

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas



60 aniversario
1955 - 2015

VOLUMEN 60 No. 4

OCTUBRE - DICIEMBRE 2015

ISSN 0526-717X

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas

Volumen 60 No. 4
Octubre-diciembre 2015

Editor Fundador
Jorge Meyrán

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

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

Etnobotánica
Dr. Javier Caballero Nieto
Jardín Botánico IB-UNAM

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

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

Florística
M. en C. Francisco González Medrano
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

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

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

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

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

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

Asistentes editoriales
Dra. Mariana Rojas Aréchiga
Instituto de Ecología, UNAM
Dra. Guadalupe Malda Barrera
Facultad de Ciencias Naturales, UAQ, campus Juriquilla

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

Impresión
Litográfica Dorantes SA de CV
Se imprimieron 1000 ejemplares, noviembre de 2015
SOCIEDAD MEXICANA DE CACTOLOGÍA, AC

Presidenta Fundadora
Dra. Helia Bravo-Hollis †

Presidente
Christian Brachet Ize

Vicepresidente
Alberto Pulido Aranda

Tesorera
Roxana Mondragón Larios

Vocal
Araceli Gutiérrez de la Rosa

Fotografía de portada:
Yucca filifera
Hugo Cambrón



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

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

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

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

The articles are under the Creative Commons license .

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

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

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

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

Subscription rates: 40.00 USD or 30.00 €.

socmexcact@yahoo.com

www.somecacto.com

Consulta de normas editoriales y revistas con el texto completo:

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



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

La Sociedad Mexicana de Cactología, AC agradece el financiamiento a suscriptores y donativos por productos de difusión de la misma y de Aridamérica A.C.



CACTÁCEAS y suculentas mexicanas

Volumen 60 No. 4 octubre-diciembre 2015



60 aniversario
1955 - 2015

Contenido

Ensayo de densidades de plantación en procedencias de *Yucca filifera* Chabaud en jardín común

Morales-Rangel A, Cambrón-Sandoval VH, Bustos-Ulloa D,
Villegas-Olguín MA, Malda-Barrera G & Suzán-Azpiri H 100

Probables causas de rareza en especies endémicas de la subfamilia Echeverioideae en el estado de Oaxaca

Pérez-Noroña AI & Cervantes C..... 112

Ferocactus recurvus* (Mill.) Borg subsp. *recurvus

Córdova-Acosta E & Zavala-Hurtado JA 128

Contents

Study of plantation densities of *Yucca filifera* Chabaud in a common garden

Morales-Rangel A, Cambrón-Sandoval VH, Bustos-Ulloa D,
Villegas-Olguín MA, Malda-Barrera G & Suzán-Azpiri H 100

Probable causes of rarity of endemic species of subfamily Echeverioideae in the state of Oaxaca

Pérez-Noroña AI & Cervantes C..... 112

Ferocactus recurvus* (Mill.) Borg subsp. *recurvus

Córdova-Acosta E & Zavala-Hurtado JA 128

Ensayo de densidades de plantación en procedencias de *Yucca filifera* Chabaud en jardín común

Morales-Rangel Adriana¹, Cambrón-Sandoval Víctor Hugo*¹, Bustos-Ulloa Diego¹, Villegas-Olgún Marco Antonio¹, Malda-Barrera Guadalupe¹ & Suzán-Azpiri Humberto¹

Resumen

Las especies vegetales del bosque tropical caducifolio se encuentran bajo intensa presión antropogénica; además los cambios en el clima modifican los periodos de latencia de semillas, lo cual, junto con la necesidad de los individuos a desarrollarse en un menor espacio, ocasiona que se disminuya el desarrollo y la capacidad adaptativa de las especies. Se evaluaron tres densidades de plantación: I (5 × 5 cm) alta densidad, II (10 × 10 cm) densidad media y III (20 × 20 cm) baja densidad, bajo un diseño de parcelas divididas. Se observaron mayores incrementos en altura ($P \leq 0.05$) en condiciones de baja densidad en comparación con condiciones de media y alta densidad, a diferencia del diámetro a la base, donde no se estimaron diferencias significativas, finalmente se determinó que el periodo de almacenaje (más de tres años) aunado a altas densidades de plantación, reducen el crecimiento en altura y diámetro de los individuos.

Palabras clave: Crecimiento, densidad, procedencia.

Abstract

Plant natural populations of tropical deciduous forest are under intense natural and anthropogenic pressure, coupled with changes in climate that alter seed dormancy periods, which together with the need for individuals to develop in a smaller space, causes development and adaptive capacity of species to decline. Three planting densities were evaluated: I (5 × 5 cm) high density, II (10 × 10 cm) medium density and III (20 × 20 cm) low density, under a split plot design. Higher growth in height was obtained in low density compared to medium and high densities ($P \leq 0.05$), unlike the diameter at the base, where no significant differences were observed, finally we estimated the storage period (more than three years) coupled with high planting densities, with reduced height growth and diameter of individuals.

Key words: Density, growth, provenance.

Introducción

En las zonas áridas del territorio nacional se han inventariado aproximadamente 6000

especies de angiospermas, de las cuales entre el 50 al 60% son endémicas (Challenger 1998). En la actualidad, a nivel global se experimenta el deterioro de extensas áreas con

¹ Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Ave. de las Ciencias s/n, Deleg. Santa Rosa Jaúregui, Juriquilla, Qro. c.p.76230.

* Autor de correspondencia: hugo.cambron@gmail.com

FOTO 1. Individuo adulto de *Yucca filifera*.

cobertura vegetal, dentro de las cuales las comunidades que comprenden la selva baja caducifolia son de las más afectadas (Hansen *et al.* 2013). En México se estima una pérdida de 545 mil ha/año⁻¹ (Velázquez *et al.* 2002), de las cuales el 4.3% corresponden a sitios de selva baja caducifolia (Bocco *et al.* 2000). Algunas actividades que reducen el área de este tipo de vegetación, son el cambio de uso de suelo y el aumento de áreas agrícolas, una de las especies más afectadas por estas actividades es *Yucca filifera* (Patiño *et al.* 1983), afectando la propagación natural de la especie (Jiménez-Aguilar & Flores 2010) y la distribución actual de las poblaciones de la misma (Matuda & Piña 1980).

Entre las plantas más utilizadas en la medicina tradicional de México son: orégano (*Lippia berlandieri*), jarilla (*Larrea tridentata*), Arbusto de alquitrán (*Flourensia cernua*), árboles de nueces pecan (*Carya illinoensis*) y la palma china (*Y. filifera*). Estudios anteriores revelan que la *Y. filifera*, contiene compuestos bioactivos importantes que pueden ser claramente asociados a la funcionalidad

de los extractos obtenidos a partir de estas plantas (Ruiz-Martínez *et al.* 2011).

Para compensar parte de los efectos de la deforestación se implementan diferentes acciones de conservación y/o manejo de la vegetación, como la creación de áreas naturales protegidas y/o reforestación de áreas degradadas (Vanclay *et al.* 2001); Durán-Medina *et al.* 2007); sin embargo, los resultados en la mayoría de los casos son poco alentadores, en ocasiones, a consecuencia de una mala elección del germoplasma utilizado así como de acciones de manejo del mismo (almacenamiento) lo que puede disminuir su capacidad adaptativa (Sáenz-Romero *et al.* 2003), aunado a una reducción de las condiciones nutrimentales del suelo por efectos de la deforestación, afectando el establecimiento de diversas plántulas en dichos sitios (Madueño-Molina *et al.* 2006).

Existen diversos factores que de forma individual y/o conjunta afectan el buen desarrollo de los individuos; como la intensidad de competencia (espacio) en la que se desarrollan los individuos y la procedencia

CUADRO 1. Procedencias y año de colecta de *Yucca filifera*.

Sitio	Coordenadas	Altitud (m snm)	Año de colecta
1.- Tecozautla, Hidalgo	20° 32' 22.77" N 99° 37' 22.87" O	1696	2008
2.- Tecozautla, Hidalgo	20° 30' 39.01" N 99° 37' 30.94" O	1792	2008
3.- Núñez, San Luis Potosí	22° 39' 9.5" N 100° 30' 14.73" O	1514	2009
4.- Tolimán, Querétaro	20° 48' 36.2" N 99° 54' 28.7" O	1813	2012
5.- Tolimán, Querétaro	20° 49' 02.9" N 99° 54' 41.4" O	1790	2012
6.- Tolimán, Querétaro	20° 49' 33.3" N 99° 53' 55.7" O	1871	2012
7.- San Felipe, Guanajuato	21° 26' 6.9" N 101° 24' 17.5" O	2449	2012

del germoplasma, las cuales influyen en la supervivencia, y crecimiento de la planta; (Zobel & Talbert 1992; Cambrón-Sandoval *et al.* 2013a). Dicha competencia se intensifica a nivel intra-específico (mismo origen parental), afectando desde la capacidad de dispersión y viabilidad de semillas de las especies hasta la supervivencia de las mismas (Flores-Martínez *et al.* 1998), así como posteriormente al manejo del germoplasma colectado (almacenamiento) alteran la capacidad germinativa de estas especies (Cambrón-Sandoval *et al.* 2013b).

Generalmente, el tiempo dentro de los ensayos de procedencia de germoplasma para definir la selección de los mejores sitios de origen es prolongado (Cambrón-Sandoval *et al.* 2013a), ya que en la mayoría de los ensayos no se toma en cuenta que el desempeño de los genotipos, no sólo depende de las condiciones bajo las cuales se desarrolla el individuo (condiciones del sitio), sino también de la densidad de plantación (Harms *et al.* 2000). Se ha determinado que reducir los espaciamientos de crecimiento puede afectar el desarrollo de

los individuos (Harms *et al.* 2000; Sánchez-Vargas & Vargas-Hernández 2007) y llega a aumentar la mortalidad (García-Leite *et al.* 2006). Asimismo, se ha estimado que reduce el tiempo efectivo de selección, ya que, con espacios reducidos los individuos expresan su potencial competitiva con anterioridad (Bouvet *et al.* 2003). En la mayoría de estudios sólo se manipula una variable para determinar cambios en el desempeño de los genotipos, como las variaciones ambientales, el tipo de suelo (Grubb 1977), la densidad de plantación (Harms *et al.* 2000), o la edad de selección (Bouvet *et al.* 2003).

En el presente estudio se evaluó el efecto de niveles de densidad de plantación y el periodo de almacenamiento de semillas de 7 procedencias de *Y. filifera*, sobre el crecimiento en altura y diámetro a la base.

Material y métodos

Yucca filifera Chabaud

Planta arborecente, de más de 10 m de altura, muy ramificada. Hojas de hasta 55 cm de largo

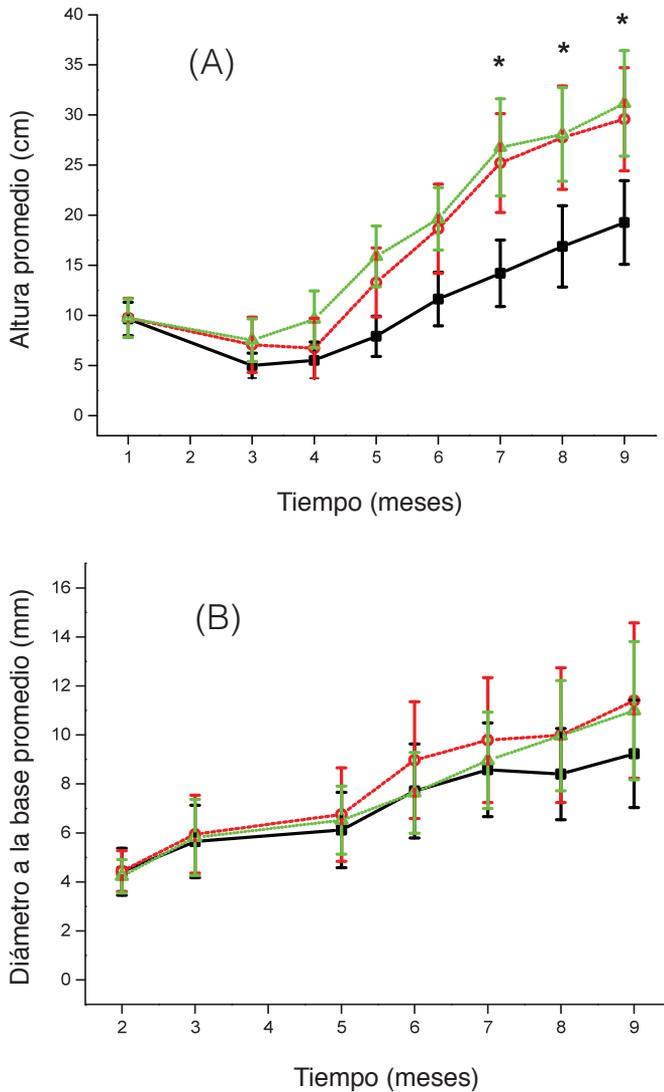


FIGURA 2. Altura promedio (A) y diámetro a la base promedio (B) en diferentes condiciones de competencia. Donde: ■=Alta densidad (I), ●=Media densidad (II) y ▲=Baja densidad (III) (*indica diferencias significativas entre procedencias $P \leq 0.05$).

vivero y campo, ya que la condición de vivero se ve limitada por el contenedor y la de campo por las variables microambientales). El contenedor consistió en un cajón de madera con un largo 2.44 m \times 1.5 m de ancho y 60 cm de alto. El sustrato del cajón se conformó con capas de 20 cm de espuma volcánica gruesa, 10 cm de tierra de

encinar y 20 cm de turba de musgo *Sphagnum*, perlita expandida y vermiculita en proporción de 2:1:1 en volumen (las proporciones utilizadas se basaron en la imitación de diferentes capas de suelo que penetra el sistema radicular, partiendo de una capa con disponibilidad de recursos hasta una capa de roca volcánica).

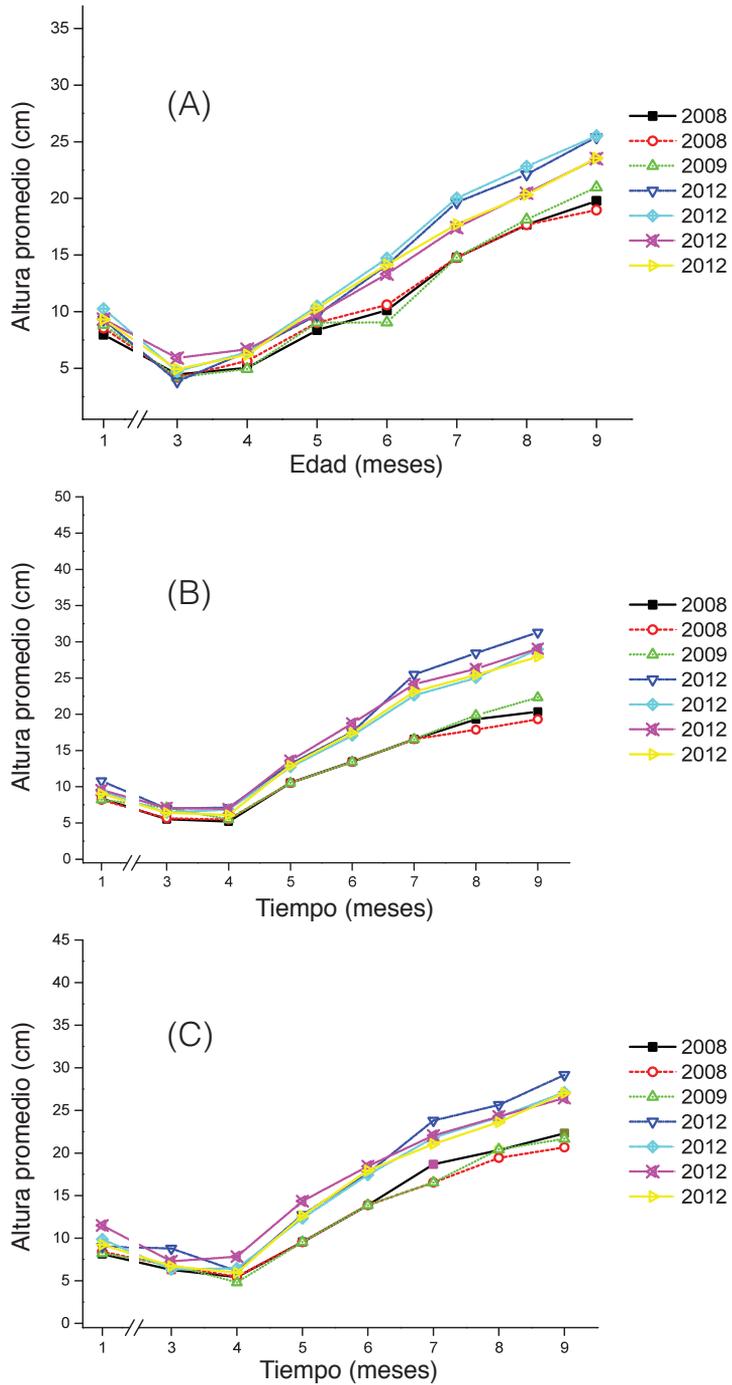


FIGURA 3. Altura promedio de procedencias de *Yucca filifera* en diferentes condiciones de competencia (A) Alta densidad, (B) Media densidad y (C) Baja densidad.

Las procedencias se sometieron a un ensayo de competencias por densidad de plantación, estableciendo las siguientes condiciones de distancia entre plantas: (I) alta densidad (5×5 cm), (II) densidad media (10×10 cm) y (III) baja densidad (20×20 cm); todas con parcelas distribuidas aleatoriamente. El diseño experimental consistió de tres condiciones de competencia, tres repeticiones por competencia y cuatro individuos por competencia como unidad experimental (Fig. 1). Se establecieron fajas de protección (plantas de procedencias distintas a las utilizadas en el ensayo) en los perímetros de cada condición para evitar el efecto de borde. La condición de baja densidad representó un ambiente sin competencia, es decir un ambiente de libre desarrollo de las plántulas a lo largo de todo el periodo de evaluación.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza con el procedimiento Mixto (Mixed) de (SAS 1999), para determinar el efecto de la condición de competencia sobre el desarrollo en altura y diámetro a la base del tallo. Se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + R_j + P_k + CR_{ij} + CP_{ik} + CRP_{ijk} + e_{ijkl}$$

Dónde: Y_{ijkl} es el valor observado del l -ésimo individuo de la k -ésima procedencia, en la i -ésima condición de competencia en la j -ésima repetición; μ es el valor promedio de la población; C_i es el efecto de la i -ésima condición de competencia; R_j es el efecto de la j -ésima repetición; P_k es el efecto de la k -ésima procedencia; CR_{ij} es el efecto de la interacción de la i -ésima condición de competencia con la j -ésima repetición; CP_{ik} es el efecto de la interacción de la i -ésima condición de competencia con la k -ésima procedencia; CRP_{ijk} es el efecto de la interacción de la i -ésima condición de competencia con la j -ésima repetición y con la k -ésima procedencia; y e_{ijkl} es el error dentro de parcela.

Resultados

Para la altura total a 9 meses de crecimiento dentro del ensayo de jardín común se observaron promedios de 23.56 ± 4.94 cm dentro de la condición de alta densidad de plantación (I), 27.92 ± 7.59 dentro de la media densidad de plantación (II) y 27.05 ± 6.57 dentro de la baja densidad de plantación (III) (Fig. 2A).

Para el diámetro a la base del tallo no se observaron diferencias significativas entre condiciones de competencia ($P=0.104$) a lo largo del desarrollo del experimento, los promedios en diámetro a la base a 9 meses de desarrollo fueron: 10.75 ± 2.02 mm dentro de la condición I, 12.87 ± 2.37 mm dentro de la condición II y 11.41 ± 1.74 mm dentro de la condición III (Fig. 2B).

A nivel de procedencia, para la variable altura total dentro de la condición de alta densidad de competencia (I) se observó un crecimiento 22% superior en procedencias colectadas dentro del año 2012, en comparación con procedencias colectadas dentro de los años 2008 y 2009 (Fig. 3A), sin embargo no se observaron diferencias significativas entre procedencias a lo largo del periodo de evaluación ($P=0.112$).

Para la condición de media densidad de competencia (II), se reflejaron diferencias significativas entre procedencias ($P \leq 0.05$) sobre todo entre procedencias colectadas en el periodo 2008-2009 y las colectadas dentro del periodo 2012 (Fig. 3B), pues fue posible observar un 38% más en el crecimiento de las procedencias colectadas recientemente (2012) en relación a las colectadas tres y cuatro años atrás. Finalmente para la condición de baja densidad de competencia (III), las diferencias significativas en el crecimiento entre procedencias se mantuvo

($P \leq 0.05$), reflejando 29% de diferencia en el incremento entre procedencias colectadas en 2012 y procedencias colectadas durante los años 2008-2009 (Fig. 3C).

Para la variable diámetro a la base del tallo dentro de la condición de alta densidad de plantación se observó un incremento del 31% mayor en el crecimiento entre la procedencia siete (colectada en 2012) respecto a la procedencia uno (colectada en 2008), evidenciando diferencias significativas entre procedencias ($P \leq 0.05$) dentro de esta condición de competencia (Fig. 4A).

Para la condición de media densidad de plantación (II), las diferencias en el crecimiento total se mantiene ($P \leq 0.05$) entre procedencias colectadas en el periodo 2008-2009 y las colectadas en el 2012 (Fig. 4B). Para la baja densidad de plantación (III), las diferencias entre procedencias se disipan ($P = 0.093$), sin embargo se mantiene un crecimiento superior (22%) entre procedencias colectadas en 2012, en referencia a las colectadas dentro del periodo 2008-2009 (Fig. 4C).

Discusión

A partir del séptimo mes de evaluación se observó que el efecto de la densidad de plantación fue más evidente entre los individuos, coincidiendo con algunos estudios que reportan dicho efecto, como McPherson y Wright (1989), que obtuvieron un incremento del 12.3% superior en plantas de baja densidad de plantación en relación a plantas bajo una densidad elevada.

Las diferencias en el crecimiento asociadas directamente a la densidad de individuos por unidad de área se estimaron en *Pachycereus pringlei*, con crecimientos superiores de las plantas que se desarrolla-

ron en bajas densidades de plantación, a diferencia de plantas en densidades elevadas (Bacilio *et al.* 2011). Dichas diferencias entre densidades de plantación pueden ser causadas por la competencia directa por los nutrientes en el suelo, pues dentro de elevadas densidades de plantación los nutrientes por unidad de área son menores. Burger & Louda (1994) estimaron diferencias en el crecimiento de *Opuntia fragilis* asociadas a la cantidad de nutrientes por la densidad de individuos con crecimientos superiores dentro de bajas densidades de individuos en comparación con densidades elevadas. De la misma forma las elevadas densidades modifican la humedad del sustrato y la cantidad de radiación solar, como reportan Martínez-Berdeja & Valverde (2008), que estimaron diferencias significativas en el crecimiento de *Coryphantha werdermannii* bajo diferentes condiciones de radiación solar y humedad relativa del sustrato. No se observaron diferencias en el ritmo de crecimiento en los estudios de campo, en donde las condiciones son de libre desarrollo (sin competencia), como se determinó en un estudio de campo de Esque *et al.* (2015), en donde las condiciones ambientales no son controladas, del total de 53 plántulas de *Yucca brevifolia* ensayadas el crecimiento durante el mismo año de colecta (1989) fue de 21.5 ± 6.4 cm de altura, resultado inferior a los estimados dentro del presente estudio.

A nivel de procedencia se evidenció que el periodo de colecta afecta la capacidad de desarrollo de los individuos, con desarrollos inferiores en procedencias colectadas tres y cuatro años atrás en comparación con individuos colectados y propagados dentro del mismo año de desarrollo del experimento (2012). Se obtuvieron resultados similares para *Ferocactus robustus*, colectadas con dos

FOTO 2. Individuos de *Yucca filifera*.

años de diferencia, dentro de los cuales no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de germinación pero si en el desarrollo de las plántulas (17% menos de crecimiento) (Navarro & González 2007). Diferencias menos evidentes se obtuvieron en un estudio de *Mammillaria magnimamma* bajo diferentes condiciones ambientales, con diferencia de un año entre periodos de colecta (Ruedas *et al.* 2000).

Los resultados evidenciaron que la densidad de plantación inicial afectó el desarrollo de las plántulas de las diferentes procedencias de *Y. filifera* evaluadas. Si bien los resultados tendrían que ser replicados en ensayos de campo para determinar una densidad ideal en futuros programas de restauración y/o reforestación con dicha especie, es posible determinar la densidad máxima en dichos programas ($1\ 650\ ha^{-1}$).

Adicionalmente se observó que procedencias colectas con cuatro y tres años de anticipación a la fecha de inicio del ensayo, presentaron desarrollos menores a individuos colectados dentro del mismo año del ensayo (2012), sugiriendo que se presenta un fenómeno de pérdida de vigor, por lo cual se puede especular que el periodo máximo de almacenaje recomendable de la semilla dentro de bancos de germoplasma sea de cuatro años. En conjunto los resultados resumen acciones para el manejo de las procedencias de *Y. filifera*.

En síntesis, el mayor efecto de la densidad de plantación inicial se observó en la variable altura a partir del séptimo mes de establecido el ensayo de jardín común.

Se estimó que con tres años de almacenamiento de semillas de *Y. filifera*, se reduce el crecimiento de las plántulas en las

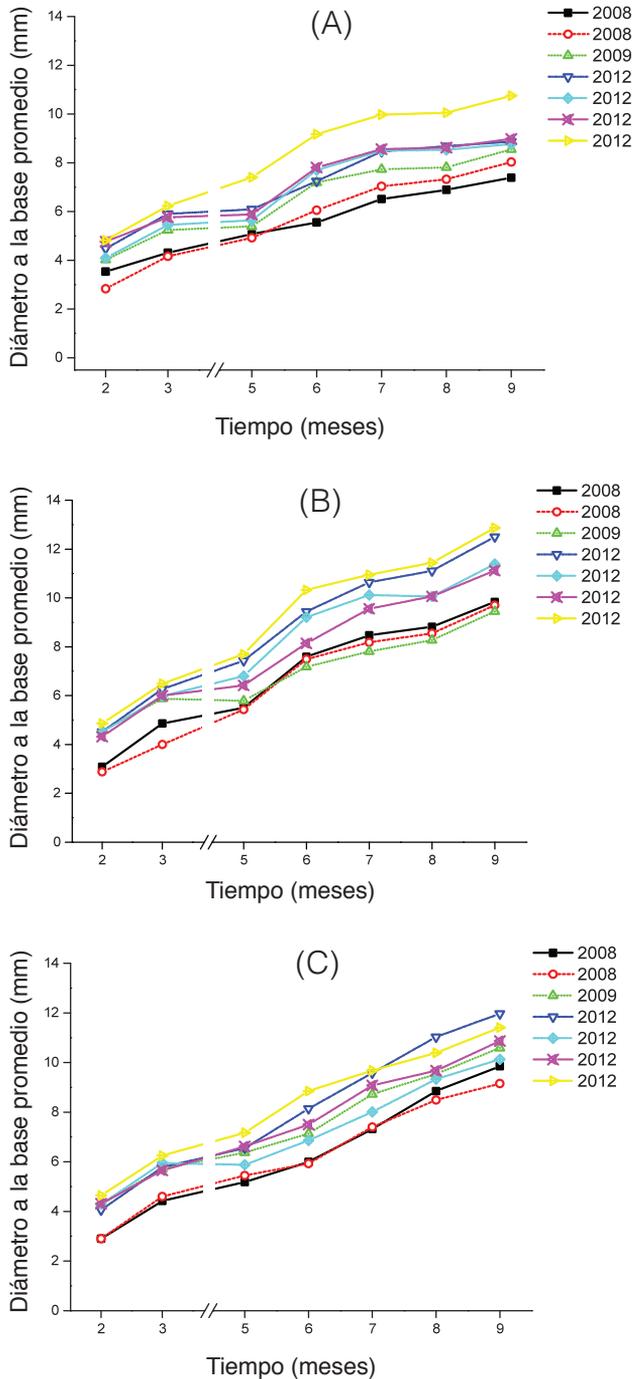


FIGURA 4. Diámetro a la base promedio de procedencias de *Yucca filifera* en diferentes condiciones de competencia Donde: (A) Alta densidad (I), (B) Media densidad (II) y (C) Baja densidad (III).

variables evaluadas en relación a individuos colectados durante el año del ensayo.

Las altas densidades iniciales de plantación reducen significativamente el crecimiento de los individuos.

Agradecimientos

Fondo para el Fortalecimiento de la Investigación de la UAQ-2013, número 1299, Nue: 4131, Programa: 20501155 02.05.02.

Literatura citada

- Bocco G, Velázquez A & Torres A. 2000. Comunidades indígenas y manejo de recursos naturales: Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia* **25**:9-19.
- Bouvet JM, Vignerón P, Gouma R & Saya A. 2003. Trends in variances and heritabilities with age for growth traits in *Eucalyptus* spacing experiments. *Silvae Genet* **52**:121-133.
- Burger JC, Louda SM. 1994. Indirect versus direct effects of grasses on growth of a cactus (*Opuntia fragilis*): insect herbivory versus competition. *Oecol* **99**:79-87.
- Cambrón-Sandoval VH, Sánchez-Vargas N, Sáenz-Romero C, Vargas-Hernández JJ, España-Boquera ML & Herrerías-Diego Y. 2013a. Genetic parameters for seedling growth in *Pinus pseudostrobus* families under different competitive environments. *New Forests* **44**:219-232.
- Cambrón-Sandoval VH, Malda-Barrera G, Suzán-Azpiri H & Díaz-Salim JF. 2013b. Comportamiento germinativo de semillas de *Yucca filifera* Chabaud con diferentes periodos de almacenamiento. *Cact Suc Mex* **59**:82-88.
- Challenger A. 1998. *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Durán-Medina E, Mas JF & Velázquez A. 2007. Cambios en las coberturas de vegetación y uso del suelo en regiones con manejo forestal comunitario y áreas naturales protegidas de México. En Bray D, Merino L & Barry D (eds.). *Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales*. México DF, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).
- Flores-Martínez A, Ezcurra E & Sánchez-Colón S. 1998. Water availability and the competitive effect of a columnar cactus on its nurse plant. *Acta Oecol* **19**:1-8.
- García-Leite H, Saraiva-Nogueira G & Maurício-Moreira A. 2006. Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de *Pinus taeda* L. *Rev Árvore* **30**:603-612.
- García-Mayén JA, Vela-Correa G, Rodríguez-Gamiño, MDL & Acevedo-Sandoval OA. 2012. Características de los suelos asociados con la distribución y abundancia de *Ariocarpus bravoanus* en la Estación Nuñez Guadaluca en San Luis Potosí, México. *Cact Suc Mex* **57**:100-113.
- Grubb PJ. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biol Rev* **52**:107-145.
- Hansen MC, Potapov PV, Moor R, Hancher M, Turubanova SA, Tyukavina A, Thau D, Stehman SV, Goetz SJ, Loveland TR, Komareddy A, Egorov A, Chini L, Justice CO & Townshend JRC. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* **342**:850-853.
- Harms WR, Whitesell CD, DeBell DS. 2000. Growth and development of loblolly pine in a spacing trial planted in Hawaii. *For Ecol Manage* **126**:13-24.

- Hernández M, Chávez A & Bourges H. 1977. *Valor nutritivo de los alimentos mexicanos*. Instituto Nacional de la Nutrición, México, D. F. México.
- Jiménez-Aguilar A & Flores J. 2010. Effect of light on seed germination of succulent species from the southern Chihuahuan Desert: comparing germinability and relative light germination. *J PACD* **12**:12–19.
- Madueño-Molina A, García-Paredes D, Martínez-Hernández J & Rubio-Torres C. 2006. Germinación y desarrollo de plántulas de frijolillo *Rhynchosia minima* (L) DC en condiciones de salinidad. *Terra Latinoamericana* **24**:47-54.
- Martínez-Berdeja A & Valverde T. 2008. Growth response of three globose cacti to radiation and soil moisture: an experimental test of the mechanism behind the nurse effect. *J Arid Environ* **72**:1766-1774.
- Matuda E & Piña L. 1980. *Las plantas mexicanas del género Yucca*. Colección Miscelánea Estado de México. Serie F.
- McPherson GR & Wright AH. 1989. Direct effects of competition on individual juniper plants: A field study. *J Appl Ecol* **26**:979-988.
- Navarro MC & González EM. 2007. Efecto de la escarificación de semillas en la germinación y crecimiento de *Ferocactus robustus* (Pfeiff.) Britton & Rose (Cactaceae). *Zonas Áridas* **11**:195-205.
- Patiño VF, De la Garza P, Villagómez YA, Talavera IA & Camacho FM. 1983. Guía para la Recolección y Manejo de Semillas de Especies Forestales. Boletín Divulgativo No. 63. INIF, México.
- Ruedas M, Valverde T & Castillo-Arguero S. 2000. Respuesta germinativa y crecimiento de plántulas de *Mammillaria magnimamma* (Cactaceae) bajo diferentes condiciones ambientales. *Bol Soc Bot Mex* **66**:25–35.
- Ruiz-Martínez J, Ascacio JA, Rodríguez R, Morales D & Aguilar CN. 2011. Phytochemical screening of extracts from some Mexican plants used in traditional medicine. *J Med Plant Res* **5**:2791-2797.
- Sáenz-Romero C & Tapia-Olivares BL. 2003. *Pinus cocarpa* Isoenzymatic Variation Along an Altitudinal Gradient in Michoacan, Mexico. *Silvae Genetica* **52**:237-240.
- Salas de León SN, García-Mendoza A & Reyes AJA. 1999. Distribución geográfica y ecológica de la flora amenazada de extinción en la zona árida del estado de San Luis Potosí, México. *Polibotánica* **10**:1-21.
- Sánchez-Vargas NM. & Vargas-Hernández JJ. 2007. Competencia y su relación con los parámetros genéticos en clones de eucalipto. *Ciencia e Investigación Forestal-Instituto Forestal/Chile*. **13**:361.369.
- SAS INSTITUTE, INC. 1999. SAS / STAT® User's Guide For Personal Computers, Version 8, Cary, North Carolina, USA.
- Vanclay JK, Bruner GA, Gullison ER, Rice RE & Fonseca AG. 2001. The effectiveness of parks. *Science* **293**:1007a.
- Velázquez A, Mas JF, Díaz-Gallegos JR, et al., 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica insemarnat México* **62**:21-37.
- Zamudio S, Rzedowski J, Carranza E & Calderón de Rzedowski G. 1992. *La Vegetación en el Estado de Querétaro*. Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Querétaro. Querétaro, Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional Bajío, Pátzcuaro.
- Zobel B & Talbert J. 1992 *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. Limusa, México.

Probables causas de rareza en especies endémicas de la subfamilia Echeverioideae en el estado de Oaxaca

Pérez-Noroña Aminta Iraís^{1*} & Cervantes Cristian¹

Resumen

La familia Crassulaceae, de distribución cosmopolita, se encuentra dividida en seis subfamilias. Una de ellas es la subfamilia Echeverioideae la cual cuenta con siete géneros aceptados. En el estado de Oaxaca es donde se registra el mayor número de especies de la subfamilia Echeverioideae y también registra un número alto de endemismos. Con información obtenida de bases de datos digitales se realizó un análisis de distribución potencial para la familia Crassulaceae para el estado de Oaxaca. Se seleccionaron las especies de la subfamilia Echeverioideae que se registran en el estado, posteriormente las especies que son endémicas para el estado y por último se hizo una revisión de la NOM-059-SEMARNAT para conocer qué especies de la subfamilia se encuentran incluidas en la lista. Con los datos obtenidos se hizo una evaluación para los criterios de rareza establecidos por Rabinowitz *et al.* (1986). Solo dos especies cumplen con los requisitos para nombrarlas raras, *Echeveria laui* y *Graptopetalum macdougallii*, para el resto de las especies faltó información relacionada con el tamaño de población, por este motivo es importante que se lleven a cabo estudios sobre dinámicas poblacionales, así como ecológicos para conocer mejor sus especificidades de hábitat.

Palabras clave: Crassulaceae, suculenta, REMIB.

Abstract

The Crassulaceae family, of cosmopolitan distribution, is divided into six subfamilies. One is the Echeverioideae subfamily that has seven accepted genera. Oaxaca registers the greatest number of species of the subfamily and has a high number of endemic species. With information from digital databases an analysis of potential distribution for family Crassulaceae in Oaxaca was performed. Echeverioideae species of the subfamily that are registered in the state were selected, as well as the endemic species to the state and finally we made a review of the NOM-059-SEMARNAT to know which species of the subfamily are included in the list. With the data obtained an evaluation of rarity criteria established by Rabinowitz *et al.* (1986) was done. Only two species had the characteristics to be named as rare, *Echeveria laui* and *Graptopetalum macdougallii*. We lacked information related to population size for the other species. Population dynamics studies are very important for the better understanding of their dynamics and their habitat specificity.

Keywords: Crassulaceae, succulent, REMIB.

¹ Herbario FESA, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Av. Guelatao 66, Col. Ejército de Oriente, Del. Iztapalapa, C.P. 09230, México, D.F.

* Autor de correspondencia: amintaperez@hotmail.com

Introducción

La familia Crassulaceae tiene una distribución cosmopolita, con mayor riqueza en Sudáfrica, la región del Mediterráneo, Asia Central y México (Rzedowski & Rzedowski 2005). Contiene aproximadamente 1500 especies y 38 géneros a nivel mundial. En México, se presentan 12 géneros con más de 300 especies (Thiede 1995).

Este grupo de plantas suelen ser hierbas suculentas o arbustos con tallos suaves, tienen hojas enteras o pinnadas, generalmente carnosas y aglomeradas en una roseta basal o apical en las ramas o bien, distribuidas a lo largo del tallo en forma opuesta, alterna o verticilada; sus flores por lo común son hermafroditas, radialmente simétricas, de forma usual pentámeras, aunque en algunos géneros son tetrámeras, de colores vistosos como amarillo, anaranjado, rojo, rosa, blanco o combinaciones de ellos, presentan uno o dos verticilos de estambres; el gineceo es súpero, con los carpelos libres y en el mismo número de sépalos y pétalos; el receptáculo presenta una escama nectarífera en la base de cada carpelo; sus frutos tienen forma de folículos por lo general libres y presentan de una a numerosas semillas (Watson & Dallwitz 1991).

Estos taxa tienen preferencia por afloramientos rocosos, riscos, laderas escarpadas, paredes verticales de cañadas y cañones, enclaves xerófitos, etc. Se distribuyen en un gradiente altitudinal que va desde los 150 a los 3500 m snm, siendo el rango de 1500 a 2500 m snm en donde se establecen mejor. El grupo se encuentra mejor representado dentro de comunidades vegetales establecidas en climas templados, regiones áridas y semiáridas (Barrie 2013). Se presentan con mayor diversidad en ciertos tipos

de vegetación por un lado, de ambiente templado como los bosques de *Quercus*, los de *Quercus-Pinus*, bosque mesófilo de montaña, bosque de *Pinus*, de *Abies*, etc. Por otro lado, otro subgrupo muestra preferencia por ambientes áridos, como matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio y pastizal (Meyrán & López 2003).

Berger (1930) realizó una revisión taxonómica de la familia Crassulaceae dividiéndola en seis subfamilias: Crassuloideae, Kalanchoideae, Cotyledonoideae, Sempervivoideae, Sedoideae y Echeverioideae. Pérez-Cálix y Franco Martínez (2004) registran siete géneros con 82 especies y cinco variedades de taxones reconocidos de la familia para el estado de Oaxaca. La subfamilia Echeverioideae se caracteriza por presentar plantas con inflorescencia lateral, pétalos casi siempre unidos en la base principalmente erectos o por lo menos en la mitad inferior, a menudo gruesos o carnosos. De los siete los géneros aceptados para esta subfamilia, *Echeveria*, *Graptopetalum* y *Thompsonella* se presentan en el estado de Oaxaca (Cuadro 1) con 47 especies, 26 endémicas del estado.

Suárez-Mota y Villaseñor (2011), describen a un taxón endémico como aquel que restringe su distribución a una región específica, ya sea natural (por ejemplo una provincia biogeográfica) o política (un país, un estado, etc.). Según Rabinowitz *et al.* (1986), una distribución geográfica restringida, especificidad en el hábitat y un bajo tamaño poblacional definen la rareza que puede presentar una especie (Peterson & Watson 1998). No todas las especies endémicas son raras así como no todas las raras son necesariamente endémicas pero dependiendo de la escala geográfica pueden estar relacionadas (Isik 2011).

CUADRO 1. Géneros de la subfamilia Echeverioideae en el estado de Oaxaca. Modificado de Pérez-Cálix & Franco-Martínez (2004).

Género	Distribución geográfica	Especies totales en Oaxaca	Especies endémicas en Oaxaca
<i>Echeveria</i>	EUA (SW de Texas) a Sudamérica	42	24
<i>Graptopetalum</i>	EUA (Arizona) al sur de México (Oaxaca)	2	1
<i>Thompsonella</i>	Centro de México (Mich., Méx., Mor., Pue., Tlax., Oax.)	3	1

El objetivo de este estudio es analizar las probables causas de rareza en las especies de la subfamilia Echeverioideae en el estado de Oaxaca, utilizando variables ambientales y la distribución de las especies.

Material y métodos

Para la obtención de registros botánicos se utilizaron ejemplares de la familia Crassulaceae en el estado de Oaxaca obtenidos de las colecciones virtuales de Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB) y Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO). Los especímenes históricos que carecieron de referencias geográficas se ubicaron mediante localización en cartas topográficas escala 1:50 000 y el programa Google Earth. Se obtuvieron los datos de cada variable para México a través de la consulta y descarga de cartografías temáticas en el portal de Geoinformación de CONABIO e INEGI (INEGI 2012). Con el programa ArcGIS 10.2 (ESRI 2012) se generaron las capas con la información de las variables para Oaxaca. Las variables utilizadas fueron: precipitación media anual, rangos de temperatura, humedad en clases, tipos de vegetación y altitud. A éstas se les extrajeron los valores correspondientes a cada punto de muestreo. Estos valores se registraron a manera de porcentaje de individuos presentes en los intervalos de cada variable, reconociéndose como

el potencial de encontrar especímenes de la familia Crassulaceae en el intervalo específico de cada variable. Con ArcGis 10.1 (ESRI 2012) y los mapas reclasificados se realizó el análisis de las variables para generar el potencial de presencia de las especies generando un mapa predictivo del potencial de distribución de las especies de la familia Crassulaceae para el estado de Oaxaca. Con la información generada de este mapa se obtuvieron los valores de cada variable para las especies obtenidas de las colecciones virtuales de la subfamilia Echeverioideae.

Para aplicar el criterio de rareza según Rabinowitz *et al.* (1986), solo se contemplaron a las especies presentes en la base de datos, de éstas se seleccionaron las especies endémicas para el estado de Oaxaca, también se tomó en cuenta su aparición en la NOM-59-SEMARNAT (SEMARNAT 2010), así como en las propuestas realizadas por Pérez-Cálix y Franco-Martínez (2004). En el Cuadro 2, se pueden observar en negritas las especies seleccionadas para analizar sus posibles requerimientos ambientales.

Resultados

Se conformó una base de datos con 48 registros consultados de la subfamilia Echeverioideae en la zona de estudio correspondiente a 29 especies (Fig. 1; Cuadro 2; Fotos 1-6). De éstos, el 70% necesitaron

referencias geográficas, por lo que se les localizó cartográficamente. Se obtuvieron los porcentajes de individuos presentes de la familia Crassulaceae en cada una de ellas (Cuadro 3). Para clasificar los resultados en el mapa, se generaron intervalos en donde se presentaban los máximos y mínimos potenciales de las variables analizadas. Se observa en distintos tonos de verde zonas que presentan la más alta probabilidad para la presencia de los individuos, debido a que en ellas confluyen los mayores potenciales para cada variable. En tonos amarillos y anaranjados se muestran áreas con menos potencial debido a que las variables de humedad, precipitación y vegetación no se encuentran en los intervalos óptimos para el establecimiento de estas plantas. Por último en tonos rojos se observan zonas en donde las variables se encuentran en su mínimo potencial o no hay registros (Fig. 2). Posteriormente, se localizaron los 48 registros botánicos de la subfamilia Echeverioideae en este mapa y se extrajeron los valores para cada variable y así poder generar un cuadro con las características de las variables utilizadas de cada especie (Cuadro 2).

Las especies seleccionadas para establecer el criterio de rareza fueron ocho, a las cuales se les registró las condiciones ambientales en las que habitan (Cuadro 2). El mapa generado para conocer la distribución potencial muestra que solo dos especies están en las zonas donde es menos probable encontrar especies de la familia Crassulaceae. Tanto *Echeveria laui* como *Graptopetalum macdougallii* presentan una preferencia por climas cálidos, vegetación de Bosque tropical caducifolio y baja altitud que va de los 500 a los 751 m snm. Para *E. laui* se registró una precipitación que va de los 400 a 600 mm, humedad BSO que corres-

ponde a ambientes secos. La precipitación para *G. macdougallii* van de los 1500 a 2000 mm con una humedad de tipo w2.

Discusión

Las ocho especies seleccionadas presentaban un alto grado de endemismo, este término no es lo mismo que rareza, pero pueden estar relacionados ya que cuando las poblaciones son pequeñas es posible que presenten rangos geográficos restringidos (Montenegro 2006). De las ocho especies solo dos presentaron especificidad de hábitat, *Echeveria laui* y *Graptopetalum macdougallii* se presentan en las zonas donde las condiciones ambientales no son las que probablemente prefieren las especies de la familia Crassulaceae. Las condiciones ambientales evaluadas no son los únicos factores extrínsecos que una planta pudiera necesitar para su establecimiento y desarrollo, De la Cruz-López (2013) encontró que el nodricismo, en arbustos como en rocas, es un factor que favorece en el establecimiento y supervivencia de *Echeveria peacockii*. Para conocer el tamaño de la población se tomó en cuenta a la NOM-059-SEMARNAT ya que en ella se enlistan las especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo y uno de sus criterios de selección es la reducción de las poblaciones. Los taxones que aparecen en la norma son: *E. laui*, *E. setosa* var. *deminuta*, *E. setosa* var. *minor*, *E. setosa* var. *oteroi* y *G. macdougallii*, todos estos taxones están categorizados como en peligro de extinción, lo que supondríamos que sus poblaciones están seriamente amenazadas. De acuerdo a nuestras observaciones podemos afirmar que *E. laui* y *G. macdougallii* pueden ser consideradas como especies raras ya que

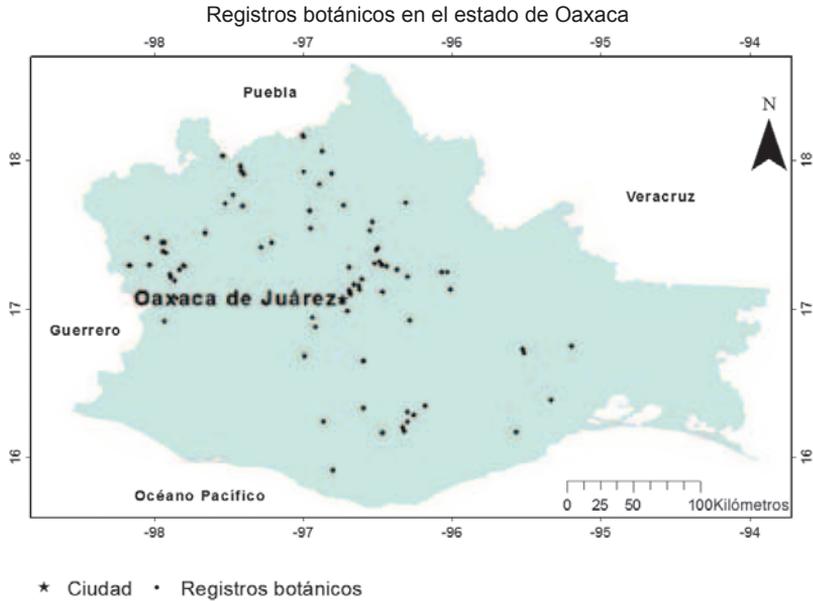


Figura 1. Sitios de colecta de ejemplares botánicos.

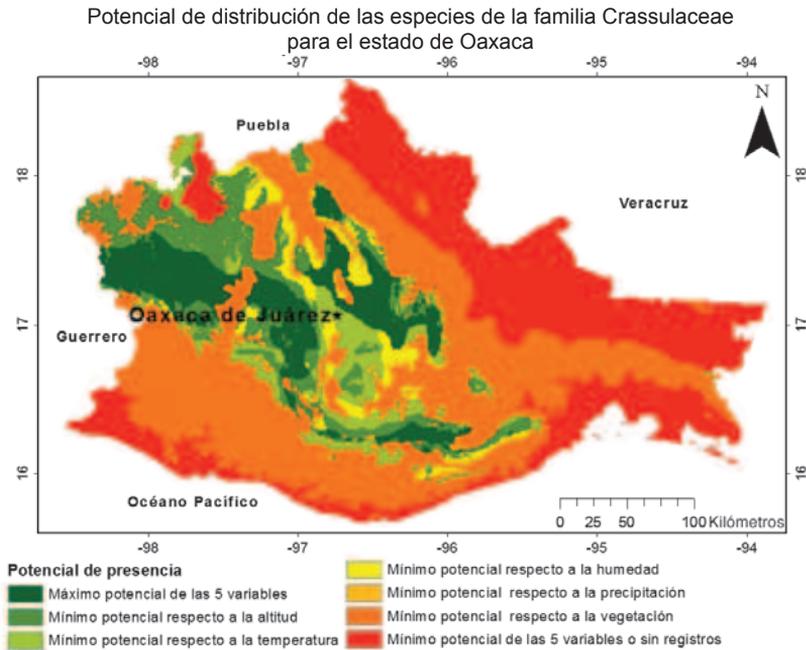


Figura 2. Mayor frecuencia de especies con las mejores condiciones ambientales de la familia Crassulaceae.

Jerónimo Reyes

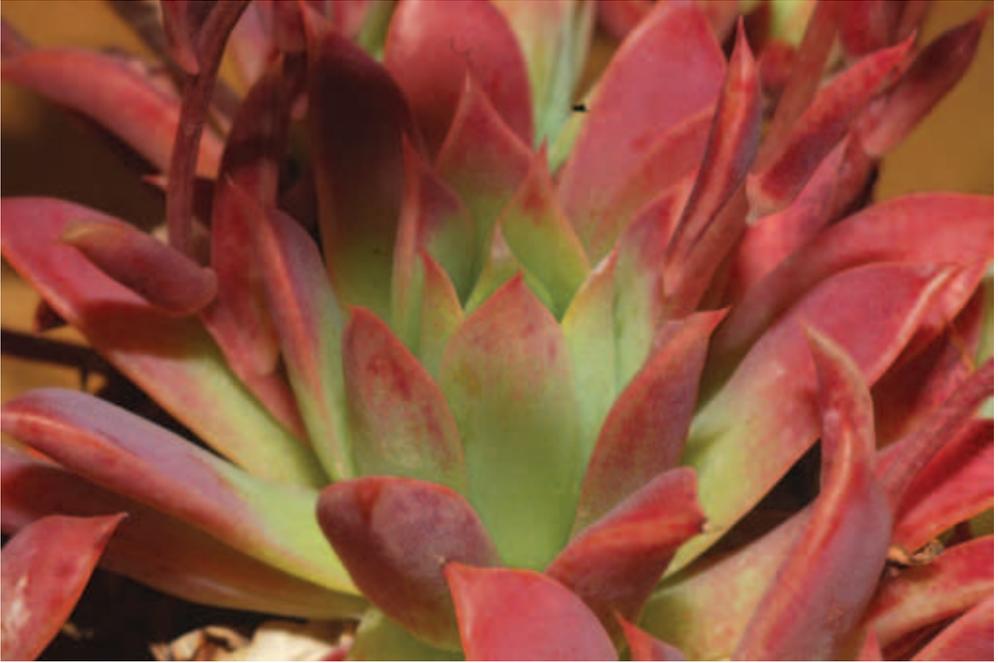


FOTO 1. *Graptopetalum macdougalii*.

Jerónimo Reyes



FOTO 2. *Sedum mesoamericanum*.

CUADRO 2. Lista de especies de la subfamilia Echeverioideae en Oaxaca. Simbología: Clima: BS0 = áridos; BS1 = semiáridos; w0, w1 y w2 = subhúmedos; f = húmedos. Vegetación: BQP = bosque de *Quercus-Pinus*; BMM = bosque mesófilo de montaña; SBC = selva baja caducifolia; SBSP = selva baja subperennifolia. En negritas: las especies seleccionadas para este estudio.

Nombre científico	Municipio	Distrito	Clima (tipo)	Precipitación (rango)	Temperatura (clases)	Vegetación (tipo)	Altitud (m snm)
<i>Echeveria acutifolia</i> Lindl.	Santo Domingo Tehuantepec	Tehuantepec	w0	800 a 1200 mm	Cálida	SBC	731
<i>Echeveria</i> af. <i>chiapensis</i> Rose	San Juan Bautista, Valle Nacional	Tuxtepec	f	2500 a 4000 mm	Semicálida	BMM	807
<i>Echeveria amena</i> De Smet	San Mateo Etlatongo	Nochixtlán	BS1	600 a 800 mm	Templada	BQP	2254
<i>Echeveria carminea</i> Alexander	San Juan Mixtepec	Miahuatlán	w2	800 a 1200 mm	Templada	BQP	1890
<i>Echeveria chazaroi</i> Kimmach	San Sebastian Tecomaxtlahuaca	Juxtlahuaca	w2	800 a 1200 mm	Templada	BQP	2757
<i>Echeveria cuicatecana</i> J. Reyes, Joel Pérez & Brachet	San Juan Bautista Cuicatlán	Cuicatlán	BS0	400 a 600 mm	Cálida	SBC	1140
<i>Echeveria derenbergii</i> J. A. Purpus	Concepción Buenavista	Coixtlahuaca	BS1	600 a 800 mm	Templada	BQP	2161
<i>Echeveria grandiflora</i> Haw.	Miahuatlán de Porfirio Díaz	Miahuatlán	w0	600 a 800 mm	Semicálida	BQP	1548
<i>Echeveria harmsii</i> J. F. Macbride	Tamazulapam del Espíritu Santo	Mixe	w0	600 a 800 mm	Templada	BQP	2143
<i>Echeveria helmutiana</i> Kimmach	Putla Villa de Guerrero	Putla De Guerrero	w2	800 a 1200 mm	Templada	BQP	2448
<i>Echeveria laui</i> Moran & J. Meyrán	Santa María Tecomavaca	Teotitlán	BS0	400 a 600 mm	Cálida	SBC	522
<i>Echeveria megacalyx</i> E. Walther	Miahuatlán de Porfirio Díaz	Miahuatlán	w0	600 a 800 mm	Semicálida	SBC	1539

Nombre científico	Municipio	Distrito	Clima (tipo)	Precipitación (rango)	Temperatura (clases)	Vegetación (tipo)	Altitud (m snm)
<i>Echeveria montana</i> Rose	San Juan Atepec	Ixtlán de Juárez	w2	800 a 1200 mm	Templada	SBC	2872
<i>Echeveria montana</i> Rose	Santa Catarina Ixtepeji	Ixtlán de Juárez	w2	600 a 800 mm	Templada	SBC	2675
<i>Echeveria montana</i> Rose	Santa Catarina Ixtepeji	Ixtlán de Juárez	w2	600 a 800 mm	Templada	SBC	2675
<i>Echeveria montana</i> Rose	Santos Reyes Tepejillo	Juxtlahuaca	w2	800 a 1200 mm	Semicálida	BOP	1959
<i>Echeveria mucronata</i> (Bak.) Schltdl.	Teotitlán de Flores Magón	Teotitlán	f	800 a 1200 mm	Templada	SBC	2509
<i>Echeveria mucronata</i> (Bak.) Schltdl.	Ixtlán de Juárez	Ixtlán de Juárez	w2	1200 a 1500 mm	Templada	SBC	2660
<i>Echeveria mucronata</i> (Bak.) Schltdl.	Ixtlán de Juárez	Ixtlán de Juárez	w2	1200 a 1500 mm	Templada	SBC	2660
<i>Echeveria mucronata</i> (Bak.) Schltdl.	Guelatao de Juárez	Ixtlán de Juárez	w2	800 a 1200 mm	Templada	BOP	2709
<i>Echeveria nebularium</i> Moran & Kinnach	San Pablo Macuiltianguis	Ixtlán de Juárez	f	800 a 1200 mm	Templada	SBC	2051
<i>Echeveria nebularium</i> Moran & Kinnach	Tlaxiactac de Cabrera	Ixtlán de Juárez	w2	600 a 800 mm	Templada	SBC	1953
<i>Echeveria nuda</i> M. Kinnach	Tlaxiactac de Cabrera	Ixtlán de Juárez	w2	600 a 800 mm	Templada	SBC	1953
<i>Echeveria pinacurum</i> Rose	Santa María Tlahuitoltepec	Tlacolula	w2	800 a 1200 mm	Templada	SBC	2584
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	Totontepec Villa de Morelos	Mixe	f	1500 a 2000 mm	Cálida	BOP	1788
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	Totontepec Villa de Morelos	Mixe	f	1500 a 2000 mm	Templada	BOP	2476
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	Teotitlán de Flores Magón	Teotitlán	f	800 a 1200 mm	Templada	SBC	2555

Jerónimo Reyes



FOTO 3. *Graptopetalum grande*.

Jerónimo Reyes

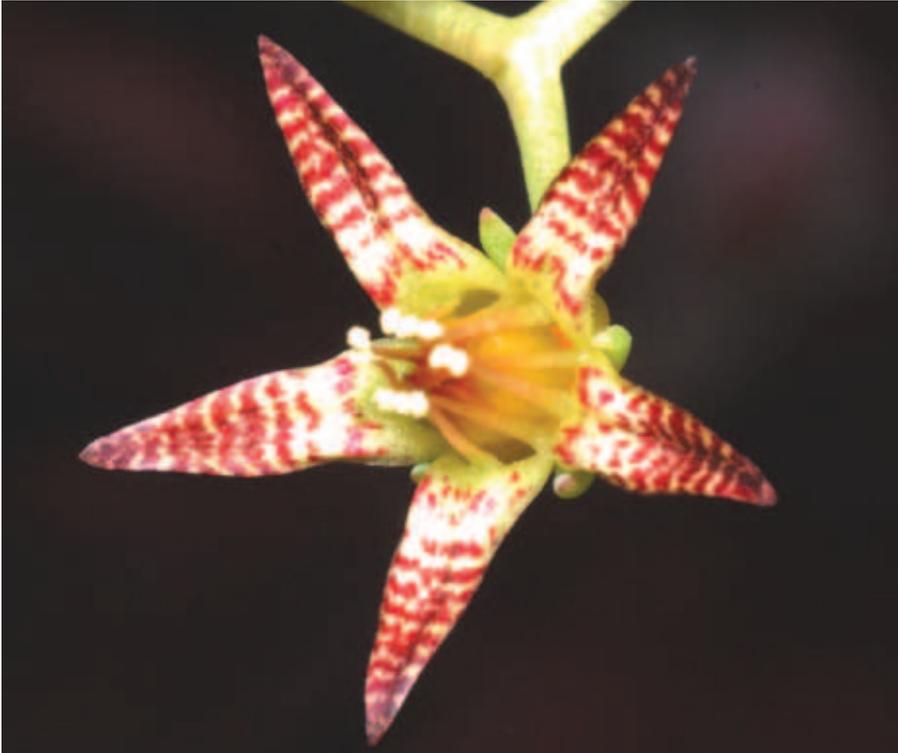


FOTO 4. Flor de *Graptopetalum grande*.



Jerónimo Reyes

FOTO 5. *Echeveria helmutiana*.

Nombre científico	Municipio	Distrito	Clima (tipo)	Precipitación (rango)	Temperatura (clases)	Vegetación (tipo)	Altitud (m snm)
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	Totontepec Villa de Morelos	Mixe	f	1500 a 2000 mm	Templada	BOP	2476
<i>Echeveria nebularium</i> Moran & Kimmnach	San Pablo Macuiltianguis	Ixtlán de Juárez	f	800 a 1200 mm	Templada	SBC	2051
<i>Echeveria nebularium</i> Moran & Kimmnach	Tlaxiatac de Cabrera	Ixtlán de Juárez	w2	600 a 800 mm	Templada	SBC	1953
<i>Echeveria nuda</i> M. Kimmnach	Tlaxiatac de Cabrera	Ixtlán de Juárez	w2	600 a 800 mm	Templada	SBC	1953
<i>Echeveria pinatorum</i> Rose	Santa María Tlahuitoltepec	Tlacolula	w2	800 a 1200 mm	Templada	SBC	2584
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	Totontepec Villa de Morelos	Mixe	f	1500 a 2000 mm	Cálida	BOP	1788
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	Totontepec Villa de Morelos	Mixe	f	1500 a 2000 mm	Templada	BOP	2476
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	Teotitlán de Flores Magón	Teotitlán	f	800 a 1200 mm	Templada	SBC	2555
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	Totontepec Villa de Morelos	Mixe	f	1500 a 2000 mm	Templada	BOP	2476
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	Santiago Lachiguiri	Tehuantepec	w1	1200 a 1500 mm	Semicálida	SBC	1203
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	Totontepec Villa de Morelos	Mixe	f	1500 a 2000 mm	Cálida	BOP	1775
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	San Juan Mixtepec	Juxtlahuaca	w2	800 a 1200 mm	Templada	SBC	2575
<i>Echeveria rosea</i> Lindl.	Mazatlán Villa de Flores	Teotitlán	f	1200 a 1500 mm	Semicálida	BOP	2266
<i>Echeveria setosa</i> Rose & Purpus	San Sebastián Nicananduta	Teposcolula	w1	800 a 1200 mm	Templada	BOP	2494

Nombre científico	Municipio	Distrito	Clima (tipo)	Precipitación (rango)	Temperatura (clases)	Vegetación (tipo)	Altitud (m snm)
<i>Echeveria setosa</i> var. <i>minor</i> Moran	San Sebastián Nicananduta	Teposcolula	w1	800 a 1200 mm	Templada	BOP	2494
<i>Echeveria setosa</i> var. <i>deminuta</i> J. Meyrán	San Miguel Tulancingo	Teposcolula	w0	800 a 1200 mm	Templada	BOP	2536
<i>Echeveria setosa</i> var. <i>oteroi</i> Moran	Concepción Buenavista	Coixtlahuaca	BS1	800 a 1200 mm	Templada	BOP	2170
<i>Echeveria</i> sp.	San Juan Mixtepec	Juxtlahuaca	w2	800 a 1200 mm	Templada	BOP	2386
<i>Echeveria</i> sp.	San Juan Mixtepec	Juxtlahuaca	w2	800 a 1200 mm	Templada	BOP	2386
<i>Echeveria viridissima</i> E. Walther	San Pedro Mixtepec	Miahuatlán	w2	800 a 1200 mm	Templada	BOP	3041
<i>Echeveria viridissima</i> E. Walther	San Pedro Mixtepec	Miahuatlán	w2	800 a 1200 mm	Templada	BOP	3039
<i>Graptopetalum</i> <i>macdongallii</i> Alexander	San Miguel Tenango	Tehuantepec	w2	1500 a 2000 mm	Cálida	SBC	751
<i>Graptopetalum</i> <i>parviflorum</i>	Santo Domingo Ozolotepec	Miahuatlán	w2	1200 a 1500 mm	Templada	SBSB	2809
<i>Thompsonella minutiflora</i> (Rose) Britton & Rose	Ixpantepec Nieves	Silacayoapam	w2	800 a 1200 mm	Semicálida	SBC	2046
<i>Thompsonella</i> <i>mixtecana</i> J. Reyes & L. López-Chávez	San Juan Mixtepec	Juxtlahuaca	w2	800 a 1200 mm	Cálida	BOP	2275
<i>Thompsonella</i> <i>mixtecana</i> J. Reyes & L. López-Chávez	San Juan Mixtepec	Juxtlahuaca	w2	800 a 1200 mm	Cálida	BOP	2459
<i>Thompsonella nellydiegoae</i> P. Carrillo & Pérez Cáliz	Santos Reyes Tepejillo	Juxtlahuaca	w2	800 a 1200 mm	Semicálida	BOP	1894

CUADRO 3. Porcentaje de individuos obtenidos con cada uno de los valores de las variables utilizadas.

Variable	Valores	Porcentaje de individuos
Precipitación media anual (mm)	400-600	3%
	600-800	28%
	800-1200	46%
	1200-1500	14%
	1500-2000	6%
	2000-2500	2%
	2500-4000	1%
	Más de 4000	0%
Temperatura	Cálida	13%
	Semicálida	23%
	Semifría	3%
	Templada	61%
Humedad	Áridos (BS0)	2%
	Semiáridos (BS1)	7%
	Húmedos (f)	11%
	Húmedos (m)	0%
	Subhúmedos (w0)	10%
	Subhúmedos (w1)	8%
	Subhúmedos (w2)	62%
Vegetación	Bosque de encino	0%
	Bosque de encino-pino	43%
	Bosque de pino	0%
	Bosque mesófilo de montaña	1%
	Chaparral	0%
	Manglar	0%
	Matorral sarcocaulé	0%
	Pastizal natural	0%
	Sabana	0%
	Selva alta perennifolia	48%
	Selva baja caducifolia	6%
	Selva baja subperennifolia	2%
	Selva mediana caducifolia	0%
	Altitud (m snm)	0-150
151-1500		12%
1501-2500		62%
2501-3500		26%
Más de 3500		0%

cumplen con todos los puntos para serlo. El resto de las especies presentan poca información y es difícil establecer el término rareza en ellas, por lo tanto es importante generar mayor información sobre el estado de sus poblaciones y realizar trabajos ecológicos para establecer con mayor certeza el término, también con esta información

se pueden incluir, excluir o cambiar la categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT.

Literatura citada

Barrie FR. 2013. Crassulaceae. En Davidse G, Sousa Sánchez M, Knapp S & Chiang

FOTO 6. *Echeveria purpurosium*.

- Cabrera F (eds.). *Flora Mesoamericana*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Berger A. 1930. Crassulaceae. En: Engler HGA & Prantl K (eds.). *Die Natürlichen Pflanzenfam* 2, 18a.
- De la Cruz-López IE. 2013. Dinámica poblacional y preferencias de establecimiento de *Echeveria peacockii* Croucher (Crassulaceae) en el Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Maestría, Instituto de Ecología, UNAM, México, D. F.
- ESRI. 2012. *ArcGIS*, versión 10.1. Environmental Systems Research Institute. Redlands, California.
- INEGI 2012. *Perspectiva estadística de Oaxaca 2012*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. México, D.F.
- Isik K. 2011. Rare and endemic species: why are they prone to extinction? *Turk J Bot* **35**:411-417.
- Meyrán GJ & López CL. 2003. *Las Crasuláceas de México*. Sociedad Mexicana de Cactología, A. C. México, D. F.
- Montenegro T. 2006. Rarity of an endemic species in Ecuador. *Lyonia* **9**:91-101.
- Pérez-Cálix E & Franco Martínez IS. 2004. Crasuláceas. En García-Mendoza AJ, Ordóñez MJ & Briones-Salas M (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología,

- UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, D. F.
- Peterson T & Watson D. 1998. Problem with areal definitions of endemism: the effect of spatial scaling. *Diversity Distrib* **4**:189-194.
- Rabinowitz D, Cairns S & Dillon T. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles, páginas 182-204. En Soulé M (ed.). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer, Sunderland, MS, US.
- Rzedowski GC, Rzedowski J. 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro Michoacán.
- SEMARNAT 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. México, D. F., México.
- Suárez-Mota ME & Villaseñor JL. 2011. Las compuestas endémicas de Oaxaca, México: diversidad y distribución. *Bol Soc Bot Mex* **88**:55-66.
- Thiede J. 1995. Quantitative phytogeography, species richness and evolution of American Crassulaceae, páginas 89-123. En: Hart H & Egli U (eds). *Evolution and systematics of the Crassulaceae*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Watson L & Dallwitz MJ. 1991. The families of angiosperms: automated descriptions, with interactive identification and information retrieval. *Austral Syst Bot* **4**:681-695.

Recibido: junio 2015; Aceptado: octubre 2015.
 Received: June 2015; Accepted: October 2015.



Compra el calendario de Cactáceas y Suculentas Mexicanas 2016



ENERO

L	M	J	V	S	D
			1	2	3
4	5	6	7	8	9 10
11	12	13	14	15	16 17
18	19	20	21	22	23 24
25	26	27	28	29	30 31



FEBRERO

L	M	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6 7
8	9	10	11	12	13 14
15	16	17	18	19	20 21
22	23	24	25	26	27 28
29					

MARZO

L	M	J	V	S	D
					1 2 3
4	5	6	7	8	9 10
11	12	13	14	15	16 17
18	19	20	21	22	23 24
25	26	27	28	29	30 31

ABRIL

L	M	J	V	S	D
					1 2 3
4	5	6	7	8	9 10
11	12	13	14	15	16 17
18	19	20	21	22	23 24
25	26	27	28	29	30

MAYO

L	M	J	V	S	D
					1
2	3	4	5	6	7 8
9	10	11	12	13	14 15
16	17	18	19	20	21 22
23	24	25	26	27	28 29



JULIO

L	M	J	V	S	D
					1 2 3
4	5	6	7	8	9 10
11	12	13	14	15	16 17
18	19	20	21	22	23 24
25	26	27	28	29	30 31



JUNIO

L	M	J	V	S	D
					1 2 3 4 5
6	7	8	9	10	11 12
13	14	15	16	17	18 19
20	21	22	23	24	25 26
27	28	29	30		



AGOSTO

L	M	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6 7
8	9	10	11	12	13 14
15	16	17	18	19	20 21
22	23	24	25	26	27 28
29	30	31			



SEPTIEMBRE

L	M	J	V	S	D
					1 2 3 4
5	6	7	8	9	10 11
12	13	14	15	16	17 18
19	20	21	22	23	24 25
26	27	28	29	30	



OCTUBRE

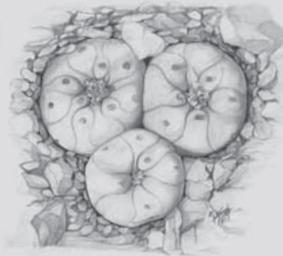
L	M	J	V	S	D
					1 2
3	4	5	6	7	8 9
10	11	12	13	14	15 16
17	18	19	20	21	22 23
24	25	26	27	28	29 30

NOVIEMBRE

L	M	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12 13
14	15	16	17	18	19 20
21	22	23	24	25	26 27
28	29	30			

DICIEMBRE

L	M	J	V	S	D
					1 2 3 4
5	6	7	8	9	10 11
12	13	14	15	16	17 18
19	20	21	22	23	24 25
26	27	28	29	30	31



2016



De venta en Tigridia (Tienda del Jardín Botánico Exterior de Ciudad Universitaria) y en el Laboratorio de Genética y Ecología del Instituto de Ecología, UNAM.

Costo: \$30.00

Ferocactus recurvus (Mill.) Borg subsp. *recurvus*



Ferocactus recurvus subsp. *recurvus* es una cactácea toneliforme endémica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, conocida comúnmente como “biznaga”, “biznaga de dulce” y/o “biznaga ganchuda”. Sus poblaciones se distribuyen en la región semiárida intertropical entre los estados de Puebla y Oaxaca, desde los 600 a 2 400 m snm dentro del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Mide entre 10 y 70 cm de alto y se caracteriza por presentar de 13 a 16 costillas arregladas en forma de espiral, además de 5 a 7 espinas radiales curvadas de color rojizo. Las aréolas miden 1.5 cm de largo y 1.2 cm de ancho, distantes entre sí de 1.5 a 2 cm. Las flores presentan anthesis diurna y sus corolas abren de 2 a 5 días; son hermafroditas de color púrpura o amarillo y miden de 3.4 a 5 cm de largo; los estambres miden de 0.3 a 1.4 mm de largo; el estigma de 1.6 a 3 cm de largo y los frutos son de ovoides a elipsoides de 2.5 a 5.8 cm de largo. Un fruto contiene 1200 semillas en promedio. Las semillas miden de 1.2 a 1.6 mm de largo y de 0.6 a 1mm de ancho con testa lisa, y son de color pardo oscuro. Sus estructuras reproductivas (*i.e.* flores y frutos) se desarrollan en la parte apical del tallo que presentan nectarios extraflorales. El período reproductivo comienza con la formación de botones florales en octubre y culmina con la fructificación en el mes de marzo (Arias *et al.* 2012, *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*, IB-UNAM). Los individuos de *F. recurvus* generalmente, crecen bajo el dosel de algunas especies de árboles y/o arbustos como *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. ex Willd) M. C. Johnston y *Parkinsonia praecox* (Ruíz et Pav. ex Hook.) J. Hawkins, las cuales funcionan como plantas nodriza. Los individuos de esta especie presentan una clara y consistente inclinación del tallo hacia el suroeste ($197.80^\circ \pm 2.65^\circ$), con algunas pequeñas variaciones dependiendo de la orientación de la ladera en que se encuentren. Se sugiere que esta inclinación y orientación permite la captación de radiación solar en los meses menos calurosos y con mayor precipitación pluvial que corresponden con los períodos de crecimiento vegetativo y floración y la minimiza durante el verano.

Entre los principales usos de la especie se encuentra la elaboración de acitrón, además de emplear el tallo como alimento y forraje para los animales. Es considerada una planta ornamental.

Córdova-Acosta Esperanza & Zavala-Hurtado José Alejandro

Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186. Col Vicentina, Iztapalapa. C.P. 09340. México, D.F. Correos electrónicos: esperanzacordova@gmail.com, alejandro.zavala@desertopia.info