity, detection, and a suggested correlation with herbivory resistance. *Fungal Divers.* 41: 17-28.

Arnold AE, Maynard Z, Gilbert GS, Coley PD, Kursar TA. 2000. Are tropical endophytes fungi hyperdiverse? *Ecol. Lett.* 3: 267-274.

Azevedo JL, Maccheroni Jr.W, Pereira JO, Araújo WL. 2000. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electron. J. Biotechnol.* 3: 40-65.

Bezerra JDPB, Santos MGS, Svedese VM, Lima DMM, Fernandes MJS, Paiva LM, Souza-Motta CM. 2012. Richness of endophytic fungi isolated from *Opuntia ficus-indica* Mill. (Cactaceae) and preliminary screening for enzyme production. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 28: 1989-1995.

Chandra S. 2012. Endophytic fungi: novel sources of anticancer lead molecules. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 95: 47-59.

Choi WY, Rim SO, Lee JH, Lee JM, Lee IJ, Cho KJ, Rhee IK, Kwon JB, Kim JG. 2005. Isolation of gibberellins producing fungi from the root of several *Sesamum indicum* plants. *J. Microbiol. Biotechnol.* 15: 22-28.

Dai CC, Yu BY, Li X. 2008. Screening of endophytic fungi that promote the growth of *Euphorbia pekinensis*. *Afr. J. Biotechnol.* 7: 3505-3510.

Davey ML, Currah RS. 2006. Interactions between mosses (Bryophyta) and fungi. *Can. J. Bot.* 84: 1509-1519.

Fischer PJ, Sutton BC, Petrini LE, Petrini O. 1994. Fungal endophytes from *Opuntia stricta*: a first report. *Nova Hedwigia* 59: 195-200.

Hallmann JA, Quadt-Hallmann W, Mahaffee F, Kloepffer JW. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can. J. Microbiol.* 43: 895-914.

Hawksworth DL, Rossman AY. 1997. Where are all the undescribed fungi? *Phytopathology* 87: 888-891.

Johri BN. 2006. Endophytes to the rescue of plants! *Curr. Sci. India* 90: 1315-1316. Khidir HH, Eudy DM, Porras-Alfaro A, Herrera J, Natvig DO, Sinsabaugh RL. 2010. A general suite of fungal endophytes dominate the roots of two dominant grasses in a semiarid grassland. *J. Arid Environ.* 74: 35-42.

Krings M, Taylor TN, Hass H, Kerl H, Dotzler N, Hermsen EJ. 2007. Fungal endophytes in a 400-million-yr-old land plant: infection pathways, spatial distribution, and host responses. *New Phytol.* 174: 648-657.

Lacava PT, Sebastian FLS, Azevedo JL. 2010. Fungos endofíticos: biodiversidade e aplicações biotecnológicas. In: Esposito E, Azevedo JL. (orgs.). Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia. Caxias do Sul, Educs, 638p.

Li WC, Zhou J, Guo SY, Guo LD. 2007. Endophytic fungi associated with lichens in Baihua mountain of Beijing, China. *Fungal Divers.* 25: 69-80.

Lopez BR, Bashan Y, Bacilio, M. 2011. Endophytic bacteria of *Mammillaria fraileana*, an endemic rock-colonizing cactus of the southern Sonoran Desert. *Arch. Microbiol.* 193: 527-541.

Lopez BR, Tinoco-Ojanguren C, Bacilio M, Mendoza A, Bashan Y. 2012. Endophytic bacteria of the rock-dwelling cactus *Mammillaria fraileana* affect plant growth and mobilization of elements from rocks. *Environ. Exp. Bot.* 81: 26-36.

Loro M, Valero-Jiménez CA, Nozawac S, Márquez LM. 2012. Diversity and composition of fungal endophytes in semiarid Northwest Venezuela. *J. Arid Environ.* 85: 46-55.

Malinowski DP, Brauer DK, Belesky DP. 1999. *Neotyphodium coenophialum*-endophyte affects root morphology of tall fescue grown under phosphorus deficiency. *J. Agron. Crop Sci.* 183: 53-60.

Olsrud M, Michelsen A, Wallander H. 2007. Ergosterol content in ericaceous hair roots correlates with dark septate endophytes but not with ericoid mycorrhizal colonization. *Soil Biol. Biochem.* 39:1218-1221.

Owen NL, Hundley N. 2004. Endophytes – the chemical synthesizers inside plants. *Sci. Prog.* 87: 79-99.

Petrini O. 1991. Fungal endophytes of tree leaves. En: Andrews JH, Hirano SS (eds) *Microbial ecology of leaves*. Springer, New York.

Puente ME, Bashan Y, Li CY, Lebsky VK. 2004a. Microbial populations and activities in the rhizoplane of rock-weathering desert plants. I. Root colonization and weathering of igneous rocks. *Plant Biol.* 6: 629-642.

Puente ME, Li CY, Bashan Y. 2004b. Microbial populations and activities in the rhizoplane of rock-weathering desert plants. II. Growth promotion of cactus seedlings. *Plant Biol.* 6: 643-649.

Puente ME, Li CY, Bashan Y. 2009a. Rock-degrading endophytic bacteria in cacti. *Environ. Exp. Bot.* 66: 389-401.

Puente ME, Li CY, Bashan Y. 2009b. Endophytic bacteria in cacti seeds can improve the development of cactus seedlings. *Environ. Exp. Bot.* 66: 402-408.



Redman RS, Sheehan KB, Stout RG, Rodriguez RJ, Henson JM. 2002. Thermotolerance generated by plant/fungal symbiosis. *Science* 298: 1581.

Russell JR, Huang J, Anand P, Kucera K, Sandoval AG, Dantzler KW, Hickman D, Jee J, Kimovec FM, David Koppstein D, Marks DH, Mittelmiller PA, Núñez SJ, Santiago M, Townes MA, Vishnevetsky M, Williams NE, Vargas MPN, Boulanger L-A, Bascom-Slack C, Strobel SA. 2011. Biodegradation of polyester polyurethane by endophytic fungi. *Appl. Environ. Microbiol.* 77: 6076-6084.

Saikkonen K, Wäli P, Helander M, Faeth SH. 2004. Evolution of endophyte-plant symbioses. *TRENDS in Plant Sci.* 9: 275-280.

Sati Sc, Pargaein N, Belwal M. 2009. Diversity of aquatic hyphomycetes as root endophytes on pteridophytic plants in Kumaun Himalaya. *J. Am. Sci.* 5: 179-182.

Schulz B, Boyle C. 2005. The endophytic continuum. *Mycol. Res.* 109: 661-686.

Siqueira MV, Braun U, Souza-Motta CM. 2008. *Corynespora subcylindrica* sp. nov., a new hyphomycete species from Brazil and a discussion on the taxonomy of corynespora-like genera. *Sydowia* 60: 113-122.

Siqueira VM, Conti R, Araújo JM, Souza-Motta CM. 2011. Endophytic fungi from the medicinal plant *Lippia sidoides* Cham. and their antimicrobial activity. *Symbiosis* 53: 89-95.

Stone JK, Polishook JD, White JrF. 2004. Endophytic fungi. En: Muller JM, Bills GF, Foster MS. 2004. Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods. San Diego: Elsevier Academic Press, p. 241-270.

Strobel GA, Daisy B, Castillo U, Harper J. 2004. Natural products from endophytic microorganisms. *J. Nat. Prod.* 67: 257-268.

Strobel GA, Daisy B. 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiol. Mol. Biol. R.* 67: 491-502.

Strobel GA, Hess WM, Ford E, Sidhu RS, Yang X. 1996. Taxol from fungal endophyte and issue of biodiversity. *J. Ind. Microbiol.* 17: 417-423.

Suryanarayanan TS, Venkatesan G, Murali TS. 2003. Endophytic fungal communities in leaves of tropical forest trees: diversity and distribution patterns. *Current Sci.* 85: 489-493.

Suryanarayanan TS, Wittlinger SK, Faeth SH. 2005. Endophytic fungi associated with cacti in Arizona. *Mycol. Res.* 109: 635-639.

Swatzell LJ, Powell MJ, Kiss JZ. 1996. The relationship of endophytic fungi to the gametophyte of the fern *Schizaea pusilla*. *Int. J. Plant. Sci.* 157: 53-62.

Tan RX, Zou WX. 2001. Endophytes: a rich source of functional metabolites. *Nat. Prod. Rep.* 18: 448-459.

Tao G, Liu ZY, Hyde KD, Lui XZ, Yu ZN. 2008. Whole rDNA analysis reveals novel and endophytic fungi in *Bletilla ochracea* (Orchidaceae). *Fungal Divers.* 33: 101-122.

Se recupera la población de *Melocactus holguinensis* (Cactaceae) en la localidad Matamoros, Holguín, Cuba

Frander B. Riverón-Giró¹, Alfredo García-González² & Yamileth Hernández Montero¹

¹ Jardín Botánico de Holguín. Carretera al Valle de Mayabe, km 5 ½, Holguín, Cuba

² Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales (ECOVIDA). Carretera a Luís Lazo, km 2 ½, Pinar del Río, Cuba

Correo electrónico: frander@cisat.cu

Las serpentinas de la provincia Holguín, Cuba, presentan un alto endemismo florístico, con más de 20 endémicos locales (Borhidi 1996). Una de estas especies, *Melocactus holguinensis* Areces (Cactaceae) (Fig. 1) actualmente se encuentra categorizada En Peligro Crítico (Leyva et al. 2004, Berazaín et al. 2005). Sus poblaciones han sido afectadas y diezmadas por el fuego, las plantas invasoras, la actividad forestal y pecuaria, la extracción indiscriminada con fines hortícolas y la construcción de la



Figura 1. Individuos juveniles de *Melocactus holguinensis* Areces en la comunidad Matamoros, Holguín Cuba. (Autor: Alfredo García González)

presa Gibara (Hernández et al. 2008, Hernández et al. 2010, Hernández & Riverón-Giró 2011).

Actualmente podemos encontrar *M. holguinensis* en cuatro localidades (Ceja de la Palma, Cerro Galano, Presa de Gibara y Matamoros), con una población total en 2007 de 138 plantas, de ellas solo 31 adultos conformando una población severamente fragmentada (Hernández et al. 2010). La localidad más cercana a la ciudad de Holguín y con menor cantidad de individuos es Matamoros, con solo dos ejemplares juveniles registrados en la primera mitad de 2011 (Hernández & Riverón-Giró 2011).

Durante una expedición realizada en mayo de 2012 se encontraron 31 nuevos individuos juveniles de *M. holguinensis* en esta área, de ellos solamente tres alcanzan un diámetro superior a los 10 cm. Con las plantas recién localizadas el número total de ejemplares se eleva a 169, encontrándose en Matamoro el 19.5% de la población total de la especie. Las nuevas plantas representan un incremento de 22% sobre la población existente antes del hallazgo, según los datos aportados por Hernández et al. (2010).

En ocasiones las semillas del *M. holguinensis* germinan y comienzan su desarrollo como plántulas en el céfalo de las plantas adultas, fenómeno que podría constituir una estrategia reproductiva de la especie (Leyva & Riverón-Giró 2011). Si tenemos en cuenta que los dos ejemplares registrados en 2011 eran juveniles (Hernández & Riverón-Giró 2011), y que en 2012 aún no alcanzan su fase adulta, el origen más probable de las nuevas plantas sería a partir de semillas que quedaron latentes en el suelo, y ahora germinaron. No obstante, para poder ser concluyente, esta aseveración requiere estudios más profundos de la biología reproductiva de la especie y de los mecanismos de dispersión de las semillas.

Durante el trabajo de campo también se observaron tres plantas de *M. holguinensis* muertas, aparentemente infectadas con un patógeno de origen fungico. Estos individuos no fueron contabilizados. Este patógeno ya había sido detectado anteriormente afectando a *M. holguinensis* y es un fenómeno que debe ser monitoreado



a priori debido a sus posibles implicaciones en la supervivencia de esta especie endémica, ya de por sí con una situación comprometida.

Las nuevas plantas recientemente incorporadas a la población representan una recuperación natural de *M. holguinensis*, lo que demuestra que pese al alto grado de deterioro del área de Matamoros, aún es capaz de darle cabida a sus especies vegetales características. No obstante, es importante darle seguimiento a los nuevos individuos para ver su supervivencia a largo plazo.

La población total de *M. holguinensis*, incluyendo las cuatro localidades, actualmente está distribuida en parches de vegetación natural, intercalados con infraestructura vial, campos de cultivo, pastizales, una presa artificial y asentamientos poblacionales de diversas magnitudes, incluyendo la capital provincial. Probablemente, estas poblaciones pequeñas y aisladas sean remanentes de una gran población continua que se distribuía en toda el área, haciéndose imprescindible el diseño de proyectos de reintroducción y el establecimiento de planes de manejo que permitan interconectar las poblaciones para evitar la endogamia y el deterioro del acervo genético de la especie.

La permanencia futura de *M. holguinensis* y la rehabilitación de los hábitats donde se desarrolla en la localidad Matamoros, dependen en gran medida de las acciones de manejo directo que se hagan en el área para atenuar las amenazas que pesan sobre la especie. Es fundamental concientizar a los trabajadores de la finca Forestal Matamoros, donde se encuentra la población, y a los lugareños, sobre los grandes valores naturales que alberga la zona, lo cual podemos lograr aumentando las acciones de educación ambiental y dándole seguimiento a las mismas para garantizar sus efectos a largo plazo.

El área Matamoros aún conserva valores florísticos dignos de conservar (Suárez & González 2002), por lo que se recomendó la declaración de esta localidad como parte del sistema de áreas protegidas (Leyva et al. 2005), propuesta en la que se debe hacer énfasis, y apoyar con datos actualizados sobre el estado de las poblaciones de especies insignias del área como los presentados en este trabajo sobre *M. holguinensis*.

Referencias

- Berazaín R, Areces F, Lazcano JC, González-Torres LR. 2005. *Lista roja de la flora vascular cubana*. Documentos Jardín Botánico Atlántico. Gijón 4(1).
- Borhidi A. 1996. *Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba*. Akadémiai Nyomda, Martonvásár, Hungria.
- Hernández Y, Leyva O, Carmenate W, Peña N. 2008. El Jardín Botánico de Holguín en la conservación de *Melocactus holguinensis* (Cactaceae). *Bissea* 2(4).
- Hernández Y, Leyva O & Carmenate W. 2010. Caracterización de la estructura poblacional de *Melocactus holguinensis* Areces, una especie en peligro crítico. *Bol. Soc. Latin. Carib. Cact. Suc.* 7 (2).
- Hernández Y, Riverón-Giró FB. 2011. La educación ambiental como herramienta para la restauración ecológica y conservación del ecosistema Matamoros (Dos Ríos). Hábitat de *Escobaria cubensis* (Britton & Rose) Hunt y *Melocactus holguinensis* Areces. *Bol. Soc. Latin. Carib. Cact. Suc.* 8 (3).
- Leyva O, Carmenate W, Hernández Y, Peña N, Mastrapa E. 2004. Contribución del Jardín Botánico de Holguín a la conservación ex-situ de especies serpentinícolas, amenazadas de extinción. Informe final de Proyecto. Jardín Botánico de Holguín.

Leyva O, Carmenate W, Hernández Y, Peña N, Mastrapa E. 2005. Las cactáceas cubanas de la provincia de Holguín. Memorias del taller de conservación de cactus cubanos. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana, Cuba. 107-111p.

Leyva O, Riverón-Giró FB. 2011. Curiosidad en la reproducción natural de *Melocactus holguinensis* (Cactaceae). *Bol. Soc. Latin. Carib. Cact. Suc.* 8 (1).

Suárez S, González M. 2002. Inventario florístico del ecosistema matamoros. UNESCO-PNUMA. Programa Internacional de Educación Ambiental. Santiago de Chile: OREALC, 1987. 228 pp.



ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Número cromosómico y cariotipo de *Gymnocalycium saglionis* (Cactaceae)

V. de los A. Páez, A. R. Andrada, M. Elozzia & N.B. Muruaga

Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

Correo electrónico: paezvaleria@hotmail.com

Resumen

Los recuentos cromosómicos en Cactaceae se han realizado principalmente en especies de Norte América, con escasos recuentos para los taxones sudamericanos. Los antecedentes citológicos establecen el número básico $x = 11$ para la familia; la mayoría de las especies presentan cariotipos simétricos y el 70% de las especies son diploides. En este trabajo se realizaron los conteos cromosómicos mitóticos (2n) y meióticos (n) en *Gymnocalycium saglionis* con el objetivo de contribuir a su conocimiento citogenético. Se elaboró el cariotipo e idiograma y se estimó la fertilidad de sus granos de polen. Los resultados permitieron comprobar que esta especie es diploide con número gamético $n = 11$ y somático $2n = 2x = 22$ un cariotipo formado de 11 pares de cromosomas metacéntricos. Se reporta la presencia una constrictión secundaria en el par uno de cromosomas y satélites en los pares dos y tres.

Palabras clave: *Gymnocalycium saglionis*, número cromosómico (n, 2n), cariotipo, fertilidad del polen.

Abstract

Cactaceae chromosomal counts were carried out mainly for species of North America but there are few counts for South American taxa. The cytological background established the basic number $x = 11$ for the family, most of the species have symmetric karyotypes and 70% of the species are diploids. In this paper mitotic and meiotic cell counts in *Gymnocalycium saglionis* were carried out in order to contribute to their cytogenetic knowledge. The karyotype and idiogram were performed and the fertility of pollen grains was estimated. The results verified that this species is diploid with the gametic number $n = 11$, with a somatic number of $2n = 2x = 22$ and a karyotype of 11 metacentric chromosomes. In addition, the presence of a secondary constriction in pair one and satellites in pairs two and three are reported in this work.

Keywords: *Gymnocalycium saglionis* chromosome number (n, 2n), karyotype, pollen fertility.

Introducción

Las Cactaceas reúnen aproximadamente 124 géneros y 1700 especies, son típicas de regiones áridas aunque crecen también en selvas tropicales y zonas templadas húmedas. Para Argentina se reconocen 37 géneros y alre-



dedor de 210 especies distribuidas en casi todas las provincias fitogeográficas, siendo especialmente notables en el dominio chaqueño (Kiesling *et al.* 2011).

La familia se divide en 4 subfamilias: Pereskioideae, Opuntioideae, Cactoideae y Maihueniodeae (Nyffeler, 2002). La subfamilia Cactoideae comprende el 80% de las especies de cactus reconocidas hasta el momento (Nyffeler 2002); tienen importancia económica, debido a que muchos géneros se utilizan como plantas ornamentales, forrajeras, medicinales y alimenticias (Castro 2008, Las Peñas *et al.* 2008).

El género *Gymnocalycium* Pfeiffer ex Mittler (Cactaceae: Cactoideae: Trichocereeae) tiene aproximadamente 50 especies distribuidas en el Sur de Bolivia, sudoeste y norte de Paraguay, sur de Brasil, Uruguay y Argentina (Kiesling 1999, Demaio *et al.* 2011) con el mayor número de especies en la Argentina, excepto en la Patagonia.

Gymnocalycium saglionis (Cels) Britton & Rose (Fig. A), especie endémica para la Argentina, se distribuye en las provincias de Catamarca, La Rioja, Salta, San Juan y Tucumán, entre 0-1100 msnm. Se caracteriza por presentar tallos globosos o deprimidos, generalmente solitarios con costillas. Las flores, que nacen del ápice del tallo, son acampanadas, de color blanco a rosadas. Los frutos son globosos, dehiscentes y de semillas negras a castañas (Kiesling *et al.* 2011).

Los estudios citológicos en las cactáceas informan un número básico de $x=11$. El 70% de las especies son diploides; por ejemplo *Echinopsis albispinosa* K. Schum., *Rhipsalis lumbicoides* (Lem.) Lem. ex Salm-Dyck, *Rhipsalis lorentziana* Griseb. (Das *et al.* 2000, Andrada *et al.* 2009, 2011, Moreno *et al.* 2011, Las Peñas *et al.* 2011). El 30% son poliploides y varían desde triploides hasta dodecaploides; por ejemplo *Schlumbergera truncata* (Haworth) Moran, *Opuntia excelsa* Sánchez-Mej, *Consolea rubescens* (Salm-Dyck ex A.P. de Candolle) Lem. (Ortolani *et al.* 2007, Mena *et al.* 2011, Cota & Wallace 1995, Negrón-Ortiz 2007, Mosti *et al.* 2011).

Los estudios moleculares determinaron que la familia Cactaceae posee una inversión en ADNcp que demostraría su origen monofilético (Cota & Wallace 1996). Familias relacionadas como por ejemplo Aizoaceae, Basellaceae, Nictaginaceae, Phytolaccaceae y Portulacaceae carecen de dicha inversión en el ADN del cloroplasto. En la subfamilia Cactoideae se observó en este genoma la pérdida de un intrón, siendo esta delección una sinapomorfía que avalaría también el origen monofilético de esta subfamilia (Cota & Wallace 1996). Posteriormente, los estudios realizados por Nyffeler (2002) con secuencias de trnK/matK de ADNc, ratificaron el origen monofilético para la familia y subfamilias.

El objetivo en este trabajo es analizar el comportamiento citológico de *Gymnocalycium saglionis* durante la mitosis y la microesporogénesis y determinar la viabilidad y germinación del polen, para contribuir al conocimiento citogenético de esta especie y de las cactáceas sudamericanas.



Gymnocalycium saglionis en floración. (Autor: V dela A. Páez)

Materiales y métodos

El material fue recolectado en la Localidad de San Vicente, Dpto. Trancas, de la provincia de Tucumán (Argentina), Andrada y Páez s. n., 05/10/11, (LIL 611954).

Para los estudios cariotípicos raíces de plantas adultas se pretrataron con 8-hidroxiquinoleína al 0,002M durante 24 horas en frío, fijaron en alcohol-ácido acético (3:1) durante 24 horas y se conservaron en alcohol 70° a -4 °C. La hidrólisis se realizó en HCl 1 N durante 15 minutos a 60 °C y la tinción con hematoxilina propiónica al 2%.

Para los cariotipos se utilizaron 7 placas metafásicas, se midieron la longitud total de los cromosomas (c), la longitud de los brazos, largos (l) y cortos (s) y se determinó el índice centromérico (lc) según Levan *et al.* (1964). Los satélites se denominaron de acuerdo a la terminología propuesta por Battaglia (1955). La determinación de la asimetría de los cromosomas se realizó según la metodología de Romero Zarco (1986).

El análisis de la meiosis se llevó a cabo en los botones florales jóvenes fijados en alcohol-ácido acético (3:1) y mantenidos en alcohol 70° a -4 °C. Previamente a la coloración con orceína acética, se realizó una hidrólisis en HCl 1 N durante 15 minutos a 60 °C. Para la viabilidad de los granos de polen se utilizó carmín-glicerina (1:1) y para obtener la germinación de los granos de polen se utilizaron soluciones de sacarosa al 5%, 10% y 20%.

Las microfotografías fueron tomadas con una cámara digital Moticam 1000 (1,3 Mp) conectada a un microscopio Nikon Eclipse E 200.

Resultados

El número cromosómico es $2n = 2x = 22$; $x = 11$ y el cariotipo simétrico. El rango de longitud de los cromosomas varía desde 2,2 a 4,1 μm (Tabla 1) y la fórmula cariotípica es de 11 cromosomas metacéntricos (Fig. 1-3). Presentan satélites esféricos y terminales (Battaglia 1955) en los brazos largos del segundo y ter-



cer par cromosómico y restricciones secundarias en el primer par. Las asimetrías cromosómicas encontradas son A1= 0,14 y A2 = 0,15 (Romero Zarco 1986).

La microesporogénesis se mostró normal, diacinesis con $n= 11\text{II}$ (bivalentes) (Fig. 4), en MI (Metafase I) y en AI (Anafase I) se presentaron irregularidades esporádicas como fragmentación de cromosomas (Fig. 5) y cromosomas fuera de placa con valores no mayores al 1%.

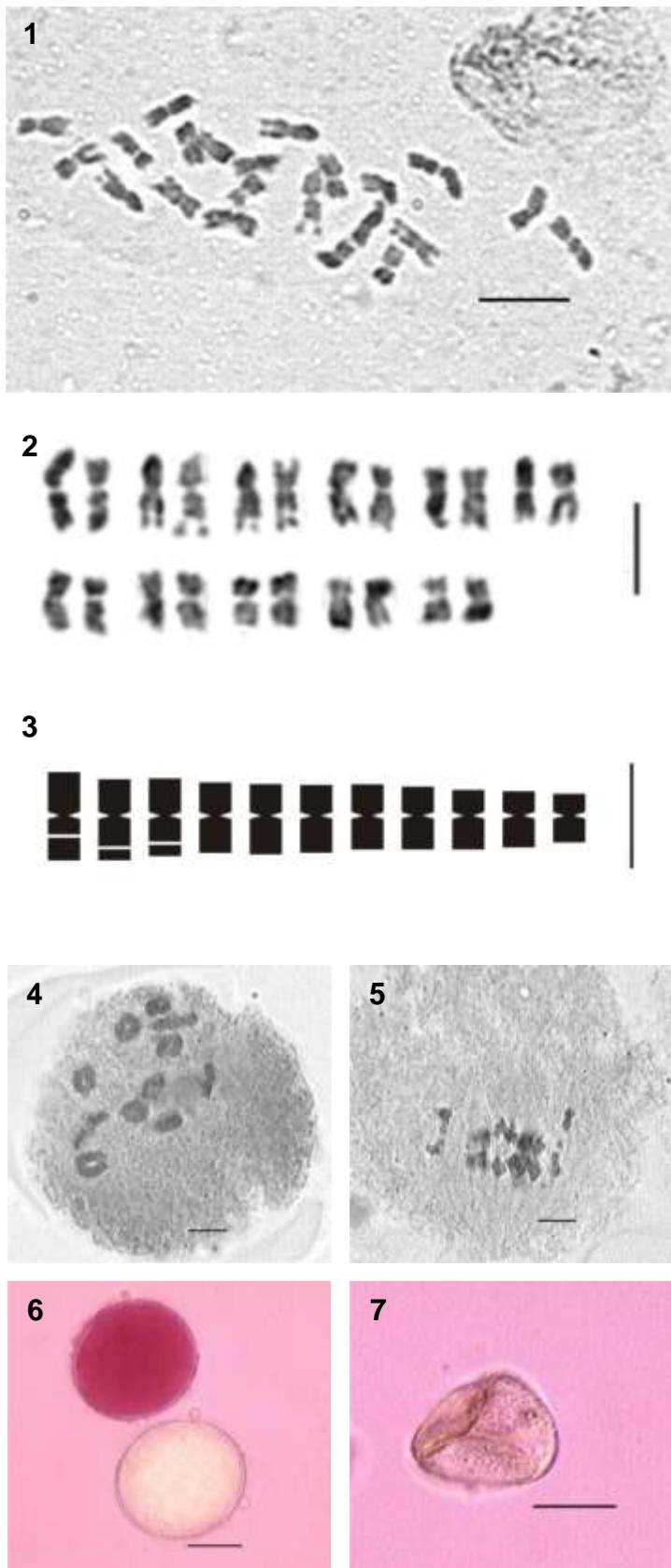
El 92% de los granos de polen son viables (Fig. 6), un 10%, aproximadamente, no se coloreó y se presentó con formas deprimidas y de menor tamaño (Fig. 7). Los ensayos de germinación de los granos de polen, con resultados negativos, contrastan con la alta viabilidad (92%). Para su determinación, se utilizaron soluciones de sacarosa en diferentes concentraciones, las cuales tuvieron resultados exitosos en otros grupos de plantas, como por ejemplo *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño y Peterson, *Carica papaya* L., *Prunus armeniaca* L. y *Psidium guayaba* L., entre otros (Andrade et al. 2007, Parés-Martínez et al. 2006, Andrés et al. 1999, Caraballo 2001). Estos resultados negativos nos inducirían a reconsiderar, en el futuro, otros factores que pudieran tener incidencia en estos ensayos. Por ejemplo, el tiempo transcurrido desde la recolección del polen, las condiciones de almacenaje del polen recolectado (temperatura, humedad); el medio de cultivo, etc.

Discusión

Los análisis moleculares filogenéticos realizados por Demaio et al. (2011) utilizando ADN de cloroplastos, confirmaron la monofilia del género *Gymnocalycium* y demostraron que *G. saglionis* es el taxón que más tempranamente diverge y ocupa una posición basal en el árbol filogenético. En el aspecto morfológico, *G. saglionis* sería una de las especies más ancestrales del grupo, por ser la única con crecimiento del tallo en forma de barril. Este carácter, según Nyffeler (2002) y Hernández-Hernández et al. (2011), agruparía las taxones ancestrales dentro del clado BCT (Browningieae, Cereeae y Trichoceereae) y se habrían originado en las regiones montañosas de la Argentina y Bolivia.

En las cactáceas hay numerosos antecedentes de estudios citogenéticos sobre recuentos cromosómicos, análisis cariotípicos y tamaño del genoma, pero es escasa la información del proceso de microesporogénesis. La familia exhibe cariotipos simétricos, de tipo metacéntrico (Cota & Wallace 1995, 1996, Las Peñas 2008), como en *Rhipsalis lumbricoides*, *Echinopsis albispinosa* (Andrade et al. 2011, 2012); también en *G. saglionis*, como lo demuestran los recuentos cromosómicos $n = 11\text{II}$ y $2n=22$ cromosomas, que coinciden con los antecedentes para el género y para la especie (Das & Das 1998 y Castro 2008).

G. saglionis posee índices de asimetrías cromosómicas con valores bajos ($A1= 0,14$, $A2= 0,15$) y un cariotipo homogéneo que podría ser explicado por fusiones o fisiones en los centrómeros, cambios estructurales que originarían cariotipos con cromosomas predominantemen-



Figuras 1-7. 1) Metafase mitótica, $2n = 2x = 22$; 2) Cariotipo, 3) Idiograma, 4) Diacinesis $n= 11\text{II}$ s, 5) MI con un fragmento pequeño, 6) Granos de polen viable y no viable, 7) Grano de polen deformado no viable. Figs. 1 a 3 Escala=5 μm . Figs. 4 a 5 Escala =6 μm . Fig. 6-7= 20 μm

Tabla 1. Longitud total (C), longitud del brazo largo (L), longitud del brazo corto (S), e Índice del complemento cromosómico (Ic) de *Gymnocalycium saglionis*.

Par cromosómico	C (μm) Media \pm EE	L (μm) Media \pm EE	S (μm) Media \pm EE	Ic %	Tipo cromosómico
1	4,12 \pm 1,00	2,10 \pm 0,44	1,99 \pm 0,55	48,30	m
2	3,76 \pm 0,64	2,09 \pm 0,43	1,67 \pm 0,23	44,41	m
3	3,59 \pm 0,47	1,88 \pm 0,22	1,70 \pm 0,26	47,35	m
4	3,24 \pm 0,12	1,71 \pm 0,05	1,53 \pm 0,09	47,22	m
5	3,23 \pm 0,11	1,78 \pm 0,12	1,44 \pm 0,03	44,58	m
6	3,11 \pm 0,01	1,70 \pm 0,05	1,40 \pm 0,04	45,01	m
7	2,99 \pm 0,13	1,55 \pm 0,11	1,44 \pm 0,01	48,16	m
8	2,88 \pm 0,24	1,55 \pm 0,11	1,33 \pm 0,11	46,18	m
9	2,72 \pm 0,40	1,56 \pm 0,10	1,15 \pm 0,29	42,27	m
10	2,56 \pm 0,56	1,45 \pm 0,21	1,11 \pm 0,33	43,35	m
11	2,20 \pm 0,92	1,21 \pm 0,45	0,96 \pm 0,48	43,63	m

te metacéntricos y submetacéntricos (Cota & Wallace 1996, Del Ángel et al. 2006). Para algunos autores sería un cariotipo simétrico primitivo (Mosti et al. 2011), como sucede en *Rebutia leucanthea* Rausch.

Antecedentes de satélites en cromosomas de Cactaceae han sido mencionados para especies de los géneros *Pyrhocactus* A. Berger y *Mammillaria* Haworth (Las Peñas 2008, Del Ángel et al. 2006), pero no para el género *Gymnocalycium*. La presencia de satélites en *G. saglionis* es novedosa y resulta importante por tratarse de marcadores citotaxonómicos para la caracterización del cariotipo de la especie.

Los estudios citológicos que se han llevado a cabo en *Gymnocalycium* fueron realizados en general, en ejemplares de invernadero, teniendo en cuenta que es una especie utilizada con fines ornamentales.

En este trabajo se estudiaron ejemplares de *G. saglionis* provenientes de poblaciones naturales del Parque Chaqueño de la Provincia de Tucumán (Digilio & Legname, 1966), donde predomina la vegetación xerófita y es un elemento preponderante en la fisonomía del paisaje. Los resultados dados a conocer constituyen un aporte al conocimiento citogenético de esta especie, relevante en la vegetación de las regiones semiáridas y áridas de América del Sur.

Referencias

- Andrés MV, Rodríguez J, Durán JM. 1999. Viabilidad del polen del albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.). *Invest. Agraria: Prod. Prot. Veg.* 14: 25-32.
- Andrade AR, Lozzia ME, Cristóbal ME. 2007. Contribución al conocimiento citológico de *Guadua chacoensis*. *Lilloa* 44: 3-6.
- Andrade AR, Páez V de los A, Lozzia ME, Muruaga NB, Cristóbal ME. 2009. Estu-
- dios meióticos en *Echinopsis silvestrii* (Cactaceae, Cactoideae). Serie Monográfica y Didáctica 48: 153 (Abstract). Pp.153.
- Andrade AR, Lozzia ME, Páez V de los A, Muruaga NB. 2011. Caracterización citológica de *Rhyspalsis lumbicoides* (Cactaceae- Cactoideae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 46(suplemento) Pp. 50.
- Andrade AR, Páez V de los A, Lozzia ME, Muruaga NB. 2012. Estudios citológicos en *Echinopsis albispinosa* (Cactaceae). *Bol. Soc. Latin. Carib. Cact. Suc.* 9: 33-37.
- Bataglia E. 1955. Chromosome morphology and terminology. *Caryologia* 8: 179-187.
- Castro JP. 2008. Números cromossômicos em espécies de Cactaceae ocorrentes no Nordeste do Brasil. Pp.71. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba-Centro de Ciências Agrárias, Areia.
- Caraballo BM. 2001. Biología floral del guayabo (*Psidium guayaba* L.) en la planicie de Maracaibo, Zulia, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 18: 41-55.
- Cota JH, Wallace RS. 1995. Karyotypic studies in the genus *Echinocereus* (Cactaceae) and their taxonomic significance. *Caryologia* 48: 105-122.
- Cota JH, Wallace RS. 1996. La citología y la sistemática molecular en la familia Cactaceae. *Cact. Suc. Mex.* 41: 27-46
- Das P, Mohanty S, Das AB. 2000. Interspecific variations in the chiasma frequency and nuclear DNA content in some species of *Ferocactus* (Cactaceae). *Caryologia* 53: 159-162.
- Das AB, Das P. 1998. Nuclear DNA content and chiasma behaviour in six species of *Gymnocalycium* Pfeff. of the family Cactaceae. *Caryologia* 5: 159-165.
- Del Ángel C, Palomino G, García A, Méndez I. 2006. Nuclear genome size and karyotype analysis in *Mammillaria* species (Cactaceae). *Caryologia* 59: 177-186.
- Demai PH, Barfuss MHJ, Kiesling R, Till W, Chiapella JO. 2011. Molecular phylogeny of *Gymnocalycium* (Cactaceae): assessment of alternative infragenetic systems, a new subgenus, and trends in the evolution of the genus. *Am. J. Bot.* 98: 1841-1854.
- Digilio APL, Legname PR. 1966. Los Árboles indígenas de la Provincia de Tucumán. Opera Lilloana XV.
- Hernández-Hernández T, Hernández HM, De-Nova JA, Puente R, Eguiarte LE, Magallón S. 2011. Phylogenetic relationship and evolution growth form in Cactaceae (Caryophyllales, Eudicotyledoneae). *Am. J. Bot.* 98: 44-61.
- Kiesling R. 1999. Cactaceae. En: Zuloaga FO, Morrone O. Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina. 2. *Monog. Syst. Missou. Bot. Gard.* 74: 423-498.
- Kiesling R, Saravia M, Oakley L, Muruaga N, Metzing D, Novara L. 2011. Flora

del Valle de Lerma. Cactaceae Juss. Aportes Bot. Salta 10: 1-103.

Las Peñas ML, Bernardello G, Kiesling R. 2008 Karyotypes and fluorescente chromosome banding in *Pyroccactus* (Cactaceae). *Plant Syst. Evol.* 272:211-222

Las Peñas ML, Moreno N, Kiesling R, Bernardello G. 2011. Ploidía, heterocromatina y sitios de ADNr en Opuntioideae (Cactaceae). *Basic Appl. Genet.* 41(suplemento): 133-134.

Levan A, Fredga K, Sanberg A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 205-220.

Mena M, Mercado-Ruaro P, Olaide G, Scheinvar L. 2011. Distribución y niveles de ploidía de los nopales "*Opuntia spp.*" (Cactaceae) de Nayarit y Colima, México. *Basic Appl. Genet.* 41(suplemento): 133-134.

Moreno N, Las Peñas ML, Kiesling R, Bernardello G. 2011. Cariotipos, heterocromatina y localización de genes ribosómicos en cactus epífitos (Rhipsalideae, Cactaceae) *Basic Appl. Genet.* 41(suplemento): 133-134.

Mosti S, Fiorini G, Papini A. 2011. Karyological investigations on several species of genus *Rebutia* Sect. *Digitorebutia* (Cactaceae). *Caryologia* 64: 350-359.

Negrón-Ortiz V. 2007. Chromosome numbers, nuclear DNA content, and polyploidy in *Consollea* (Cactaceae), an endemic cactus of the Caribbean Islands. *Am. J. Bot.* 94: 1360-1370.

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.

Ortolani FA, Mataquero MF, Moro JR. 2007. Caracterização citogenética em *Schlumbergera truncata* (Haworth) Moran e *Schlumbergera × buckleyi* (T. Moore) Tjaden (Cactaceae). *Acta Bot. Bras.* 21: 361-367.

Parés-Martínez J, Basso C, Jáuregui D, Meléndez L. 2006. Cantidad, viabilidad, y germinabilidad de los granos de polen de *Carica papaya* L. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 23: 172-180.

Romero Zarco C. 1986. A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon* 35: 526-530.



Fuente: <http://ian.umces.edu/imagelibrary/displayimage-3920.html>

Publicaciones revisadas

Véliz Pérez ME. **Guía de Reconocimiento del Género *Tillandsia* de Guatemala**

113 pp. © Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP. Guatemala 2010.

La subfamilia Tillandsioideae de las Bromeliaceae está abundantemente diferenciada en Centro América y el Caribe y ha sido objeto de estudios taxonómicos, ecológicos y fisiológicos por varios siglos (Schimper 1884, Smith 1977). Muchas de las especies de *Tillandsia* tienen extraordinario valor ornamental, lo que se refleja en un comercio internacional intenso, y se requieren esfuerzos para su conservación *in situ*. Para ello, es indispensable transmitir conocimiento e información a toda la comunidad aficionada de manera de diseminar principios ecológicos y conservacionistas sólidos (Ramírez Morillo *et al.* 2004).

La presente guía de especies del género *Tillandsia* en Guatemala tiene importancia en primer lugar como ayuda para identificarlas en condiciones naturales, y además para orientar en los aspectos conservacionistas. El autor hace una muy buena introducción para familiarizar al lector con la morfología de especies de *Tillandsia*, provee de un resumen taxonómico de la familia y revisa brevemente los estudios del género *Tillandsia* en Guatemala en el que indica que allí ocurren 73 especies de este género. Además, hace algunas consideraciones sobre endemismos y especies en peligro de extinción. El autor indica variaciones altitudinales en la distribución de especies, y concluye que a alturas intermedias entre 500-1500 m se encuentra el 78% de las especies registradas para Guatemala, y que algunas especies pueden crecer hasta 3500 m de altitud. Esta observación apunta claramente hacia la diferenciación ecofisiológica entre las especies del género, aspecto que podría orientar estudios de este tipo en el futuro.

En el texto se describen 63 especies, en la mayoría de los casos las descripciones son acompañadas por fotografías a color de muy buena calidad que permiten detallar características de hojas, flores y frutos. Una revisión de la distribución taxonómica de las especies incluidas en la guía siguiendo la diferenciación subgenérica del género de acuerdo a Smith y Downs (1977) revela que la mayoría de las especies de *Tillandsia* de Guatemala se agrupan en el subgénero *Tillandsia* (42 especies) y en el subgénero *Allardtia* (8 especies). Esta distribución taxonómica tiene también implicaciones ecológicas, porque las especies del subgénero *Tillandsia* presentan fijación nocturna de CO₂ (metabolismo CAM), mientras que la mayoría de las especies del subgénero *Allardtia* son C3 (Medina 1974).

La guía tiene una muy buena presentación editorial, con solo un par de errores en la designación de especies (índice y página 31).

Esta obra será de gran utilidad para el trabajo de campo de aficionados y profesionales.



Referencias

- Medina E. 1974. Dark CO₂ Fixation, habitat preference and evolution within the Bromeliaceae. *Evolution* 28: 677-686.
- Ramírez Morillo I.M., Carneval Fernández-Concha, G. y Chi May F. 2004. *Guía ilustrada de las Bromeliaceae de la porción mexicana de la península de Yucatán*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)
- Schimper, A. F. W. 1884. Über Bau und Lebensweise der Epiphyten Westindiens. *Bot. Zbl.* 17: 350-359.
- Smith L.B. y Downs R.J. 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae) Flora Neotropica Monograph Nº 14, Part 2. Hafner Press New York.

Ernesto Medina

Centro de Ecología, IVIC, Caracas
Correo electrónico: medinage@gmail.com



Meiado MV, Machado MC, Zappi DC, Taylor NP, José Filho JAS. *Cactos do Rio São Francisco: Atributos ecológicos, distribuição geográfica e endemismo – A mais nova bibliografia sobre as Cactáceas do Brasil*. Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, Rio de Janeiro, Brasil 2012.

O objetivo deste texto informativo não é escrever a resenha de um livro, mas apresentar aos leitores da Sociedade Latino-americana e do Caribe de Cactáceas e outras Suculentas uma nova obra lançada em agosto de 2012, que tem como intuito principal preencher uma lacuna do conhecimento botânico em um dos principais ecossistemas do Brasil, a Caatinga. O livro "A Flora das Caatingas do Rio São Francisco – História Natural e Conservação" (Fig. 1), organizado pelo Dr. José Alves de Siqueira Filho, da Universidade Federal do Vale do São Francisco, é uma obra escrita com a colaboração de cerca de 100 botânicos de aproximadamente 40 instituições do país que uniram forças para elaborar um livro que representa a bibliografia mais atual e bem ilustrada sobre uma parte importante da biodiversidade brasileira. O livro, editado pela Andrea Jakobsson Estúdio Editorial da cidade do Rio de Janeiro, foi recentemente lançado em dois idiomas, português e inglês, e traz mais de 400 fotos de espécies jamais representadas em artigos científicos ou outros livros sobre plantas do Brasil.

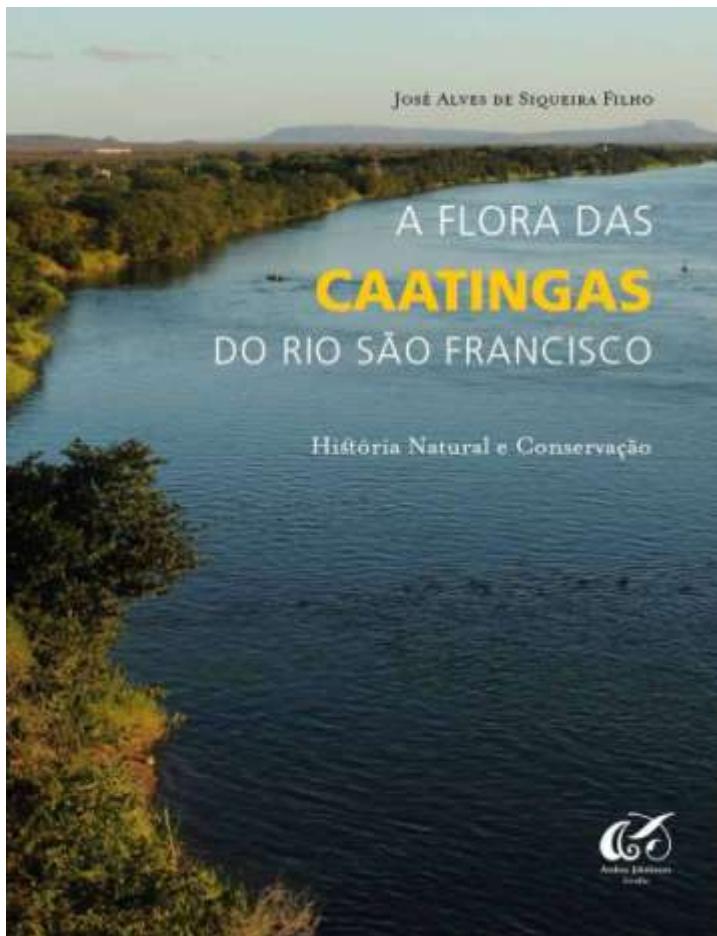


Figura 1. Livro "A Flora das Caatingas do Rio São Francisco — História Natural e Conservação", organizado por J.A. Siqueira Filho e lançado em agosto de 2012.



CAPÍTULO 8

CACTOS DO RIO SÃO FRANCISCO: ATRIBUTOS ECOLÓGICOS, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ENDEMISMO

Autores: MARCUS VINICIUS MEIRÃO¹, MARLON CÂMARA MACHADO²,
DANIELA CRISTINA ZAPPI³, NIGEL PAUL TAYLOR⁴ &
JOSE ALVES DE SIQUEIRA FILHO⁵



Figura 2. Capítulo sobre os cactos intitulado “Cactos do Rio São Francisco: Atributos ecológicos, distribuição geográfica e endemismo” e publicado no livro “A Flora das Caatingas do Rio São Francisco – História Natural e Conservação”, organizado por J.A. Siqueira Filho.

Foi com esse espírito de inovação e desejo de atualizar as informações presentes na literatura que surgiu a ideia do capítulo sobre os cactos do Rio São Francisco, o qual foi intitulado “Cactos do Rio São Francisco: Atributos ecológicos, distribuição geográfica e endemismo” (Fig. 2). Esse capítulo representa o esforço de cinco pesquisadores apaixonados por um grupo de plantas muitas vezes ignoradas em levantamentos florísticos devido à falsa ideia de que a coleta, herborização e identificação dessas espécies é um processo árduo e penoso.

Seguindo a proposta do livro de abordar a flora das Caatingas do Rio São Francisco, a ideia inicial era reunir informações sobre os cactos que ocorriam nessas áreas, pois, no Brasil, a Caatinga é um dos ecossistemas que abriga a maior diversidade de cactos, no qual ocorrem cerca de 80 espécies (Zappi et al. 2012). De acordo com Giulietti et al. (2004a), a Caatinga é o ecossistema brasileiro mais desvalorizado e desconhecido em termos botânicos, fato que pode estar relacionado à crença equivocada de que o ecossistema resulta da modificação de outras formações vegetais, estando, frequentemente, associado a uma diversidade muito baixa de plantas, à ausência de espécies endêmicas e às áreas amplamente modificadas pela ação antrópica. Porém, a Caatinga reúne

uma grande variedade de tipos vegetacionais ainda bem representados que inclui um número expressivo de táxons raros e endêmicos (Giulietti et al. 2002, Giulietti et al. 2004b) como, por exemplo, vários membros da família Cactaceae (Taylor & Zappi 2004).

É nesse ecossistema semiárido, exclusivamente brasileiro e caracterizado por um alto grau de endemismo florístico (Giulietti et al. 2002, Giulietti et al. 2004b), baixa precipitação pluvial (240 a 900 mm.ano⁻¹) e altas médias anuais de temperatura (> 27°C), bem como por uma grande variação nas características edáficas do ambiente (Sampaio 1995, Prado 2003), que se localiza parte de uma das principais bacias hidrográficas do país. A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) mantém um fluxo contínuo de águas que percorre áreas de diversas formações vegetacionais nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil. Desde as nascentes e ao longo de seus rios, a bacia vem sofrendo um processo de degradação que resulta em sérios impactos sobre as águas e a vegetação do entorno. Vários cactos ocorrem nessas áreas e algumas espécies são consideradas exclusivas da BHSF (Taylor & Zappi 2004). Assim, o objetivo desse capítulo que está sendo divulgado aqui foi avaliar os atributos ecológicos, a distribuição geográfica, o status de conservação e o endemismo dos cactos da



BHSF, bem como apontar áreas sem estudos da família Cactaceae que são indicadas como prioritárias para futuros inventários florísticos da família.

Para fazer o levantamento de todos os cactos que ocorrem na BHSF foram utilizadas três fontes de informação: acervos de herbários brasileiros, referências bibliográficas e coleções online. Inicialmente, as coleções de Cactaceae dos 30 principais herbários da região Nordeste do Brasil foram consultadas em 2010 e 2011. Todas as exsicatas de espécimes pertencentes a essa família foram avaliadas e os nomes foram atualizados de acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil (Zappi et al. 2012). Adicionalmente, foram consultadas referências bibliográficas com informações sobre ocorrências de cactos nos ecossistemas brasileiros (Taylor & Zappi 2004), bem como cinco coleções online (*speciesLink*) de herbários representativos para o estudo, seja pela proximidade à BHSF ou por apresentarem importantes coleções da família Cactaceae [e.g., Herbário Dimitri Sucre Benjamim, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), Herbário da Universidade Federal de Goiás (UFG), Herbário da Universidade de São Paulo (SPF), Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB) e Herbário da Universidade de Brasília (UB)].

Nesse capítulo dos cactos é encontrada uma lista com todos os táxons que ocorrem na BHSF, indicando quais são as espécies de ocorrência exclusiva na bacia e o número de populações existentes. Além disso, são fornecidos fotos e mapas de distribuição geográfica das espécies endêmicas (Fig. 3), o *status* de conservação de todos os táxons, bem como uma análise dos atributos ecológicos das espécies (i.e., especificidade de habitat, hábito das espécies, sistema de polinização e grupos de dispersores primários e secundários). Por fim, é possível encontrar nesse capítulo um mapa com todas as áreas onde não existem coletas de cactos na BHSF, as quais são indicadas para futuros levantamentos florísticos da família.

Com esse capítulo, nós queremos despertar o interesse de futuros cactólogos para o desenvolvimento de estudos sobre esse grupo de plantas extremamente importante e representativo para diversos ecossistemas do país, o qual vem sofrendo com a extração e o comércio ilegal, bem como com a perda de habitat causada pela ação antrópica. Assim, esperamos que a leitura desse capítulo seja agradável e que ele traga novas ideias para futuras pesquisas desenvolvidas em prol da conservação da família Cactaceae no Brasil.

Referências

Giulietti AM, Bocage Neta AL, Castro AAJF, Gamarra-Rojas CFL, Sampaio EVSB, Virgílio JF, Queiroz LP, Figueiredo MA, Rodal MJN, Barbosa MRV, Harley RM. 2004a. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. Pp. 47-90. En: Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT, Lins LV (Orgs.). *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.

Giulietti AM, Bocage Neta AL, Paula ARL, Barbosa DCA, Nogueira E, Sampaio EVSB, Silva GC, Machado IC, Virgílio JF, Maia LC, Griz LMS, Queiroz LP, Lima JLS, Silva MA, Figueiredo MA, Rodal MJN, Barradas MM, Barbosa MRV, Harley RM, Chaves SM. 2004b. Vegetação: áreas prioritárias para a conservação da Caatinga. Pp. 113-131. En: Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT, Lins LV (Orgs.). *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.

Giulietti AM, Harley RM, Queiroz LP, Barbosa MRV, Bocage Neta AL, Figueiredo MA. 2002. Espécies endêmicas da Caatinga. Pp. 103-118. En: Sampaio EVSB, Giulietti AM, Virgílio J, Gamarra-Rojas CFL (Eds.). *Vegetação e Flora da Caatinga*. Recife, Associação de Plantas do Nordeste.

Prado DE. 2003. As Caatingas da América do Sul. Pp. 3-74. En: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (Eds.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife, Editora Universitária da UFPE.

Sampaio EVSB. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. Pp. 35-63. In: Bullock SH, Mooney HA, Medina E (Eds.). *Seasonal Dry Tropical Forests*. Cambridge, Cambridge University Press.

Taylor N, Zappi D. 2004. *Cacti of Eastern Brazil*. Kew, Royal Botanic Gardens.

Zappi D, Taylor N, Machado M. 2012. Cactaceae. In: *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000070>.

Marcos Vinicius Meiado¹, Marlon Câmara Machado², Daniela Cristina Zappi³, Nigel Paul Taylor³ & José Alves de Siqueira Filho¹

¹ Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas da Caatinga, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brasil.

Correio electrónico: marcos_meiado@yahoo.com.br

² Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

³ National Parks Board, Gardens by the Bay and Singapore Botanic Gardens, Singapur.



Figura 3. *Facheiroa cephaliomelana* Buining & Brederoo subsp. *Cephaliomelana*, cacto endêmico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSR). (Autor: M.C. Machado)



Convocatoria

Convocatoria para la creación del logo del V Congreso Latinoamericano y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas - Sucre, Bolivia 26-30 noviembre de 2013

La Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca, por medio de la Dirección de Relaciones Internacionales, el Herbario del Sur de Bolivia (HSB) y la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas, convocan a concurso abierto para el diseño del Logo del *V Congreso Latinoamericano y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas*, a desarrollarse en la Ciudad de Sucre, del 26 al 30 de noviembre del 2013.

La convocatoria está dirigida a estudiantes, profesionales y aficionados al diseño artístico y técnico.

Objetivo

Contar con un logo representativo y original para el *V Congreso Latinoamericano y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas*, destacando la importancia que tienen las plantas suculentas para la humanidad y el medio ambiente.

Categorías

La propuesta de imagen-dibujo (logo) deberá presentarse de dos maneras: Blanco y negro. Se sugiere dibujo en tinta sobre soporte blanco. Color. Técnica libre (acuarela, témpera, lápiz de color, acrílico, aerógrafo, tinta de color, técnicas mixtas, etc.)

Tamaño

La ilustración (logo) junto con el nombre, lugar y fecha del evento, deberá conformar una imagen que entre perfectamente en una hoja A4 (21 x 29,7 cm).

Forma de presentación

- Formato digital con una resolución no inferior a 300 dpi, en archivos tipo ".tif" o ".jpg".
- Ninguna ilustración deberá contener nombre o firma del ilustrador, quien se identificará mediante un seudónimo (ej. mistral).
- El ilustrador enviará junto con la imagen la siguiente información: seudónimo, nombre completo, dirección postal, teléfono, correo electrónico, identificación científica de la planta ilustrada (familia, género y especie), escala gráfica, nombre vulgar (si se conoce), información acerca del sitio de recolección y fecha.
- Las plantas ilustradas serán nativas de un país Latinoamericano o del Caribe.
- Indicar la técnica utilizada en el caso de las ilustraciones a color.
- El jurado seleccionará una sola propuesta ganadora y

dos menciones, las cuales estarán representadas en versión blanco y negro y una todo color.

- Cada participante podrá presentar hasta dos propuestas distintas (ambas con su correspondiente versión en blanco-negro y otra en color), utilizando distintos seudónimos.
- Los organizadores podrán modificar o adecuar la ilustración o dibujo ganador, para ensamblar la imagen con una propuesta de tipografía.

Fechas

Presentación de los trabajos: 31 de octubre de 2012

Notificación de los resultados: 30 de noviembre de 2012

Enviar a

Las imágenes deben ser enviadas a las siguientes direcciones electrónicas:
anapinf@gmail.com; mariana.ro.ar@gmail.com;
pablo.c.guerrero@gmail.com; cs.agrarial@gmail.com;
olonca@yahoo.com

Beneficio motivacional

Al ganador de este concurso se le otorgará un certificado avalado por el Rector de la Universidad y una beca de participación al Congreso Latinoamericano y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas como ponente o asistente.

Comité evaluador

Estará conformado por cinco personas:

Carlos Cáceres Claros, Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Leonor Castro Mercado, Directora del Herbario del Sur de Bolivia.

Comité Científico de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas: Pablo Guerrero, Vicepresidente. Mariana Rojas, Segunda Secretaria. Ana Pin, Tesorera.



Es noticia

V Congreso de Cactáceas y Suculentas Mexicanas: El desierto ante el cambio climático global 18 - 22 de noviembre del 2012

Se convoca a la comunidad científica a participar en el Simposio Mexicano de Cactáceas y Suculentas que se celebrará del 18 al 22 de noviembre del 2012 en el Centro de Negocios, Campus Juriquilla de la Universidad Autónoma de Querétaro.

El objetivo del evento es reunir a los interesados en las plantas suculentas en general y a los científicos relacionados con el estudio de la biología de las especies, el funcionamiento del desierto y la problemática ambiental de estos ambientes. Considerando que el territorio mexicano se conforma por más del 65% de zonas desérticas sensu lato, el sector académico considera que estos ecosistemas son muy susceptibles al cambio climático global, y que hay evidencia que indica que deben tomarse medidas inmediatas para prevenir un desastre ecológico.

Las participaciones podrán ser en dos formatos: ponencia oral y cartel. La temática de las participaciones estará definida por cuatro grupos generales:

- 1) Taxonomía, Sistemática y Florística
- 2) Ecología, Genética y Fisiología
- 3) Etnobotánica y Fitoquímica
- 4) Aprovechamiento y Manejo

Resúmenes: Deberán contar con 300 palabras como máximo, que describan una introducción, materiales y métodos, resultados y discusión de proyectos concluidos. Los resúmenes se recibirán a partir de la publicación de esta convocatoria hasta el día 15 de octubre del 2012 en la página de internet: www.uaq.mx/fcn_congresomexicano/registro.php

Las presentaciones orales serán de 15 minutos (10 de presentación y 5 para preguntas) y los carteles deben de tener dimensiones de 90 cm ancho x 120 cm alto.

El comité organizador dará respuesta a las participaciones en una semana a partir de la fecha de recepción. El Simposio contará con la participación de investigadores nacionales e internacionales en cada tema.

Para información e inscripciones: <http://www.uaq.mx/>; <http://www.uaq.mx/docs/cartelcactus.pdf>

Repertorium Plantarum Succulentarum LXII (2011)

En fechas próximas estará disponible en las páginas web de la IOS (<http://iosweb.org>) y la SLCCS (<http://www.ibiologia.unam.mx/slccs>) la última entrega del RPS.

TIPS

* **Evento:** BGCI - VIII Congreso Internacional de Educación en Jardines Botánicos Fecha: 22 al 26 de octubre de 2012. Lugar: Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. Información: <http://www.bgci.org/education/form/0021/>

* **Evento:** Congreso Internacional de Educación en Jardines Botánicos. Fecha: 12 al 16 de noviembre de 2012. Lugar: Ciudad de México, México. Información: <http://www.educationcongressmex.unam.mx/index.php/en/>

* **Evento:** XVIII Congreso Mexicano de Botánica Fecha: 21 al 27 de noviembre de 2012. Lugar: Hotel Fiesta Americana Guadalajara, Jalisco, México. Información: www.cucba.udg.mx/congreso_botanica/

* **Evento:** Fortaleciendo capacidades para la conservación. Lugar: Villa de Leyva, Colombia. Fecha: 12-15 de febrero de 2013. <http://www.ert-conservation.co.uk/> http://www.ert-conservation.co.uk/Conf_Aims2.htm

* **Evento:** XX Congreso Venezolano de Botánica - "Diversidad Biológica, nuestra mayor riqueza". Lugar: Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), San Cristóbal, Táchira, Venezuela. Fecha: 14 al 17 de mayo 2013. Información: www.sbotanica.org.ve/congresoSBV.html

* **Evento:** X Inter-congreso de la IOS. Lugar: BGBM, Berlin-Dahlem, Alemania. Fecha: 9-12 mayo de 2013. Información: <http://www.iosweb.org>

* **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.erocolombia.com y al contacto: restauracionecologica@gmail.com

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

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

* **Evento:** V Congreso Latinoamericano y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas. Lugar: Sucre, Bolivia. Fecha: 26-30 de noviembre de 2012. Información: <http://www.ibiologia.unam.mx/slccs/www/index.htm>



Publicaciones recientes

- Albesiano S, Terrazas T. 2012. Cladistic analysis of *Trichocereus* (Cactaceae: Cactoideae: Trichocereeae) based on morphological data and chloroplast DNA sequences. *Haseltonia* 17: 3-23.
- Albesiano S, Kiesling R. 2012. Identity and neotypification of *Cereus macrogonus*, the type species of the genus *Trichocereus* (Cactaceae). *Haseltonia* 17: 24-34.
- Bezerra JDP, Santos MGS, Svedese VM, Lima DMM, Fernandes MJS, Paiva LM, Souza-Motta CM. 2012. Richness of endophytic fungi isolated from *Opuntia ficus-indica* Mill. (Cactaceae) and preliminary screening for enzyme production. *World J. Microb. Biotech.* 28: 1989-1995.
- Bonato Negrelle RR, Anacleto A. 2012. Bromeliads wild harvesting in State of Paraná. *Cien. Rur.* 42: 981-986.
- de Freitas Lins Neto EM, Peroni N, Carneiro Maranhao CM, Sucupira Maciel MI, de Albuquerque UP. 2012. Analysis of umbu (*Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae)) in different landscape management regimes. A process of incipient domestication? *Environ. Monit. Asses.* 184: 4489-4499.
- Echeverría J, Niemeyer HM. 2012. Phenylethylamines from *Browningia candelaris* (Cactaceae). *Bol. Lat. Carib. Plant. Med. Arom.* 11: 341-344.
- Ferrer-Cervantes ME, Méndez-González ME, Quintana-Ascencio PF, Dorantes A, Dzib G, Durán R. 2012. Population dynamics of the cactus *Mammillaria gaumeri*: an integral projection model approach. *Pop. Ecol.* 54: 321-334.
- Ferreira de Almeida ME, Duarte Correa A. 2012. Utilization of cacti of the genus *Pereskia* in the human diet in a municipality of Minas Gerais. *Cien. Rur.* 42: 751-756.
- Flores-Torres A, Montana C. 2012. Recruiting mechanisms of *Cylindropuntia leptocaulis* (Cactaceae) in the Southern Chihuahuan Desert. *J. Arid Environ.* 84: 63-70.
- Gomes-da-Silva J, da Costa Vargens FA, de Oliveira Arrocha RC, da Costa AF. 2012. A morphological cladistic analysis of the *Vriesea corcovadensis* group (Bromeliaceae: Tillandsioideae), with anatomical descriptions: New evidence of the non-monophyly of the genus. *Syst. Bot.* 37: 641-654.
- Gouda EJ. 2012. Two new species in Tillandsioideae (Bromeliaceae) of Machu Picchu, Peru. *Phytotaxa* 46: 10-18.
- Iloldi-Rangel P, Ciarleglio M, Sheinvar L, Linaje M, Sánchez-Cordero V, Sarkar S. 2012. *Opuntia* in Mexico: Identifying priority areas for conserving biodiversity in a multi-use landscape. *PLoS ONE* 7: e36650.
- Orozco-Arroyo G, Vázquez-Santana S, Camacho A, Dubrovsky JG, Cruz-García F. 2012. Inception of maleness: auxin contribution to flower masculinization in the dioecious cactus *Opuntia stenopetala*. *Planta* 236: 225-238.
- Ortega-Baes P, Bravo S, Sajama J, Suehring S, Arrueta J, Sotola E, Alonso-Pedano M, Godoy-Buerki A C, Frizza NR, Galindez G, Gorostiague P, Barriosueño A, Scopel A. 2012. Intensive field surveys in conservation planning: Priorities for cactus diversity in the Saltenian Calchaquies Valleys (Argentina). *J. Arid Environ.* 2: 91-97.
- Paulsch C, Stevens AD, Gottsberger G. 2012. Dynamics of nectar resources of hummingbird-visited plants in a montane forest of southern Ecuador. *Phyton-Ann. Rei Bot.* 52: 121-138.
- Pinzón JP, Ramírez IM, Carnevali G. 2012. The re-establishment of *Tillandsia cucaensis* (Bromeliaceae), a good species formerly confused with a new species from the Gulf of Honduras. *Phytotaxa* 61: 1-16.
- Quaresma AC, Jardim MAG. 2012. Diversity of epiphytic bromeliads in the environmental protection area of Combu Island, Belem, Para, Brazil. *Act. Bot. Bras.* 26: 290-294.
- Ramírez-Tobias HM, Pena-Valdivia CB, Rogelio Aguirre RJ, Reyes-Aguero JA, Sánchez-Urdaneta AB, Valle G S. 2012. Seed germination temperatures of eight Mexican *Agave* species with economic importance. *Plant Spec. Biol.* 27: 124-137.
- Santos Fonseca RB, Funch LS, Borba EL. 2012. Dispersion of *Melocactus glaucescens* and *M. paucispinus* (Cactaceae) in the municipality of Morro do Chapeu, Chapada Diamantina-BA. *Act. Bot. Bras.* 26: 481-492.
- Schlumpberger BO. 2012. A survey on pollination modes in cacti and a potential key innovation. En: S. Patiny (ed.) *Evolution of Plant-Pollinator Relationships*, Cambridge University Press.
- Schlumpberger BO and Renner SS. 2012. Molecular phylogenetics of *Echinopsis* (Cactaceae): Polyphyly at all levels and convergent evolution of pollination modes and growth forms. *Am. J. Bot.* 99: 1335-1349.
- Souza EH, Rossi ML, Souza FVD, Ledo CAS, Martinelli AP. 2012. Cryopreservation and *in vitro* germination of *Aechmea bicolor* L. B. Sm. (Bromeliaceae) pollen grains. *In Vitro Cell. Develop. Biol. Anim.* 48: 67-68.
- Terry Martin K, Pepper AE, Strong AW, Tarin DM, Price DM, Manhart JR. 2012. Genetic structure of a population of the endangered star cactus (*Astrophytum asterias*) in southern Texas. *Southwestern Naturalist* 57: 182-188.
- Toledo-Aceves Tarin, García-Franco José G, Landero Lozada S, León Mateos ML, MacMillan K. 2012. Germination and seedling survivorship of three *Tillandsia* species in the cloud-forest canopy. *J. Trop. Ecol.* 28: 423-426.
- Valencia-Díaz S, Flores-Palacios A, Castillo-Campos G. 2012. Population size and habitat characteristics of *Mammillaria eriacantha*, an endemic species of central Mexico. *Bot. Sci.* 90: 195-202.
- Vázquez-Sánchez M, Terrazas T, Arias S. 2012. Habit and growth form in the tribe Cacteae (Cactaceae, Cactoideae). *Bot. Sci.* 90: 97-108.

En Peligro

Melocactus ferreophilus



(Fuente: ARKive—Images of life on Earth, Author: Dra. Barbara Goettsch)

Melocactus ferreophilus Buining & Brederoo es un cactus globoso, solitario, con la típica presencia de un cefalio apical característica para el género. Se encuentra en el drenaje superior del Río Jacaré y sus tributarios, en Bahía, Brasil. Habita esencialmente sobre una área de roca caliza (700-850 m) con una extensión cercana a los 500 km² y un área de ocupación de unos 50 km². La tendencia general es a la reducción del tamaño poblacional, principalmente por modificación del hábitat asociado a la minería, y también por extracción ilegal de las plantas. Ha sido clasificada como En Peligro. Como medida de conservación se propone el control de su comercio internacional y la protección del hábitat. 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

► Argentina

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

► Bolivia

Noemí Quispe, Jardín Botánico EMAVERDE noemqu@gmail.com

► Brasil

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

► Colombia

Adriana Sofía Albesiano, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja aalbesiano@yahoo.com

► Costa Rica

Juliissa 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 crlaoiza@utpl.edu.ec

► España

José Luis Fernández Alonso, Real Jardín Botánico, CSIC jfernandez@rib.csic.es

► Guatemala

Mario Esteban Véliz Pérez, Herbario BIGU, Escuela de Biología, Univ. de San Carlos de Guatemala, Guatemala marioeveliz@yahoo.com

► México

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

► Paraguay

Ana Pin, Asociación Etnobotánica Paraguaya anapinf@gmail.com

► Perú

Carlos Ostolaza, Sociedad Peruana de Cactus y Suculentas (SPECS) carlost0@ec-red.com

► Venezuela

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

El Boletín Informativo de la SLCCS es publicado cuatrimestralmente por la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas y es distribuido gratuitamente a todas aquellas personas u organizaciones interesadas en el estudio, conservación, cultivo y comercialización de las cactáceas y otras suculentas en Latinoamérica. Para recibir el Boletín de la SLCCS, envíe un correo electrónico a Jafet M. Nassar (jafet.nassar@gmail.com), haciendo su solicitud y su dirección de correo electrónico será incluida en nuestra lista de suscriptos. 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.

