

CACTACEAS

y suculentas mexicanas



TOMO XLVIII

AÑO 48

No. 2

ABRIL-JUNIO 2003

ISSN 0526-717X

**CACTÁCEAS Y SUCULENTAS
MEXICANAS**

Tomo XLVIII año 48 No. 2
abril-junio 2003

Editor Fundador
Jorge Meyrán

Consejo Editorial
Anatomía y Morfología
Dra. Teresa Terrazas
Colegio de Posgraduados

Ecología
Dr. Arturo Flores-Martínez
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN

Etnobotánica
Dr. Javier Caballero Nieto
Jardín Botánico IB-UNAM

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

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

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

Química
Dra. Kasuko Aoki
UAM-Xochimilco

Sistemas Reproductivos
Dr. Francisco Molina F.
Instituto de Ecología Campus Hermosillo, UNAM

Taxonomía y Sistemática
Dr. Fernando Chiang
Instituto de Biología, UNAM

Editores
Dr. Jordan Golubov
UAM-Xochimilco
Dra. María del C. Mandujano Sánchez
Instituto de Ecología, UNAM

Sobretiros
Jorge Saldivar
Jardín Botánico IB-UNAM

Diseño editorial y versión electrónica
Palabra en Vuelo, S.A. de C.V.

Impresión
Fototipo SA
Se imprimieron 1 000 ejemplares, mayo de 2003.

**SOCIEDAD MEXICANA DE
CACTOLOGÍA, A. C.**

Presidenta Fundadora
Dra. Helia Bravo-Hollis†

Presidente
Biol. Jerónimo Reyes Santiago

Vicepresidente
Christian Brachet

Secretaría
Araceli Gutiérrez de la Rosa

Tesorera
Roxana Mondragón

Bibliotecario
Raymundo García

Envíos e intercambios
Gisela Aguilar

Fotografía de portada:
Mammillaria huiztilopochtli, Joel Pérez C.



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

El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores. Se autoriza su reproducción total o parcial siempre y cuando se cite la fuente.

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

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

Complete or partial copying of articles is permitted only if the original reference is cited.

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

Correspondencia e información (contact information): Sociedad Mexicana de Cactología A. C., Instituto de Ecología, UNAM. Apto. Postal 70-275, 04510 México, D. F. México.

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

La cuota de inscripción a la sociedad es de \$250.00 para México y \$25 USD para el extranjero. Pago de cuotas: Sociedad Mexicana de Cactología, A.C., Banamex Suc. 148 No. de Cta. 635370-4. En el extranjero el pago se realiza por Orden de Pago. La orden de pago, recibo bancario y/o la documentación pertinente deberán ser enviados a la Sociedad Mexicana de Cactología A.C. Apto. Postal 60-487, San Pedro de los Pinos, 03801, México, D.F.

Subscription rates: \$25 USD. Payments by International Money Order to: Sociedad Mexicana de Cactología, A. C. Apto. Postal 60-487, San Pedro de los Pinos, 03801, México, D.F.

http://www.ecologia.unam.mx/laboratorios/dinamica_de_poblaciones/cacsucmex/cacsucmex_main.html
<http://cactus-mall.com/smc/>



La Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. agradece el financiamiento parcial para la publicación de este número otorgado por la Comisión del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la LVIII Legislatura de la Cámara de Diputados del Honorable Congreso de la Unión.

Contenido

Germinación comparativa de especies del género <i>Mammillaria</i> endémicas de Oaxaca, México Alejandro Flores Martínez y Gladys Isabel Manzanero Medina	36
Una especie nueva de <i>Sedum</i> (Crassulaceae) en el Estado de Guanajuato, México Jorge Meyrán García	52
Reseña: <i>El Agave tequilero: Cultivo e Industria de México</i> Luis Eguiarte	56
<i>In memoriam: Manuel González de Cosío Rivera</i> Emiliano Sánchez	62
<i>Lophophora williamsii</i> Alejandra García Naranjo Ortiz de la Huerta	64

Contents

Comparative germination of endemic species of <i>Mammillaria</i> from Oaxaca, Mexico Alejandro Flores Martínez and Gladys Isabel Manzanero Medina	36
A new species of <i>Sedum</i> (Crassulaceae) in the state of Guanajuato, Mexico Jorge Meyrán García	52
Book Review: <i>El Agave tequilero: Cultivo e Industria de México</i> Luis Eguiarte	56
<i>In memoriam: Manuel González de Cosío Rivera</i> Emiliano Sánchez	62
<i>Lophophora williamsii</i> Alejandra García Naranjo Ortiz de la Huerta	64



Germinación comparativa de especies del género *Mammillaria* endémicas de Oaxaca, México

Alejandro Flores Martínez^{1,2} y Gladys Isabel Manzanero Medina^{1,2}

Recibido: Enero 2003. Aceptado: Abril 2003.

Resumen

Comparamos la germinación entre especies del género *Mammillaria*, endémicas de Oaxaca y del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Las semillas de las especies *Mammillaria huitzilopochtli*, *M. hernandezii*, *M. kraehenbuehlii* y *M. oteroi*, tanto recientes como de más de un año de edad, fueron sometidas a varios tratamientos pregerminativos.

Mammillaria kraehenbuehlii y *M. oteroi*, presentaron diferencias estadísticas significativas entre los distintos tratamientos pregerminativos. Los que incluyen un ácido a elevada concentración que incrementa los porcentajes finales de germinación; cuando la concentración es del 10% o menor no se presentaron diferencias con el testigo. En *M. huitzilopochtli* y *M. hernandezii* no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos pregerminativos. Un aspecto importante es la influencia de la edad de las semillas. En el primer caso, las semillas de uno y dos años de edad no mostraron disminuciones importantes en sus porcentajes finales de germinación. En el segundo, las semillas mayores a un año de edad pierden cerca del 80% de su potencial germinativo, y a los dos años pierden 90% del mismo, donde estos porcentajes no se elevan significativamente incluso con la aplicación de tratamientos pregerminativos. Considerando que *M. huitzilopochtli* y *M. hernandezii* no se propagan asexualmente en forma natural, y que podrían tener limitaciones para crear banco de semillas en el suelo, es factible que sean más vulnerables a la extinción después de una época de años desfavorables para la germinación, acompañadas de la desaparición de individuos adultos como resultado de actividades humanas.

Palabras clave: Cactáceas, germinación, *Mammillaria*, banco de semillas, semillas.

Received: January 2003. Accepted: april 2003.

Abstract

A major objective for the conservation of cacti species is relevant information on germination as it can provide data that can be used for population studies, artificial propagation as well as the establishment of seed banks. In the state of Oaxaca, Mexico, there are four species of *Mammillaria* that have restricted distributions and are therefore highly vulnerable, namely *Mammillaria huitzilopochtli*, *M. hernandezii*, *M. kraehenbuehlii* and *M. oteroi*. In this paper we describe differences in germination between these four species under controlled conditions in order to establish the best conditions for germination of each species as well as the potential to generate a soil seed bank. The four species were subject to pregermination treatments taking 1 and 2 yr old seeds. With our results we were able to classify the species into two groups. Group I consisting of *M. kraehenbuehlii* and *M. oteroi* had different responses to the pregermination treatments. Those treatments that included a pregermination treatment with high acid concentration (>10%) increased the germination rates significantly. Group II consisting of *M. huitzilopochtli* and *M. hernandezii* did not differ from the control treatment in the pregermination treatments. Our results suggest an

¹ Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. (CIIDIR-IPN-Oaxaca). Calle Hornos 1003. Sta. Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71230. Tel. 01 951 51 71199. e-mail: alexfntz62@hotmail.com; gmanzane@ipn.mx

² Becarios COFAA-IPN y EDI-IPN

important effect of seed age. Group I did not decrease germination rates for both one and two year old seeds. The second group lost approximately 80% of their potential germination rate after 1 yr and 90% after 2 yr even after pregermination treatments. Considering that the species of Group II cannot propagate vegetatively in natural conditions, the loss in viability would hinder the creation of soil seed banks making them more vulnerable to environmental stochasticity, coupled with a high loss of adult individuals caused by human activities. The conservation of these species would largely depend on *in situ* conservation of species in Group I that have the potential of generating a seed bank and *ex situ* conservation of the species in Group II.

Key words: Cactaceae, germination, *Mammillaria*, seed banks, seeds.

Introducción

Entre las cactáceas incluidas en alguna categoría en la NOM-059-ECOL-2001, destacan dentro del género *Mammillaria* cuatro especies: *Mammillaria hernandezii*, *M. huitzilopochtli* (Figs. 1, 2), *M. kraehenbuehli*



Figura 1. *Mammillaria huitzilopochtli*

Foto: Alejandro Flores Martínez y Gladys Isabel Manzanero Medina.



Figura 2. *Mammillaria huitzilopochtli* en cultivo. Foto: Alejandro Flores Martínez y Gladys Isabel Manzanero Medina.

y *M. oteroi*, mismas que no solo son endémicas al Estado de Oaxaca (Bravo 1978; Bravo y Sánchez-Mejorada 1991; Arias *et al.* 1997), sino que también lo son de unas zonas específicas de esta entidad (García-Mendoza *et al.* 1994; Arias 2000). Estas especies, que estarían catalogadas en alguna de las categorías de especies raras de acuerdo a la clasificación de Rabinowitz *et al.* (1986) y Ezcurra (1990), tienen poblaciones divididas en demos o poblaciones locales de corta extensión, con densidad poblacional variable tanto entre especies como entre sitios o parches de la misma especie, y con distancias significativas entre los sitios que ocupa cada población de una determinada especie.

Entre las posibilidades que explican esta distribución espacial; una sería que estas especies hayan ocupado una mayor extensión en el pasado, o bien, que ocupen sitios con características ambientales específicas, donde un aspecto fundamental para el mantenimiento de las poblaciones regionales sería la dispersión de semillas entre las distintas poblaciones locales, o la posible colonización de nuevos sitios (Burkey 1989; Fahrig y Merriam 1994; Hanski 1994; Valverde 1999), dada la elevada probabilidad de extinción de algunas poblaciones locales. En ambos casos, un aspecto importante es saber si ya se presentan problemas en la viabilidad de las semillas con el paso del tiempo (creación de bancos de semillas en el suelo), considerando el limitado número de individuos en algunas de estas poblaciones y el impredecible comportamiento climático (principalmente la precipitación) en sus zonas de establecimiento. Estas opciones pueden manifestarse indirectamente en los mecanismos de regulación de la germinación de estas especies, ya que esta fase seguida del establecimiento de plántulas constituyen, junto con la disper-

sión, las etapas más vulnerables en el ciclo de vida de estas plantas (Del Castillo 1986; Mandujano *et al.* 1997; Moreno *et al.* 1992).

En el presente manuscrito se hace una comparación de los resultados obtenidos ante distintos tratamientos pregerminativos de las especies *Mammillaria huitzilopochtli*, *M. kraehenbuehlii* (Figs. 3, 4), *M. oteroi* y *M. hernandezii* (Figs. 5, 6, 7 y 8), para definir si el incremento en los porcentajes de germinación se relacionan con la intervención de un agente biótico endozoocórico (e.g. acidez), o si predominan mecanismos internos de la semilla (e.g. hormonas vegetales, fotoblastismo) o si sea debido a agentes abióticos (e.g. escarificación mecánica). También se evaluó la influencia que tiene la edad de las semillas en el porcentaje de germinación de estas especies. Cabe destacar que no sólo se consideraron los tratamientos pregerminativos que pudiesen tener alguna relación biótica (por ejemplo, una acidez cercana al 10% con ácido clorhídrico); también se evaluaron algunas técnicas que han tenido éxito en especies comerciales (por ejemplo, el uso de ácidos a elevadas concentraciones), ya que el presente estudio también pretende dar las bases que fundamenten una propuesta para el adecuado manejo sustentable de estas especies sin poner en riesgo el mantenimiento de sus poblaciones naturales.

Entre los trabajos de germinación con especies del género *Mammillaria* se encuentran los de Gutiérrez de la Rosa y Reyes (1997), que reportan incremento en los porcentajes de germinación en cuatro especies del género *Mammillaria* utilizando ácido sulfúrico concentrado; el de Genis y Manzanero (1997), donde también se incrementa el porcentaje de germinación con ácido en *M. haageana*, y el de Ruedas *et al.* (2000), donde en *Mammillaria*



Figura 3. *Mammillaria kraehenbuehlii* en su hábitat natural. Foto: Jerónimo Reyes.

magnimamma la acidez no tuvo influencia significativa sobre la germinación.

Material y Métodos

Las condiciones ecológicas generales de las zonas donde se encuentran establecidas estas especies se determinaron a través de la realización de muestreos cualitativos en estos sitios. En el aspecto biótico se determinó el tipo de vegetación y principales especies acompañantes mediante inspección visual y colecta de ejemplares botánicos con su herborización y determinación en el herbario OAX del CIIDIR-IPN-Oaxaca. En el aspecto abiótico se determinó la altitud, clima, y otras características que no se mencionarán en el presente artículo.

Los tratamientos pregerminativos se hicieron con el material botánico ya disponible en el Jardín Botánico Regional "Cassiano

Conzatti" del CIIDIR-IPN, Unidad Oaxaca, proveniente del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, y con el material colectado en la zona en estudio. Las fechas de colecta del material botánico fueron, en el caso de *M. huitzilopochtli*, entre mayo y junio de 1999 y 2000; en *M. hernandezii* en abril de 2000; en *M. kraehenbuehlii* en agosto de 1999 y 2000, y en *M. oteroi* en abril y mayo de 1999. Las pruebas de germinación se hicieron en cajas de Petri con papel filtro, donde los lotes de semillas fueron sometidos a distintos tratamientos pregerminativos, previa desinfección de las mismas en hipoclorito de sodio al 5% durante cinco minutos. Cabe destacar que los tratamientos fueron diferentes en cada especie, debido al número de semillas disponibles y a los objetivos particulares de estudio en cada caso (Martínez y López 2000, Ramos 2001, Flores-M *et al.* 2002). En el presente trabajo se identifica como semilla reciente a

aquellas iguales o menores a ocho meses de edad, y como semillas viejas las que tienen una edad de 15 meses o mayor. Las semillas fueron previamente almacenadas a temperatura e iluminación ambiental del laboratorio de propagación vegetal del CIIDIR Oaxaca.

Los tratamientos predominantes fueron: 1) ambiente ácido: con inmersión de las semillas en ácido sulfúrico y/o clorhídrico concentrado o al 90%, durante cinco minutos, con tres enjuagues posteriores con agua destilada, y ácido clorhídrico al 1% y 10%, para simular posibles condiciones de endozoocoria; 2) hormona vegetal (ácido giberélico AG₃) a cinco y diez ppm; 3) escarificación mecánica con frotamiento en lija o en arena; 4) oscuridad sola y combinada con tratamiento ácido, donde las ca-

jas Petri fueron envueltas en papel aluminio, almacenadas en cajas de cartón y revisadas en la penumbra, 5) la sal nitrato de potasio (KNO₃) al 0.2%, sola o combinada con ácido o con oscuridad; 6) testigo, donde se mantuvo humedad constante con agua destilada, a temperatura e iluminación ambiental del laboratorio del Jardín Botánico Regional "Cassiano Conzatti" del CIIDIR-IPN-Oaxaca. En todos los casos se realizaron tres repeticiones, donde el número de semillas por unidad experimental (la caja de Petri) fue variable dependiendo de la disponibilidad de semillas de la especie en estudio. En todos los tratamientos pregerminativos las cajas de Petri se revisaron diariamente para cuantificar el número de semillas germinadas (radícula visible) y se calcularon los porcentajes de germinación.



Figura 4. *Mammillaria kraehenbuehlii* en su hábitat natural. Foto: Jerónimo Reyes.



Figura 5. *Mammillaria hernandezii*.
Foto: Jerónimo Reyes.

En estos estudios la evaluación estadística se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía (considerando los tratamientos pregerminativos), para determinar si existe diferencia significativa entre ellos, y en caso de existir, éstos análisis se complementaron con pruebas de comparación múltiple de medias de Duncan y/o Tukey. En el presente escrito solo se anexan las tablas de éstas pruebas, sobreentendiendo el resultado del ANOVA respectivo y el ajuste de los porcentajes finales de germinación que se debieron de hacer en cada estudio. En los dos tipos de pruebas estadísticas se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS), versión 1994. Las plántulas resultantes de los tratamientos pregerminativos fueron trasplantadas a macetas para formar la colección de plantas vivas del vivero rústico del Jardín Botánico del CIIDIR Oaxaca. Informes parciales de los

tratamientos pregerminativos se pueden consultar en Martínez y López (2000), Ramos (2001), Flores-M *et al.* (2002); en el caso de *M. hernandezii* y *M. kraehenbuehlii* (semillas viejas) no se habían reportado. Estos estudios se realizaron en el CIIDIR-IPN-Oaxaca.

Resultados

Ambiente biótico y abiótico de los sitios

Las especies del género en estudio se encuentran en ambientes diversos, desde bosques de encino hasta matorral xerófilo, o bien desde zonas de baja altitud hasta zonas donde la misma es elevada. *M. oteroi* se encuentra en ambientes templados con altitudes mayores de 1800 msnm, donde la vegetación predominante es un bosque de *Quercus castanea* con *Juniperus*, además de especies como *Dodonaea viscosa*, *Calliandra grandiflora*, y de los géneros *Salvia*, *Stevia*,

Penstemon, *Viburnum*, *Lippia*, *Litsea*, entre otros (Martínez *et al.* 2001).

En matorrales xerófilos y/o pastizales, en altitudes mayores a 1600 msnm se encuentran las especies *M. kraehenbuehlii* y *M. hernandezii*. En ambos casos existen pocas poblaciones locales con abundancia de individuos, predominando poblaciones donde se presentan muy pocos ejemplares. Las principales especies acompañantes son plantas suculentas de los géneros *Agave* y *Opuntia*. El principal factor de disturbio es el pastoreo por ganado caprino.

La única especie que se encuentra en altitudes menores de 1000 msnm es *M. huitzilopochtli* (de 600 a 950 msnm), donde la vegetación predominante es el bosque tropical caducifolio (selva baja caducifolia), con abundancia de cactáceas columnares (p. e. *Neobuxbaumia*), candelabriformes (p. e. *Pachycereus* y *Escontria*), y globosas (*Mammillaria*, *Ferocactus*, *Coryphantha*), además de especies de los géneros *Cercidium*, *Bursera*, *Lippia*, *Turnera*, *Mimosa*, *Jatropha*, *Senna*, *Plumeria*, *Acacia*, entre otros. El tipo de suelo predominante es rojizo tipo oxisol. Esta especie presenta poblaciones aisladas una de la otra por dis-

tancias considerables, donde la mayor abundancia y área de ocupación se presenta en las pendientes aledañas a arroyos temporales, mientras que la abundancia es menor sobre superficies rocosas y con pendiente muy pronunciada, donde ocasionalmente hay escurrimientos en tiempo de lluvias.

Tratamientos pregerminativos

Semillas recientes de *M. hernandezii* y *M. huitzilopochtli* presentaron un elevado porcentaje de germinación sin necesidad de aplicar tratamientos pregerminativos. *M. hernandezii* presentó un porcentaje de germinación de 100% en el tratamiento testigo con semillas de seis meses de edad; este porcentaje se redujo a 42% en semillas de 8 meses de edad, disminuyendo al 10% cuando las semillas alcanzan los 12 meses. En semillas menores de 7 meses de *M. huitzilopochtli* el porcentaje de germinación fue elevado (entre 93 y 99%) en el tratamiento testigo, pero en semillas de más de un año de edad este porcentaje se redujo desde 33% (semillas de 15 meses) hasta 6% (semillas de 18 meses). En semillas viejas los tratamientos pregerminativos que incluyen el ácido clorhídrico a 1 ó 10% de concentración elevan

Cuadro 1. Prueba de comparaciones múltiples (Tukey) de *M. huitzilopochtli* donde a) semillas recientes y b) semillas viejas (Ramos 2001).

a)			b)		
Grupo Tukey	Porcentaje medio de germinación	Tratamiento	Grupo Tukey	Porcentaje medio de germinación	Tratamiento
A	93.3	HCl 1% y esc. mec.	A	46.6	HCl 1% y esc. mec.
A	91.6	HCl 10%	A	41.6	Esc. mec.
A	90.0	Testigo	A	41.6	HCl 10%
A	85.0	HCl 1%	BA	38.3	HCl 1%
A	85.0	HCl 1% y esc. mec.	BA	38.3	HCl 10% y esc. mec.
A	85.0	Esc. mec.	BA	33.3	Testigo
B	28.3	Oscuridad	B	11.6	Oscuridad

Cuadro 2. Prueba de Tukey. Semillas recientes de *Mammillaria kraehenbuehlii* (Flores-M et al. 2002)

Grupo Tukey	Porcentaje medio de germinación	Tratamientos
A	91.6	H ₂ SO ₄ al 90% + KNO ₃ al 1%
A	88.3	O ₂ C + H ₂ SO ₄ al 90% + AG ₃ 10 ppm
BA	78.3	Testigo
BA	78.3	AG ₃ 5 ppm
BA	76.6	H ₂ SO ₄ al 90%
BA	75.0	O ₂ C + H ₂ SO ₄ al 90% + AG ₃ 5 ppm
BA	73.3	Imbibición en agua
BA	73.3	KNO ₃ al 1% + AG ₃ 5 ppm
BA	73.3	KNO ₃ al 1% + AG ₃ 10 ppm
BA	71.6	AG ₃ 10 ppm
BA	71.6	KNO ₃ al 1%
B	45.0	Oscuridad

el porcentaje de germinación a 41 y 46%, respectivamente. Al trasplantar las plántulas resultantes de las semillas viejas se presentó una mortalidad mayor del 80% antes de tres meses. En esta especie las semillas son fotoblásticas positivas, pues en tratamientos en oscuridad los porcentajes de germinación fueron inferiores al 30% en semillas recientes y al 15% en semillas viejas (Cuadro 1).

En semillas recientes (siete meses de edad) de *M. kraehenbuehlii* el tratamiento testigo presentó un porcentaje de 78%, con tratamientos pregerminativos que tienen ácido

sulfúrico al 90% este porcentaje se elevó a 92%. En tratamientos en oscuridad (donde se obtuvo un 45% de germinación), el empleo del ácido sulfúrico con ácido giberélico a 10 ppm lo elevó a 88%, lo que implica que el ácido sulfúrico y el ácido giberélico a estas concentraciones rompen este impedimento de fotoblastismo positivo (Cuadro 2). Asimismo, con el empleo del ácido sulfúrico disminuyó la duración del periodo de germinación (de 30 a 10 días). El siguiente año se volvieron a hacer las pruebas de germinación en semillas recientes de esta especie (siete meses de edad), obteniendo valores similares del testigo respecto al año

Cuadro 3. Prueba de Tukey. Semillas recientes de *Mammillaria kraehenbuehlii* (Ramos 2001).

Grupo Tukey	Porcentaje medio de germinación	Tratamientos
A	86.6	HCl 10 %, esc. mec. y oscuridad
A	86.6	HCl 10 % y esc. mec.
A	83.3	HCl 1% y esc. mec.
A	80.0	HCl 10 %
A	73.3	HCl 1 %
A	71.6	Testigo
A	65.0	Oscuridad

Cuadro 4. Prueba de Tukey. Semillas viejas de *Mammillaria oteroi* (Ramos 2001).

Grupo Tukey	Porcentaje medio de germinación	Tratamientos
A	80.0	HCl 10 %
A	76.6	HCl 10 % y esc. mec.
A	76.6	HCl 1 %, esc. mec. y oscuridad
A	75.0	HCl 1 %
A	73.3	HCl 10 %, esc. mec. y oscuridad
A	65.0	Testigo
A	63.3	HCl 1 % y esc. mec.

anterior (de 78 a 71%). En este caso, se probó el efecto del ácido clorhídrico a con-

centraciones bajas (entre 1 y 10%) donde no se presentaron diferencias significativas con el testigo, pero en los tratamientos en oscuridad la aplicación del ácido clorhídrico elevó la germinación a 86% (Cuadro 3). En pruebas de germinación con semillas viejas de 30 meses de edad, en el tratamiento testigo se obtuvo el 60% de germinación.



Figura 6. *Mammillaria hernandezii* en floración.
Foto: Jerónimo Reyes.

En *M. oteroi* (Figs. 9 y 10) se presentó una ligera disminución en el porcentaje de germinación en semillas viejas. En semillas recientes de 4 meses de edad el tratamiento testigo presentó un porcentaje de germinación de 77%, a los 5-6 meses se incrementó a 97% (por lo que presumiblemente es cuando se alcanza el óptimo de maduración de la semilla), mientras que a los 15 meses el porcentaje se reduce a 65%. En las semillas viejas los tratamientos pregerminativos no incrementaron significativamente los porcentajes de germinación en comparación con el testigo (Cuadro 4). En semillas de cinco a siete meses no es necesario ningún tratamiento pregerminativo, dado el elevado porcentaje de germinación. En las semillas de cuatro meses se presentó un efecto similar al de *M. kraehenbuehlii*, es decir, en *M. oteroi* se elevó el porcentaje testigo de 77% a 95% con el uso de ácido sulfúrico concentrado durante cinco minutos, mientras



Figura 7. *Mammillaria hernandezii* en floración. Foto: Jerónimo Reyes.

que los otros tratamientos pregerminativos no tuvieron diferencias estadísticas significativas con el testigo. Con el empleo de este ácido también disminuyó el tiempo de germinación (de 16 a 9 días). En las semillas recientes (cinco a siete meses) de esta especie el uso del ácido no rompió el fotoblastismo positivo de las semillas, las cuales en oscuridad presentaron porcentajes menores al 12% de germinación (Cuadro 5), sin embargo, en los tratamientos con semillas de 15 meses de edad sí se presentó elevado porcentaje de germinación cuando se empleó el ácido clorhídrico al 10 y al 1% (73 y 76%, respectivamente), que incluso superó al testigo (Cuadro 4); sin embargo, las plántulas presentan poca pigmentación y su mortalidad es mayor al 40% al ser trasplantadas.

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos, existe una clara diferencia entre los dos grupos de especies, donde los factores fundamentales son la influencia de la edad de las semillas en su longevidad ecológica y la capacidad natural de propagación asexual. En el primer grupo (*M. oteroi* y *M. kraehenbuehlii*) las semillas de más de 15 meses de edad no mostraron disminuciones importantes en sus porcentajes finales de germinación, lo cual es similar a lo reportado por otros autores en diversas especies de cactáceas (Del Castillo 1986; Mandujano *et al.* 1997; Rojas-Aréchiga y Vázquez-Yanes 2000). En el segundo grupo (*M. hernandezii* y *M. huitzilopochtli*) las semillas mayores a un año de edad pierden

Cuadro 5. Prueba de Duncan. Semillas recientes de *Mammillaria oteroi* (Martínez y López 2000).

Grupo Duncan	Porcentaje medio de germinación	Tratamientos
A	95.4	H ₂ SO ₄
BA	87.8	Esc. mec.
BA	80.2	AG ₃ 10 ppm una hora
BA	77.2	Testigo
B	74.2	KNO ₃
C	12.1	Oscuridad

desde el 90% (primer caso) hasta el 60% (segundo caso) de su potencial germinativo; en *M. huizilopochtli* sus semillas ya pierden más del 90% de ese potencial antes de los dos años. Estos porcentajes se elevan significativamente con la aplicación de tratamientos pregerminativos pero sólo a cerca del 45 %, siendo útiles en éste último caso los que implican una escarificación mecánica o ácida. En el caso de *M. hernandezii*, Gutiérrez de la Rosa y Reyes (1997) ya habían reportado la disminución de viabilidad de las semillas de un año de edad.

Si consideramos las condiciones de almacén de las semillas utilizadas en estos experimentos similares a las que ocurriesen en sus sitios de establecimiento al dispersarse las semillas (temperatura ambiente y sin oscuridad total), la edad de las semillas tendría fuerte influencia con la factibilidad de crear bancos de semillas en el suelo, aspecto importante de respuesta ante los cambios climáticos en el ambiente donde se establecen estas especies y su efecto en el número de semillas germinadas, reclutamiento de nuevos individuos y en la conservación de la diversidad genética.

Las especies del primer grupo, además de que tienen el potencial de crear un banco de semillas en el suelo (aunque no hay es-

tudios al respecto), también pueden propagarse asexualmente, por lo que el efecto de años con pocas lluvias o algún otro factor que dificulte la reproducción sexual es minimizado por estas adaptaciones biológicas. Las especies del segundo grupo, en cambio, debido a su pérdida significativa de viabilidad durante el primer año, no pueden crear banco de semillas a corto plazo en el suelo y tampoco pueden propagarse asexualmente; esto las hace más vulnerables de desaparecer después de una época de años desfavorables para la germinación, a menos que evolutivamente hayan desarrollado otro mecanismo de almacenamiento de semillas en campo que aumente la longevidad potencial de sus semillas. Una posibilidad sería el almacén de semillas en el interior de sus tallos, como lo mencionan Rodríguez-Ortega y Franco (2001), pero no se han publicado datos respecto a la longevidad de las semillas en estas condiciones.

La desventaja de que el reclutamiento de nuevos individuos no se presente todos los años se ha reportado para otras cactáceas en las cuales sus semillas mantienen una viabilidad elevada a los dos años de edad (Del Castillo 1987), pero esta desventaja se incrementa en especies con viabilidad de semillas limitada por la edad, y como lo

mencionan Hernández y Godínez (1994), las bajas tasas de crecimiento de muchas cactáceas, así como sus reducidos niveles de reclutamiento, determinan que el crecimiento poblacional sea muy lento después de un episodio de perturbación.

Un caso de atención especial es el de *M. hernandezii*; en algunos sitios es abundante mientras que en otros prácticamente ya desapareció. Si consideramos que, de acuerdo a observaciones del desarrollo de las plántulas trasplantadas en estos experimentos, el crecimiento de las plántulas de *M. hernandezii* es más lento que las plántulas de las especies del otro grupo en estudio, y que parte de sus semillas producidas son retenidas por la planta e incapaces de dispersarse, podría ser (desde el punto de vista evolutivo) una característica de inadaptabilidad (Rodríguez-Ortega y Franco 2001), a menos que estudios posteriores de longevidad potencial de semillas viejas de esta especie, almacenadas a la sombra, prueben lo contrario.

En el primer grupo, los tratamientos pregerminativos más eficientes incluyeron la actividad corrosiva de un ácido a elevada concentración. Resultados similares han sido reportados para otras especies del género *Mammillaria* por Gutiérrez de la Rosa y Reyes (1997) y por Genis y Manzanero (1997), pero cabe resaltar el diferente comportamiento de otras especies de cactáceas en ambientes ácidos, por ejemplo, en *Pachycereus pecten-aboriginum* (Vega-Villasante *et al.* 1996). En menor medida influyeron en la germinación, la sal de nitrato y el ácido giberélico; de hecho, la contribución de estas últimas dos sustancias no fue estadísticamente significativa en relación con el tratamiento testigo. Es factible que las especies en estudio no presenten sustancias inhibitorias, a diferencia de lo repor-

tado por Moreno *et al.* (1992) y Sánchez (1997) para otras especies de cactáceas, donde sí se incrementó significativamente el porcentaje de germinación. Aún falta investigar más sobre este tipo de respuestas en las cactáceas.

Las semillas de las cuatro especies son fotoblásticas positivas, pues la emergencia de la radícula en la oscuridad (sin el uso de un tratamiento pregerminativo) fue muy baja. Dicho requerimiento es común en semillas pequeñas de cactáceas (Del Castillo 1986) y corrobora lo reportado para *M. huitzilopochtli* por Rojas-Aréchiga y Batis (2001), aunque sin contribuir a la formación de bancos de semillas en el suelo, como sugieren los autores antes mencionados. Cabe destacar que este fotoblastismo positivo se rompió con el uso del ácido giberélico en *M. kraehenbuehlii*, debido a su acción fisiológica de sustitución del requerimiento de luz para la germinación (Orozco-Segovia y Vázquez-Yanes 1992; Rojas-Aréchiga y Vázquez-Yanes 2000), y en *M. oteroi* en semillas viejas se rompió ese fotoblastismo positivo quizá debido al empleo de un ácido, aunque también es posible que ésta sea la respuesta natural en algunas especies del género *Mammillaria* que son viables en la oscuridad después de un año, como lo reportan Ruedas *et al.* (2000) para *M. magnimamma*.

Los porcentajes de germinación del tratamiento testigo en semillas recientes de todas las especies fueron mayores del 75%, lo cual nos indica que sus testas no son duras y/o impermeables; con esta base, es predecible que en sus medios naturales germinen sin grandes limitaciones cuando se cumplen los requisitos de luz y agua. Esta rápida capacidad de imbibición constituye una ventaja adaptativa en medios donde las condiciones de humedad son por cortos



Figura 8. *Mammillaria hernandezii* en floración. Foto: Jerónimo Reyes.



Figura 9. *Mammillaria oteroi* en floración. Foto: Alejandro Martínez y Gladys Isabel Manzanero Medina.

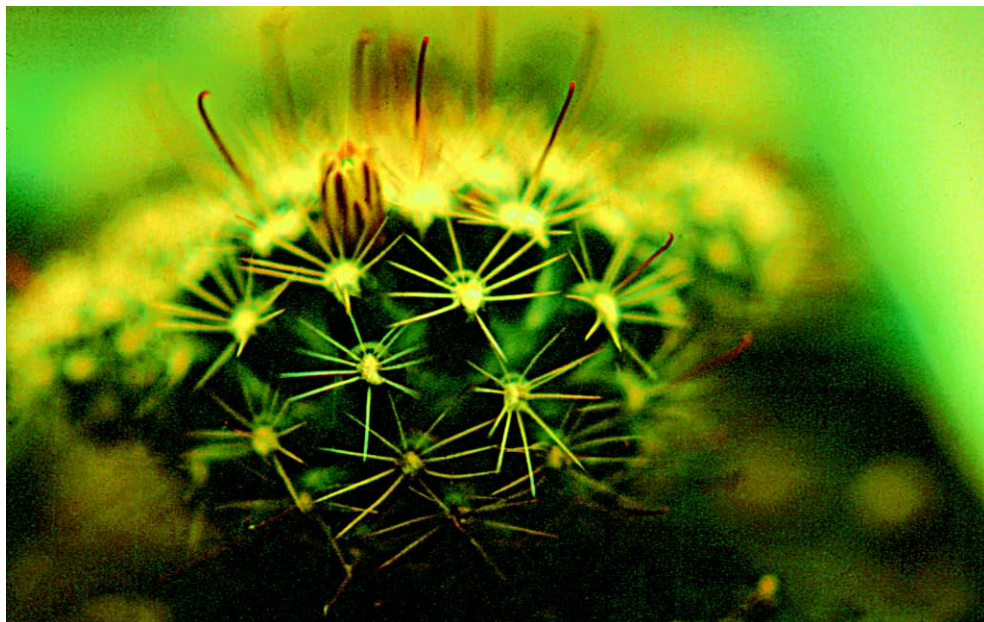


Figura 10. *Mammillaria oteroi* en cultivo. Foto: Jerónimo Reyes.

periodos de tiempo (Del Castillo 1986; Ruedas *et al.* 2000); de hecho, considerando el alto porcentaje de germinación en los tratamientos testigo, es factible que las semillas recientes de las especies en estudio presenten latencia impuesta (Fearn 1981, en Godínez 1991), es decir, latencia debida únicamente a condiciones ambientales inadecuadas (Rojas-Aréchiga y Vázquez-Yanes 2000). Esto se corrobora al observar que los tratamientos con ácido a baja concentración (1 al 10%) no incrementan significativamente el porcentaje de germinación respecto al testigo, y este comportamiento ya se reportó similar para otra especie del género *Mammillaria* (Ruedas *et al.* 2000). Un aspecto interesante es que la viabilidad de las semillas no disminuyó con los tratamientos en ambientes ácidos, lo cual posibilita su dispersión por endozoocoria.

En las especies del segundo grupo no es conveniente hacer bancos de semillas para su

posible uso en viveros rústicos si las mismas son almacenadas bajo las condiciones de temperatura e iluminación ambientales, siendo extensible esta recomendación para los bancos de semillas de Jardines Botánicos y viveros oficiales en posibles campañas de preservación y reintroducción de estas especie en campo, más aún si el crecimiento de estas plántulas es muy lento, lo que implica un mayor tiempo para que alcance un tamaño adecuado para su venta en algún vivero. Es recomendable crear bancos de germoplasma de plantas vivas, es decir, hacer la propagación tanto sexual (semillas) para conservar la variabilidad genética, como asexual (*in vitro*) en sitios con permiso oficial, para que se tenga un banco de germoplasma *ex situ* disponible para una posible reintroducción *in situ*, dada la fuerte colecta ilegal de individuos adultos en campo por la demanda que los mismos tienen, a pesar de las limitaciones que en el banco de genotipos esta actividad pudiese tener (Hamilton 1994).

Finalmente, es importante continuar con estudios ecológicos y de reproducción (a nivel de longevidad potencial ante distintas formas de almacenamiento de las semillas) de estas cuatro especies endémicas de Oaxaca, al ser también endémicas de regiones particulares de la entidad (García-Mendoza *et al.* 1994) y debido al riesgo de permanencia que presentan.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo del Téc. Agr. Inocencio Rodríguez Acevedo; de los biólogos Demetrio Martínez; Flora López; Guadalupe Martínez, Gema Pacheco, Mitzi Ramos y Antonio Ordáz, a la Dirección de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, y a Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT) las facilidades para la realización del presente trabajo. También agradecemos los valiosos comentarios y sugerencias de dos revisores anónimos. El estudio se realizó con el apoyo de la CGEPI-IPN, proyectos 990427 y 20010877, y del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C. (FMCN), clave B-2-00/005

Literatura citada

- Arias M., S. 2000. The Cactaceae in the Valley of Tehuacan-Cuicatlan, Mexico. *Cactus Co.* **4**: 20-25
- Arias M., S., Gama, L. S y Guzmán, C. L. U. 1997. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 14. Cactaceae A. L. Juss.* Instituto de Biología. UNAM. México.
- Bravo H., H. 1978. *Las Cactáceas de México. Tomo I.* UNAM. México.
- Bravo H., H. y Sánchez-Mejorada, R. H. 1991. *Las Cactáceas de México.* Tomos II y III. UNAM. México.
- Burkey, T. V. 1989. Extinction in natural reserves: the effect of fragmentation and the importance of migration between reserve fragments. *Oikos* **55**: 75-81.
- Del Castillo, R. 1986. Semillas, germinación y establecimiento de *Ferocactus histrix*. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **31**: 5-11
- Del Castillo, R. 1987. Efectos del disturbio y la orientación de ladera en *Ferocactus histrix*. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **32**: 8-16
- Ezcurra, E. 1990. ¿Por qué hay tantas especies raras? *Ciencias. Publ. Esp.* **No. 4**: 82-88.
- Fahrig, L y Merriam, G. 1994. Conservation of fragmented populations. *Conservation Biology* **8**: 50-59
- Flores-M., A., Manzanero M., G. I., Martínez H., G. C. y Pacheco V., G. S. 2002. Aspectos sobre la ecología y reproducción de *Mammillaria kraehenbuehlii* (Krainz) Krainz en la Mixteca de Oaxaca, México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **47**: 57-69.
- García-Mendoza, A., Tenorio L., P. y Reyes S., J. 1994. El endemismo en la flora fanerogámica de la Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. *Acta Botánica Mexicana* **27**: 53-73.
- Genis V., M. y Manzanero M., G. I. 1997. Influencia del tratamiento pregerminativo en *Mammillaria haageana* y *Melocactus ruestii* e inducción del crecimiento de sus plántulas al ácido giberélico. *Memorias del I Congreso Nacional sobre Cactáceas.* p. 67.
- Godínez A., H. O. 1991. *Propagación de cactáceas: una experiencia para su cultivo y conservación.* Tesis. Lic. Biología. Fac. Ciencias. UNAM. México.
- Gutiérrez, A. y Reyes, J. 1997. Germinación de cuatro especies del género *Mammillaria* (Cactaceae) de la serie Longiflorae (Hunt). *Memorias del I Congreso Nacional sobre Cactáceas.* p. 39.
- Hamilton, M. B. 1994. *Ex situ* conservation of wild plant species: time to reassess the genetic assumptions and implications of seed banks. *Conservation Biology* **8**: 39-49.
- Hanski, I. 1994. Match-occupancy dynamics in fragmented landscapes. *Trends in Ecology and Evolution* **9**: 131-135.

- Hernández H., M. y Godínez A., H. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana* **26**: 33-52.
- Mandujano, M. C., Golubov, J. y Montaña, C. 1997. Dormancy and endozoochorous dispersal of *Opuntia rastrera* seeds in the southern Chihuahuan Desert. *Journal of Arid Environments* **36**: 259-266.
- Martínez D., Flores-M, A., López, F. y Manzanero, G. 2001. Aspectos ecológicos de *Mammillaria oteroi* Glass & Foster en la región Mixteca de Oaxaca, México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **46**: 32-39
- Martínez M., D. y López R., F. M. 2000. *Estudio ecológico y propagación sexual y asexual de Mammillaria oteroi*. Trabajo de Residencia Profesional. Lic. Biología. ITAO. Oaxaca. Mexico.
- Moreno P, M., López G., J. J. y Arce G., L. 1992. Aspectos sobre las semillas y su germinación de *Echinomastus mariposensis* Hester. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **37**: 21-28.
- Orozco-Segovia, A. y Vázquez-Yanes, C. 1992. Los sentidos de las plantas. La sensibilidad de las semillas a la luz. *Ciencia* **43**: 399-411.
- Rabinowitz, D.S., Cairns y T. Dillon. 1986. Seven kinds of rarity. In: M. E. Soule (ed.) *Conservation Biology*. 182-204. Sinauer, Sunderland, Mass.
- Ramos B., M. S. 2001. *Propagación de especies endémicas al género Mammillaria distribuidas en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán*. Trabajo de Residencia Profesional. Lic. Biología. ITAO. Oaxaca, México.
- Rodríguez-Ortega, C. y Franco, M. 2001. La retención de semillas en el género *Mammillaria* (Cactaceae). *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **46**: 63-67.
- Rojas-Aréchiga, M. y Vázquez-Yanes, C. 2000. Cactus seed germination: a review. *Journal of Arid Environments* **44**: 85-104.
- Rojas-Aréchiga, M. y Batis, A. I. 2001. Las semillas de cactáceas...¿forman bancos en el suelo?. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **46**: 76-82.
- Ruedas, M., Valverde, T. y Castillo A., S. 2000. Respuesta germinativa y crecimiento de plántulas de *Mammillaria magnimamma* (Cactaceae) bajo diferentes condiciones ambientales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **66**: 22-35.
- Sánchez V., G. 1997. Germinación, viabilidad y características distintivas de la semilla de *Opuntia joconostle* Weber, forma Cuaresmero. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **42**: 16-21.
- Valverde, T. 1999. Las metapoblaciones en la naturaleza. ¿realidad o fantasía?. *Ciencias* **53**: 57-63
- Vega-Villasante, F., Nolasco, H., Montaña, C., Romero-Schmidt, H. y Vega-Villasante, E. 1996. Efecto de la temperatura, acidez, iluminación, salinidad, irradiación solar y humedad sobre la germinación de semillas de *Pachycereus pecten-aboriginum* "cardón barbón" (Cactaceae). *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* **41**: 51-61.

Una especie nueva de *Sedum* (Crassulaceae) en el Estado de Guanajuato, México

Jorge Meyrán García¹

Recibido: Diciembre 2002. Aceptado: Marzo 2003

Resumen

Se presenta un nuevo *Sedum* del Estado de Guanajuato descubierto por Arturo Anaya cerca de San Luis de la Paz. Aunque parecido a *Sedum diffusum*, no pertenece al grupo Pulchella Berger de flores blancas, *Sedum pacense* tiene más afinidades con el grupo Oaxacana Berger de flores amarillas.

Palabras clave: Crassulaceae, Especie nueva, *Sedum*

Received: December 2002. Accepted: March 2003

Abstract

I describe a new species of *Sedum* from the state of Guanajuato. The species was discovered by Arturo Anaya close to the town of San Luis de la Paz. Even though this *Sedum* is similar to *Sedum diffusum* it does not correspond to the Pulchella Berger group of white flowers, as *Sedum pacense* has a higher affinity towards the Oaxacana Berger group of yellow flowers, ramified branches, adventitious roots and sessile leaves.

Key words: Crassulaceae, New species, *Sedum*

Sedum pacense Meyrán, sp. nov.

Sedum diffusum S. Watson simile, a quo praecipue differt floribus flavis. Haec planta praebet ramos decumbentes vel pendentes radicibus aereis, folia oblanceolata, oblonga vel obovata, obtusata vel subacuta, 10- 11 mm longa, 3.5-5 mm lata, sessilia, pruinosa; inflorescentiam cimosam 2-8 floribus, sepalis subaequalibus, oblongis vel linearibus, 3-4 mm longis, petalis 4-5 mm longis, flavis, carina viridula.

Un nuevo *Sedum* del Estado de Guanajuato fue descubierto por Arturo Anaya en la porción noreste de la entidad, en una zona poco explorada, en la cual recientemente se han hallado nuevos taxa, algunos muy interesantes para la ciencia y con cierta tras-

cendencia en las familias Cactaceae y Crassulaceae. El nuevo taxón recibe el nombre de *pacense* por haberse hallado cerca de la ciudad de San Luis de la Paz.

Sedum pacense Meyrán, sp. nov.

Ramas decumbentes o colgantes, irregularmente onduladas, de 8-40 cm de longitud y 2-3 mm de diámetro, verde claro hacia arriba, moreno grisáceo o moreno-rojizas hacia la base, con raíces aéreas, con 1-7 ramificaciones en la base o parte media del tallo, de 3-20 cm de longitud, naciendo de las axilas de las hojas, éstas repartidas uniformemente en la mitad o tercio superior, hojas oblanceoladas, oblongas a obovadas, obtusas a subagudas, punta roma, base algo espolonada, hasta 2 mm de ancho, planas o ligeramente cóncavas en cara ventral, muy convexas en cara dorsal, hasta 10-11 mm de largo, 3.5-5 mm de ancho, 2 mm de

¹ Miembro SMC, 2a. Juárez # 14, Col. San Alvaro, México, D.F.



Figura 1. *Sedum pacense* en floración.
Foto: Jorge Meyrán.



Figura 2. *Sedum pacense*.
Foto: Jorge Meyrán.

grosor, base de 2.5-3 mm de ancho, 3 mm. de grueso, verde claro, pruinosas, hacia la punta rojizas, inflorescencia terminal, en cima bípara o unípara, hasta 3-4.5 cm de largo, con 2-8 flores, brácteas obovadas a oblongas, de 2-7 mm de largo y 1-2 mm de ancho las inferiores, similares a las hojas pero espolonadas, ascendentes, las superiores más cortas, pedicelos de 1-3 mm de largo, 1 mm de diámetro, verdosos, sépalos casi iguales, oblongo, lineales o lanceolados, romos, ascendentes, cara interna plana, la externa convexa, de 3-4 mm de largo, 1-2 mm de ancho, verde pálido, pruinosos; pétalos lanceolados, agudos, con pequeño mucrón, acanalados en la cara interna, aquillados en la externa, de 4-5 mm de largo, 1.5-2 mm de ancho, unidos en su base 0.5 mm, erectos abajo, formando un tubo de 1.5-2 mm de largo, extendiéndose arriba, amarillos, verdosos en la quilla, filamen-

tos de 3-3.5 mm de largo, amarillos, anteras de 0.5 mm, amarillentas, muy translúcidos. (Figs. 1, 2, 3 y 4).

Localidad tipo: Guanajuato: entre el 28 y el 38 km al este de San Luis de la Paz, colectado por Arturo Anaya, s.n., 30 sept. 1999, vegetación asociada: matorral xerófilo, con *Opuntia robusta*, *Opuntia* sp., *Ferocactus hirtix*, *F. latispinus*, *F. macrodiscus* var. *septentrionalis*, *Mammillaria gigantea*, *M. uncinata*, *Coryphantha* sp. *Sedum palmeri*. Cultivado en la Ciudad de México (Meyrán 5900). Holotipo: MEXU, isotipo ENCB.

La inflorescencia es terminal, pero en ocasiones, inmediatamente después de iniciar su crecimiento, las nuevas hojas del tallo continúan creciendo a un lado, de manera que al venir la antesis la inflorescencia parece lateral.



Figura 3. *Sedum pacense*. Foto: Jorge Meyrán.

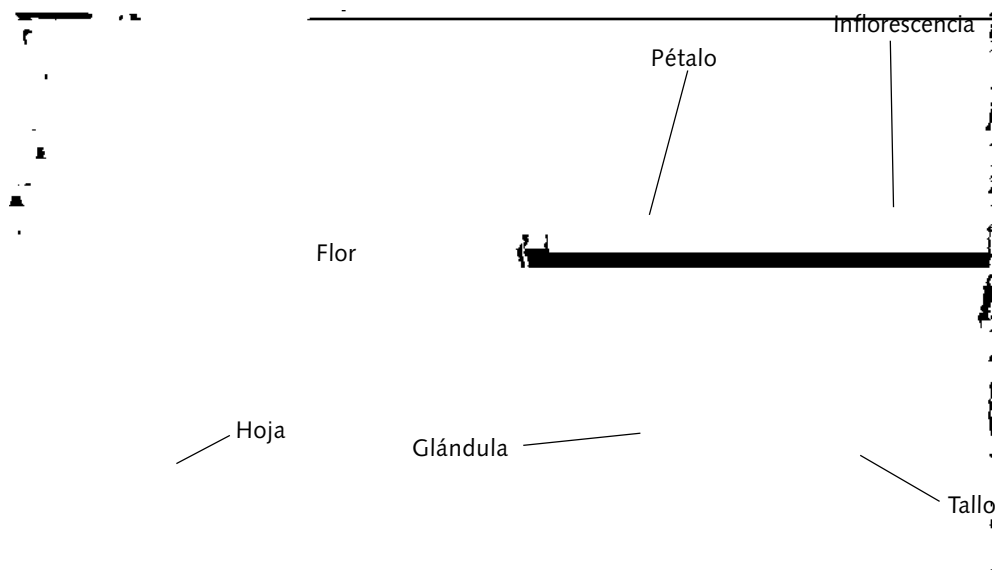


Figura 4. Características generales de la planta.

La descripción está basada en plantas de tres colectas, una de la localidad tipo y de dos lugares cercanos.

Puede ser colocada en la Sección *Sedum* por tener tallos rastreros, cespitosos e inflorescencia terminal, y dentro de esta Sección tiene varias semejanzas con *Sedum diffusum* que tiene hojas linear-oblongas, obtusas, sésiles o algo amplexicaules, de 3-12 mm de largo y 1-3 mm de ancho, de color glauco azulado, que pertenece al grupo *Pulchella* de Berger, pero este grupo tiene las flores blancas. Aunque la forma y el color de las hojas es diferente, puede ser colocada en el grupo *Oaxacana* de Berger,

por sus tallos muy ramificados, ramas extendidas, con raíces adventicias y hojas sésiles con base relativamente ancha, también difiere en que sus ramas no son finamente tuberculadas.

Agradecimientos

Le agradezco al Dr. Fernando Chiang por la diagnosis en latín y a un revisor anónimo por sus comentarios al manuscrito.

Literatura

Meyrán, G. J. Y L. Lopez. En Prensa. Las Crasuláceas de México. Sociedad Mexicana de Cactología A. C. México D. F. México.

El Agave tequilero: Cultivo e Industria de México

Valenzuela Zapata, Ana G. 2003. *El Agave tequilero: Cultivo e Industria de México*. Ediciones Mundi-Prensa, México, D.F., 215 páginas.
ISBN 968-7462-33-7.

Autor de la reseña: Luis Eguiarte Fruns

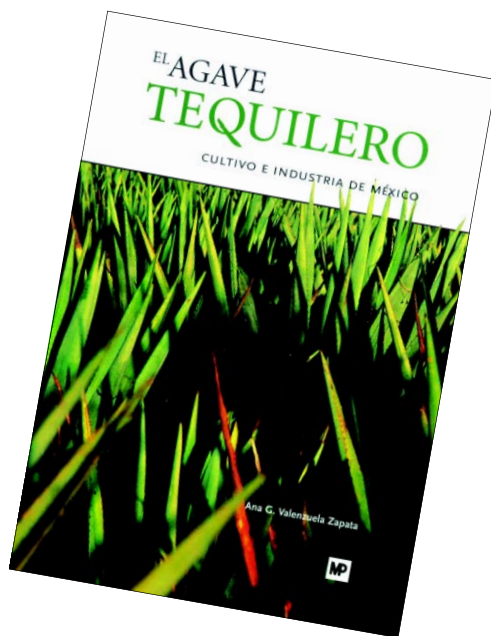
Todos los mexicanos somos expertos en tequila. Todo mundo da doctas explicaciones de cómo se debe de beber, cómo se produce, qué significa el "100% de agave", la importancia de la "doble destilación", las características y propiedades del "agave azul Weber", sus diferencias con el mezcal, etcétera. Pero realmente la mayor parte de estas cátedras de cantina, independientemente de la energía, dogmatismo o nivel de etanol en la sangre del que las dicta, están realmente equivocadas. Desde 1984 Ana Valenzuela ha estado estudiando al "agave azul" y al tequila con entusiasmo e indudablemente es la persona adecuada para guiarnos en nuestros estudios del tequila. La autora es una de las pocas personas que han trabajado seriamente el problema del tequila y sus plantas a diferentes niveles, desde el taxonómico y de su historia natural, hasta el de sus problemas agronómicos y de producción y comercialización. Así, esta tercera edición del libro representa uno de los intentos más serios de analizar y entender al tequila. En esta edición el libro ha sido actualizado, reorganizado y cuidadosamente ilustrado, tanto con fotos como con gráficas, tablas y excelentes grabados y dibujos. La autora inicia con un análisis de la relación entre el género *Agave* y los mexica-

nos, separando con énfasis las diferencias entre el pulque y las bebidas destiladas de agave, pasando por la historia del tequila, especialmente su aparición original en zonas productoras de caña de azúcar y aguardiente; revisa las definiciones oficiales de tequila según las Normas Oficiales Mexicanas, especialmente la controvertida Norma de 1970 que permite agregar hasta un 49% de otros azúcares (diferentes a los derivados del agave) para llegar hasta la historia reciente del "boom" tequilero y los conflictos entre agricultores e industriales y crisis en el abasto de plantas. El siguiente capítulo es tal vez la contribución más importante de esta tercera edición, ya que no solo revisa la biología e historia natural de las plantas del tequila y el género *Agave*, sino que junto con Gary Nabham define formalmente e ilustra las variedades del "agave azul" tequilero, y especies y variedades cercanas. Así, la planta que corresponde con la Norma Oficial Mexicana debe de ser considerada como *Agave angustifolia* ssp. *tequilana* cv. *azul* (Weber, 1902). Este es un punto importante, ya que reconoce taxonómicamente que el agave azul es solo una forma de la especie de agave con distribución más amplia, *Agave angustifolia*, el "maguey espadín" como se le conoce en Oaxaca. Estudios moleculares recientes han demostrado que el agave azul comercial es un solo genotipo (una clona sin variación

genética) de *A. angustifolia* (ver por ejemplo Gil-Vega *et al.* 2001). La autora comenta el caso del henequén (*A. fourcroydes*, que en realidad es un genotipo poliploide de *A. angustifolia*), donde se encuentra el mismo fenómeno de una drástica reducción en la variación genética debida a las prácticas de propagación exclusivamente asexual (Colunga-GarcíaMarín *et al.* 1999) pero sorprendentemente no menciona el estudio de Gil-Vega y colaboradores, aunque lo incluye en su bibliografía. Adicionalmente comenta aspectos de la ecofisiología, productividad y propagación del tequila.

A pesar de que la zona de la denominación de origen del tequila abarca, además de Jalisco, parte de los estados de Guanajuato, Tamaulipas, Nayarit y Michoacán, la autora sólo revisa las condiciones físicas, como suelos y clima y la productividad para la zona de Tequila y para los Altos de Jalisco, lo cual tiene sentido, ya que son las regiones más importantes y tradicionales. La zona de Tequila es más caliente, las plantas se siembran a densidades menores, pero aunque crecen más rápido y alcanzan tallas más grande, las "cabezas" que producen son de mala calidad (por la concentración y tipo de azúcares que producen), en comparación con las plantas que crecen en los Altos.

La siguiente sección del libro, aunque indudablemente puede resultar de vital importancia para los productores, es la menos interesante para el público en general, ya que consiste en una guía más o menos detallada de las prácticas de siembra, cosecha, comercialización, cuidado y mantenimiento del agave tequilero, y discute las enfermedades y plagas de las plantas en Jalisco. Lo más interesante para mí fue su opinión sobre las enfermedades que atacaron al cultivo recientemente, que preocuparon mucho a los industriales, pero que ella consi-



dera que no han sido muy graves y que se han controlado con prácticas razonables de manejo y prevención. Sin embargo, yo quisiera señalar que el potencial de que se desarrolle una plaga eficientísima y letal para el tequila es muy grande considerando que todo el agave azul es prácticamente una sola clona genética. Los agentes de estas enfermedades parecen ser bacterias del género *Erwinia*, muy cercana a nuestra conocida *Escherichia coli* y hongos como *Fusarium*.

Más interesante para el experto de buró resulta el capítulo sobre el proceso de destilación y producción de los tequilas, sus diferencias, los diversos tipos y características de los tequilas, junto con datos de exportación y algo de información sobre el mezcal.

Por último la autora, destina el capítulo final a una serie de reflexiones personales sobre

su relación con las plantas de tequila y su contacto con el Dr. Howard Scott Gentry, destacado investigador del género *Agave*, autor, entre otra muchas obras, de una excelente monografía taxonómica sobre el género (1982). Adicionalmente, la obra incluye un glosario sobre los términos usados por los agricultores que trabajan el agave tequilero en Jalisco y una sección de referencias bibliográficas.

A mi me gustaría que la autora no sólo nos informara, sino que explícitamente nos diera su opinión sobre varios problemas. Por ejemplo, cuál sería la mejor forma de preservar el germoplasma de la planta de tequila y variedades cercanas, o cuál es su opinión sobre la biotecnología avanzada (como cultivo de tejidos, uso de transgénicos, inducción de variación genética a partir de mutágenos y radiación, por ejemplo), en comparación con estrategias tradicionales como bancos de germoplasma, tanto de plantas y de semillas, y la posibilidad de movilizar genes de otras poblaciones de la especie (*A. angustifolia*) y de especies cercanas, que representan un reservorio impresionante de variación genética y seguramente tienen genes adaptados que podría resolver muchos de los problemas de producción y para ayudar a la adaptación local (ver revisión en Eguiarte *et al.* 2000). Otra controversia interesante sobre la que me gustaría conocer la opinión de la autora es acerca de las Normas Oficiales y la Denominación de Origen. Por ejemplo, en relación a que se acepten o no azúcares que nos sean de *Agave*, y cuales genotipos de *Agave* serían aceptables. Por un lado, el umbral de la Norma Oficial, 49 % de azúcares que no sean de *Agave*, me parece muy alto, pero por otro lado el origen del tequila en haciendas cañeras que enfatiza la autora nos sugiere que tal vez el tequila original era un mezcal de alcoholes o de

azúcares de caña y agave. Sin embargo, como está la Norma, podrían agregarse otros azúcares, por ejemplo de mieles de maíz importadas e incluso transgénicas, lo cual si me parece escandaloso. Yo creo que debería de limitarse a azúcar de caña. Otro problema interesante es que la única planta que puede utilizarse para producir tequila según la Norma, es el "agave Tequilana Weber azul", que al ser una sola clona genéticamente idéntica deja a la industria en una posición genética muy vulnerable. ¿No sería mejor abrirlo a toda la especie *A. angustifolia*, siempre y cuando se hiciera con las formas tradicionales y las plantas que fueran de la región? O tal vez se podría regular el porcentaje mínimo de agave azul y el total de azúcares de otros agaves. Un asunto que a mi me parece muy relevante es el del área que abarca la región de la denominación de origen, y especialmente la ampliación a Tamaulipas, hecha para garantizar la inversión en la siembra de gran cantidad de agaves tequileros (ver Luna Zamora, 1991, págs. 222-224). Si bien parece ser que en ese estado se produce un tequila adecuado según algunos expertos (Kretchmer, 1998, págs. 71-75), yo sugeriría que se usara otra denominación, o que se distinguiera claramente ese tipo de tequila. También sería interesante conocer su opinión sobre los diferentes tequilas, sus notas de cata, y el efecto de los diferentes procesos, métodos de cocimiento de las cabezas, procesos de destilación, "suelo y clima" (terror de los vinos franceses), etc. en los productos. O sea, me gustaría que se ampliara más lo que se encuentran en la última sección del libro, donde se dan más las opiniones y sentimientos de la autora.

A pesar de la excelente presentación del libro, creo que el libro tiene algunas partes que me parecen fuera de orden o repetitivas, algunas ilustraciones o pies de foto tienen

errores graves (por ejemplo, confundir un estado por otro, o una variedad del agave por otra), y la mayor parte de las referencias citadas en el texto no se encuentran en la sección de Bibliografía, y muchas de las que se encuentran en la Bibliografía no se encuentran citadas en el texto. Además, el uso de los pies de página me parece inconsistente y poco útil. Una cuidadosa revisión editorial en la siguiente versión del libro fácilmente corregirá estos problemas.

En resumen, es una excelente obra sobre el tequila y sus plantas, muy bien producida e ilustrada, y una lectura obligada para todos los mexicanos expertos en el tequila y aficionados en el mundo.

Literatura Citada

- Eguiarte L.E., Silva, A. y Souza, V. 2000. Biología evolutiva de la familia Agavaceae: biología reproductiva, genética de poblaciones y filogenia. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **166**: 131-150.
- Colunga-García Marín. P. J. Coello-Coello, Eguiarte, L.E. y Piñero, D. 1999. Isoenzymatic variation and phylogenetic relations between henequén *Agave fourcroydes* Lem. and its wild ancestor *A. angustifolia* Haw. *American Journal of Botany* **86**: 115-123.
- Gentry, H.S. 1982. *Agaves of Continental North America*. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona, 670 páginas.
- Gil-Vega, K, González, C. M., Martínez V., Simpson, V. J. y Vandermark, G. 2001. Analysis of genetic diversity in *Agave tequilana* var. *Azul* using RAPD markers. *Euphytica* **119**: 335-341.
- Kretchmer, L. 1998. *Mesa Grill guide to tequila*. Black Dog and Leventhal Publishers. New York, NY, EUA.
- Luna Zamora, R. 1991. *La historia del tequila, de sus regiones y sus nombres*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México, D.F.

LA SOCIEDAD MEXICANA DE CACTOLOGÍA, A. C. Y
EL PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE ESPECIES PRIORITARIAS
(PREP)-CACTÁCEAS
CONVOCAN al

1^{er} CONCURSO INTERNACIONAL
SOBRE FOTOGRAFÍA
de
CACTACEAS
y suculentas mexicanas

BASES:

Vigencia a partir de la publicación de la presente hasta el día 30 de octubre del 2003.

1. Las fotografías pueden ser impresiones, transparencias o fotografías electrónicas, en color o en blanco y negro. Para las impresiones se debe incluir el negativo. El costo de la suscripción al concurso es de \$250.00 pesos mexicanos.
2. Cada fotografía debe ir acompañada de la siguiente información:
 - 2.1. Nombre y edad del autor, ocupación, dirección laboral y personal, teléfono y correo electrónico.
 - 2.2. Reseña biográfica del autor (una cuartilla a doble espacio, letra tipo times new roman de 12 puntos, con 2.5 cm de margen en todos los bordes de la hoja).
 - 2.3. Nombre común y científico de la especie de suculenta mexicana que se fotografía.
 - 2.4. Localidad en donde se tomó la fotografía.
 - 2.5. Fecha aproximada en la que se tomó la fotografía.

- 2.6. Indicar si la planta fotografiada es cultivada o de hábitat.
- 2.7. Indicar el estado de desarrollo de la planta fotografiada; esto es, si es una plántula, un juvenil o un adulto reproductivo.
- 2.8. Indicar si es posible el focal y apertura del lente y tiempo de exposición que se utilizó.
3. Todas la fotografías que se reciban pasarán a ser propiedad del acervo fotográfico de la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. (SMC). La SMC se reserva el derecho de utilizar el material en cualquier medio de divulgación y siempre dará el crédito al autor de la fotografía.
4. Todas las fotografías que no cumplan con las clausulas 2.1 a 2.7 quedarán descalificadas.
5. Las fotografías electrónicas deberán enviarse en un disco CD, con una resolución mínima de 300 dpi a tamaño carta desde la digitalización del original (no corregir en programa de computadora, la calidad de la digitalización puede influir en la calificación) y como archivos en formato tiff. Toda fotografía digital que no cumpla con el formato y la resolución no será considerada en el concurso.
6. El primer lugar recibirá una cámara Nikon FM10 con lente de 52 mm, un ejemplar cultivado de *Astrophytum capricorne* y uno de *Sedum clavatum*, un calendario 2004 de la SMC, y un diploma.
7. El segundo lugar recibirá una cámara electrónica marca hp, un ejemplar cultivado de *A. capricorne* y uno de *S. clavatum*, un calendario 2004 de la SMC y un diploma.
8. El tercer lugar recibirá un paquete de libros, un ejemplar cultivado de *S. clavatum*, un calendario 2004 de la SMC y un diploma.
9. Las fotografías premiadas se publicarán en el primer número del volumen 49 de la revista Cactáceas y Suculentas Mexicanas, junto con una breve reseña biográfica del autor.
10. Las fotografías se recibirán hasta el 30 de octubre del 2003 (fecha mata sellos del correo) y deben enviarse por correo a la siguiente dirección:
Dra. María C. Mandujano y/o Gisela Aguilar. Instituto de Ecología, UNAM, Apartado postal 70-275, Ciudad Universitaria, 04510. México, D.F.
11. Para mayor información dirigirse a cactus@miranda.ecologia.unam.mx
12. La premiación dará lugar el día 27 de noviembre del 2003 a las 19:00 horas, durante la reunión mensual de la SMC, en el auditorio de las instalaciones del Jardín Botánico, UNAM.
13. El jurado estará integrado por 5 personas quienes se darán a conocer el día de la ceremonia de premiación, su dictamen será inapelable. Cualquier situación no prevista en esta convocatoria quedará en manos del Jurado.



In memoriam

La obra de un político con espíritu de naturalista

Emiliano Sánchez^{1,2}

Manuel González de Cosío Rivera

La década de los años sesenta marcó el inicio del crecimiento económico, industrial y demográfico del estado de Querétaro, particularmente entre los años de 1961 y 1967 cuando fue Gobernador del Estado el Ing. Manuel González de Cosío. Durante este periodo se creó el Consejo Económico de Querétaro órgano encargado de estudiar las posibilidades de desarrollo en la entidad, generando y promoviendo la instalación de nuevas empresas e instituciones bancarias, además de la redefinición del perímetro urbano de la Ciudad de Querétaro, la creación de nuevos fraccionamientos y la apertura de nuevos caminos en el estado, todo esto acompañado de un notable apoyo a las áreas de salud, educación y cultura.

Una particularidad de la política de gobierno en ese periodo fue que las acciones dirigidas a fomentar el crecimiento económico se vinculaban con la tarea de estudiar y conservar los recursos naturales de la entidad, ya que el Consejo Económico también dictaría las bases técnicas de su aprovechamiento en beneficio del crecimiento social. Con base en este concepto se inició el estudio formal de los recursos naturales de Querétaro, a través de la publicación del primer estudio florístico de la entidad que se llamó "La Flora del Estado de Querétaro" escrita por el Biólogo Ignacio Piña Luján y financiada por el gobierno del estado; en esta obra se describieron por primera vez los factores geológicos fisiográficos y climáticos del estado, además de una lista de aproximadamente 200 especies y un mapa de la vegetación de Querétaro.

Debido a su formación científica como Ingeniero Químico y a su afición por la botánica eco-

nómica, González de Cosío proyectaba el aprovechamiento de los recursos vegetales hacia su uso industrial y comercial, razón por la cual gran parte de su carrera la dirigió al estudio del potencial de la flora mexicana, en particular la de las zonas áridas y semiáridas. Entre sus más destacadas obras se encuentran los libros "Especies Vegetales de Importancia Económica en México" (1997) y "Mejor Nutrición: Contribución a la Salvación de México" (1999); en la primera de estas obras se describe un gran número de especies vegetales de la flora mexicana y algunas introducidas, además de mencionar sus nombres comunes, sus usos reales y potenciales y la referencia de los estudios técnicos y científicos que avalan la información. En la segunda obra demuestra gran interés por el aprovechamiento de los recursos naturales de México en beneficio de la alimentación, destacando la importancia de alimentos como el amaranto y abordando tópicos como la fruticultura y el manejo de praderas cultivadas en zonas semiáridas.

Uno de los proyectos científicos de González de Cosío fue el aprovechamiento a gran escala de las especies conocidas como palma yuca (*Yucca filifera* Chab. y *Yucca valida* T. S. Brandeg. Agavaceae), que son un grupo nativo de las zonas áridas y semiáridas de México. Con la finalidad de desarrollar dicho proyecto, en 1952 se estableció una plantación de estas especies en las afueras de la cabecera municipal de Cadereyta, cuyo objetivo fue servir de prueba piloto para el aprovechamiento de todos sus derivados, ya que son especies con potencial para la fabricación de papel, fibras textiles, aceite y jabón, además de que sus flores son comestibles y la planta entera puede ser bien aprovechada para la reforestación en zonas urbanas y suburbanas pues es ornamental y sus raíces son apropiadas para la retención de suelos.

¹ Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío"

² Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro

Sin embargo, la importancia de la palma yuca en la industria farmacéutica radica en el contenido de sus semillas, pues contienen hasta 8% de las sustancias químicas conocidas como sarsapogeninas que son una mezcla de saponinas y esteroides denominadas genéricamente filiferinas, mismas que son susceptibles de ser transformadas en hormonas sexuales y corticoides como progesterona y cortisona. Otra cualidad de estas semillas es que poco más del 20% de su peso es un aceite cuyo análisis elemental presenta la composición característica de los aceites para cocinar, es decir con un alto contenido de ácido linoleico.

La plantación de yucas establecida en 1952 en Cadereyta aún existe y en ese sitio actualmente se ubica el Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío", que en su nombre y en su quehacer científico otorga un reconocimiento al ex gobernador queretano, dado su interés y contribución al estudio de la flora útil de México. El espacio que ocupa el Jardín Botánico Regional de Cadereyta abarca 11 hectáreas y la plantación de yucas ocupa cinco de ellas, mientras las otras seis hectáreas están cubiertas por vegetación nativa que corresponde al tipo matorral xerófilo crasicaule.

Los objetivos de éste como los de todo jardín botánico son la investigación, la conservación, el manejo y la difusión de la diversidad florística de la región, cumpliendo con los principios esenciales de la biología de la conservación y con la finalidad de contribuir en la mejora de la calidad de vida de los habitantes del estado de Querétaro y de México. Estos propósitos coinciden ampliamente con los ideales expresados por González de Cosío quien en toda su obra profesional siempre vinculó el estudio de los recursos naturales con la búsqueda de estrategias para mejorar la forma en que vive el pueblo mexicano, es por eso que actualmente entre los proyectos de investigación del jardín se encuentra la reactivación del aprovechamiento de la citada plantación de palma yuca ya que ésta es una de las especies características de las zonas áridas y semiáridas de México, incluido el estado de Querétaro.

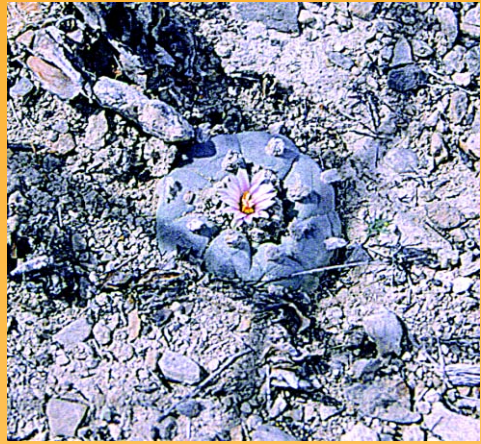
Como reconocimiento por las obras en favor del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales de México impulsadas por el Ing. Manuel González de Cosío Rivera, el Jardín Botánico Regional de Cadereyta que lleva su nombre, y el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, honramos su memoria a través del compromiso de continuar con la investigación y documentación de la basta riqueza natural que nuestro estado posee y que aún brinda alternativas reales para contribuir en la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

Literatura consultada

- Entrevista con el Ing. Manuel González de Cosío.* Revista NTHE. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro. No. 1 Marzo - Abril 1993. 19-21.
- González de Cosío, M. 1997. Especies Vegetales de Importancia Económica en México. Porrúa. 315 p.
- González de Cosío, M. 1999. Mejor Nutrición: Contribución a la salvación de México. Gobierno del Estado de Querétaro. 93 p.
- Gobernadores de Querétaro, Manuel González de Cosío.* Revista Querétaro. Gobierno del Estado de Querétaro. Año III, No. 33 Marzo 1998. 45-47.
- Matuda, E. e I. Piña. 1980. Las plantas mexicanas del Género *Yucca*. Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, Gobierno del Estado de México. México. 145 p.
- Piña, L. I. 1967. La Flora del Estado de Querétaro. Ediciones Culturales del Gobierno del Estado de Querétaro. 62 p.

Páginas de internet consultadas

- www.ilce.edu.mx. Instituto Iberoamericano de la Comunicación Educativa. Hormonas vegetales y animales, feromonas y síntesis de hormonas a partir de sustancias vegetales.



Lophophora williamsii

Lophophora williamsii es el cacto globoso conocido como "peyote". Sus poblaciones se encuentran amenazadas por la colecta debido a que tiene usos mágico religiosos y propiedades psicotrópicas.

Planta globosa con frecuencia aplanada del ápice, de 2 a 6 cm de altura y 4 a 11 cm de diámetro, generalmente de color verde azulado, en ocasiones verde amarillento o con tinte rojizo. Costillas 4 a 14, casi siempre presentes, de altura variable, o formando tubérculos. Areolas distantes entre sí 0.9 a 1.5 cm, circulares, de 2 a 4 mm de diámetro. La edad y el tamaño de la planta son factores que aparentemente determinan el número de costillas en los individuos de poblaciones del norte. Las plantas jóvenes normalmente presentan 5 costillas, las adultas tienen de 5 a 14 ó ninguna.

Su reproducción es tanto vegetativa como sexual. La reproducción vegetativa da como resultado un crecimiento cespitoso debido a los brotes adventicios que salen en la base del tallo-raíz. Este crecimiento es respuesta al daño causado por la colecta o por herbívoros.

En una población conocida las cabezuelas son reproductivas a partir de los 3.5 cm. Florece de marzo a septiembre. Se ha sugerido que la especie es autoincompatible o al menos despliega un sistema de cruce xenogamo. La fructificación se da de julio a septiembre y los frutos se desarrollan y se mantienen escondidos en la lana apical por casi un año. El heteromorfismo de las semillas se puede deber a la posición dentro del fruto.

Su crecimiento es muy lento, requiere más de 5 años para tener 15 mm de diámetro. En una población estudiada se encontró que los individuos presentan de 1 a 34 cabezas y que el 91% está asociado a alguna nodriza.

Tiene una distribución latitudinal de cerca de 1200 km de 20°54' a 29°47' de latitud norte a lo largo de la cuenca del Río Bravo y hacia el sur en la Meseta Central del norte de México, cubriendo los Estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, parte de Durango, Querétaro e Hidalgo. En los Estados Unidos existe en el sur de Nuevo México y en Corpus Cristi, Texas. En cuanto a la altitud, se encuentra a una elevación desde 50 msnm hasta 1850 msnm.

Crece silvestre en terrenos calizos, sobre colinas pedregosas y en las riberas escarpadas de los ríos. Tiene preferencia por los suelos calcáreos y arcillosos de la formación del Cretácico.

Alejandra García Naranjo Ortiz de la Huerta

Fotografías: Jerónimo Reyes

Lab. Dinámica de poblaciones y evolución de historias de vida

Instituto de Ecología, UNAM.