



Zonas áridas

Centro de Investigaciones de Zonas Áridas, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima - Perú
Center for Arid Lands Research, Agrarian National University, La Molina, Lima - Perú

ISSN 1013-445X
versión impresa

N° 10

- ZONAS ÁRIDAS 10
- Carta del Director/ Director's Letter
- EDITORIAL
- OBTENCIÓN DE EMBRIOIDES DE AGAVE TEQUILANA WEBER A PARTIR DE EXPLANTES DE RAÍZ
Liberato Portillo
Fernando Santacruz-Ruvalcaba
- MANEJO TRADICIONAL Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE *POLASKIA* SPP. (CACTACEAE) EN MÉXICO
José Juan Blancas, Fabiola Parra, José Demián Lucio, María Eva Ruíz-Durán, Edgar Pérez-Negrón, Adriana Otero-Arnaiz, Nidia Pérez-Nasser & Alejandro Casas
- VARIABILIDAD GENOTÍPICA DE CACTÁCEAS CON CRECIMIENTO DETERMINADO DE LA RAÍZ EN LA REGENERACIÓN DE RAÍCES A PARTIR DE CALLOS
Svetlana Shishkova, Norma E. Moreno & Vicente Castillo-Díaz
- EFECTO DEL DISTURBIO CRÓNICO EN *ECHINOCEREUS SCHMOLLII* (WEING.) N. P. TAYLOR, UNA CACTACEA EN PELIGRO DE EXTINCIÓN EN EL SEMIDESIERTO QUERETANO, MÉXICO
José Gpe Hernández-Oria, Chávez Ruth & Sánchez Emiliano
- EVALUACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS DEMOGRÁFICOS DE *MAMMILLARIA ZEPHYRANTHOIDES* EN CUAUTINCHÁN PUEBLA, MÉXICO
María del Carmen Navarro Carvajal
María del Sagrario Juárez Tentle
- CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA Y ANÁLISIS DE DIVERSIDAD EN EL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PAVA ALIBLANCA (*PENELOPE ALBIPENNIS* TACZANOWSKI)
Arnold Serván Mori
Fernando Angulo Pratolongo
- ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA DE *CORRYOACTUS ERECTUS* (BACKEBERG) RITTER (CACTACEAE)
Norma Salinas Revilla
Esther Álvarez Moscoso
- TAXONOMÍA, ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN



ISSN 1814-8921 versión electrónica

	Zonas Áridas N°1		Zonas Áridas N°2
	Zonas Áridas N°3		Zonas Áridas N°4

EX SITU DE LAS CACTÁCEAS DE LIMA

Aldo Ceroni Stuva, Natalia Calderón Moya-Méndez & Viviana Castro Cepero

LA GERMINACIÓN IN VITRO UNA ALTERNATIVA PARA OBTENER EXPLANTES EN CACTÁCEAS

Lucía Cuéllar Chávez, Eufemia Morales Rubio & Jaime Fco. Treviño

Notas Técnicas e informativas / Technical and informative notes

UTILIZACIÓN DE *OPUNTIA FICUS-INDICA* (L.) MILL) PARA CONSUMO HUMANO: UNA EXPERIENCIA EN EL NORTE DE TIGRAY, ETIOPÍA

Ana Lilia Viguera

EL GÉNERO *ARMATOCEREUS* BACKEBERG

Carlos Ostolaza Nano

ESTADO ACTUAL DE LAS SUCULENTAS EN EL PERÚ

Guillermo Pino Infante

SOBRE EL ORIGEN DE LA TUNA EN EL PERÚ, ALGUNOS ALCANCES

Sidney Novoa Sheppard

TECNOLOGÍAS, DESASTRES "NATURALES" Y AGRICULTURA. APUNTES PARA ARGUMENTAR UNA ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN EN AMÉRICA LATINA

Dámaso R. Ponvert-Delisle Batista

Otras Notas / Other Notes

EL CENTENARIO DE FRIDA KAHLO

Juan Torres Guevara

Canción

LA LEY DEL MONTE

José Ángel Espinoza

	Zonas Áridas N°5		Zonas Áridas N°6
	Zonas Áridas N°7		Zonas Áridas N°8
	Zonas Áridas N°9		Zonas Áridas N°10

- CONVOCATORIA ZONAS ÁRIDAS 11
- CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ZONAS ÁRIDAS
- CIZA-UNALM (ESPAÑOL/INGLES)
- GUIA DE AUTOR/ AUTOR'S GUIDE

Efecto del disturbio crónico en *Echinocereus Schmollii* (Weing.) N. P. Taylor, una Cactácea en peligro de extinción en el Semidesierto Queretano, México

JOSÉ GPE HERNÁNDEZ-ORIA^{1,2}, CHÁVEZ RUTH¹ Y SÁNCHEZ EMILIANO¹

⁽¹⁾JARDÍN BOTÁNICO REGIONAL DE CADEREYTA "ING. MANUEL GONZÁLEZ DE COSÍO", QUERÉTARO, MÉXICO

⁽²⁾ Email: xerofilia@yahoo.com.mx

RESUMEN

Actualmente *Echinocereus schmollii* sobrevive en dos áreas pequeñas y disyuntas del Semidesierto Queretano, una región aislada en el sur del Desierto Chihuahuense. En los últimos 20 años la perturbación antropogénica ha influenciado negativamente el área de distribución de esta especie, principalmente la reducción de sus poblaciones, fragmentación de hábitat, cambios de uso de suelo y la colecta ilegal. Sin embargo, se dispone de muy poca información sobre el impacto del disturbio crónico en el desarrollo natural de la especie. Medimos 14 indicadores de tres agentes de disturbio (actividades humanas, ganadería extensiva y deterioro del hábitat) para evaluar el efecto del disturbio en 11 poblaciones conocidas de *E. schmollii* mediante análisis de componentes principales. Encontramos niveles altos de disturbio en todas las poblaciones estudiadas, lo cual parece influir con una baja densidad poblacional. Los tres agentes de disturbio mostraron un efecto sinérgico. Estos resultados sugieren que el disturbio crónico se debe considerar como un factor crítico para la sobrevivencia y vulnerabilidad de esta especie endémica. Puesto que su actual estatus es en riesgo de extinción, son necesarios esfuerzos de conservación en el corto plazo, los cuales podrían ser un componente esencial para su protección.

Palabras Clave: Cactaceae, conservación, disturbio, *Echinocereus schmollii*, Semidesierto Queretano.

ABSTRACT

At present *Echinocereus schmollii* survives within small patches distributed along two disaggregated nuclei in the Queretaroan semi-arid region, an isolated area from the Southern Chihuahuan Desert. During the last two decades anthropogenic disturbance has affected strongly the geographic range of this threatened cactus, mainly in terms of population decrease, habitat fragmentation and land use changes. However, very little information is available on the net impact of disturbance related with natural development of this species. To assess the effect of chronic disturbance in its habitat, we measured fourteen indicators of three agents of disturbance (human activities, livestock raising and land degradation) in 11 known populations of *E. schmollii*, summarized through principal components analysis. We found high disturbance levels in all populations studied, which seems to affect population density too. In addition, the different disturbance agents showed a synergistic effect. These results suggest that chronic disturbance must be considered as a critical factor for survival and vulnerability of this endemic cactus. Given its actual status in risk of extinction, short term biological conservation efforts are necessary, which could be an essential component to protect this taxon.

Key Words: Cactaceae, chronic disturbance, conservation, *Echinocereus schmollii*, Queretaroan semi-arid region.

Históricamente las formas de apropiación de la naturaleza por el hombre están directamente relacionadas con la preservación o degradación de los recursos naturales (Van der Wal, 1996). Ecológicamente se considera al disturbio como el efecto biótico de la perturbación (Rickyel, 1985), y en este contexto, el disturbio antropogénico puede ocurrir en transformaciones relativamente rápidas o constantes del recurso natural apropiado (Toledo *et al.*, 1994). Cuando el modo de disturbio es regular o crónico, el proceso es acumulativo y se le reconoce como la principal y más ampliamente distribuida forma de destrucción ambiental en el tercer mundo (Gunderson, 2000).

Las zonas áridas y semiáridas de México tienen una historia ancestral de ocupación y actividad humanas (Challenger, 1998). Estas regiones presentan ambientes muy heterogéneos (Rzedowski, 1978; Medellín-Leal, 1982) y biológicamente diversos, tales como el Semidesierto Queretano (Zamudio, 1984; Chávez *et al.*, 2006); una región cuya añeja ocupación humana (Balbontín, 1993; Meyer, 2001) ha conformado un mosaico complejo de áreas con un grado diferencial de disturbio crónico, dado principalmente por la ganadería extensiva, agricultura y extracción de productos maderables y no maderables. Este tipo de disturbio afecta a las comunidades ecológicas en general, y en particular a aquellas más sensibles, las que tienen un alto valor biológico o las especies endémicas, como es el caso de *Echinocereus schmollii*, una cactácea de distribución extremadamente restringida y presente únicamente en la porción este del Semidesierto Queretano. Dada esta característica biogeográfica y que además es objeto de colecta ilegal, actualmente se encuentra en el apéndice I de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre) (Hunt, 1999) y con categoría de amenazada en la Norma Oficial Mexicana-O59 (Semarnat, 2001).

Debido a sus preferencias de hábitat (Hernández-Oria *et al.*, 2006), la distribución de *E. schmollii* coincide en gran parte con áreas de asentamientos humanos, que son sitios donde prevalecen actividades de disturbio derivadas de éstos (Ortega, 2004; Hernández-Oria *et al.*, 2006). Considerando su estatus y presencia en áreas de influencia humana, la evaluación del efecto del disturbio crónico en la especie es de relevancia para identificar y valorar los indicadores de los agentes de disturbio que inciden en el hábitat de la especie.

En el presente trabajo se aplicó un método que desarrolla índices multimétricos para evaluar el disturbio crónico en una escala continua para diferentes fuentes de disturbio en poblaciones de *E. schmollii*, y se estimaron los efectos del disturbio en este taxón amenazado (Figura 1).

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio

Las poblaciones de *E. schmollii* estudiadas se localizan en el municipio de Cadereyta de Montes, Querétaro, en el centro de México (Figura 2). Actualmente se conocen once localidades que conforman el área de distribución de *E. schmollii* en el semidesierto queretano. El área de estudio se ubica en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental, dentro de la Subprovincia Carso Huasteco. Ocupa una pequeña porción en el noroeste del municipio de Cadereyta en el estado de Querétaro. La región del semidesierto queretano pertenece a la

provincia florística Queretano-Hidalguense (Rzedowski 1978), y constituye la distribución extrema del sur del Desierto Chihuahuense (Hernández y Bárcenas 1995) (Figura 3).

El área de distribución de las poblaciones de *E. schmollii* queda comprendida entre los 20° 52' 20" 55' de latitud Norte y 99° 42' 41" de longitud Oeste. La geología está representada por rocas sedimentarias (litología caliza y caliza-lutita) de edad Cretácica. El clima predominante es del subtipo semiseco-templado (BS1kw(w), con una precipitación media anual entre 400-450 mm y un rango de temperatura media anual entre 16-18°C. El suelo es del tipo Rendzina y Regosol calcárico. La altitud varía entre 1800 y 1900 msnm (INEGI 2001). La vegetación corresponde al matorral xerófilo micrófilo (sensu Zamudio *et al.*, 1992) (Figura 4).

Métrica del disturbio crónico

En cada una de las once poblaciones conocidas de *E. schmollii* se trazaron tres transectos de 50m de largo por 2m de ancho y se aplicó el método descrito por Martorell y Peters (2003), que evalúa 14 variables distintas agrupadas en tres agentes de disturbio:

a) Ganadería

- 1) Densidad de excretas de cabra u oveja (*CBR*): se registró la presencia o ausencia de excretas en 10 cuadros de 1 m² a lo largo del transecto, y se estimó como el número de cuadros con excretas entre número de cuadros revisados.
- 2) Densidad de excretas de ganado mayor (*GAN*): igual a la anterior, pero se incluyen excretas de cualquier otro animal doméstico.
- 3) Fracción de plantas ramoneadas (*RAMO*): evidencias de ramoneo en plantas perennes, incluyendo árboles, arbustos, cactus, pero no rosetófilas ni herbáceas. Esta variable es igual al número de plantas ramoneadas entre el total de plantas revisadas.
- 4) Caminos ganaderos (*CGAN*): número de caminos hechos por el ganado a lo largo del transecto, sin considerar caminos menores de 5m de largo, ni los hechos por la gente.
- 5) Compactación del suelo por ganado (*COMP*): se ubicó el camino ganadero más cercano al centro del transecto, y en el sitio donde se cruzan el camino y el transecto, se enterraron 4cm de un tubo de PVC de 10 cm de diámetro. Se vertieron 250 ml de agua y se registró el tiempo necesario para su completa infiltración. El procedimiento se repite en un sitio cercano donde no haya pisoteo de ganado (por ejemplo, bajo un arbusto o nopal). *COMP* = tiempo de infiltración del camino entre el tiempo en el suelo intacto. Si no hay caminos ganaderos, o si el índice obtenido es menor que 1, entonces *COMP* = 1.

b) Actividades humanas

- 6) Fracción de plantas macheteadas (*MACH*): se midió igual que *RAMO*, pero empleando aquellas plantas que muestren evidencia de haber sido cortadas o taladas.
- 7) Evidencia de incendio (*INCE*): si hay rastros tales como cortezas chamuscadas, carbón, etc., en al menos un transecto, *INCE* = 1, de lo contrario su valor es 0. No califican fogatas o fuegos que hayan tenido lugar dentro de milpas y haberse escapado a la vegetación natural.

8) Cobertura de caminos humanos (*CCHU*): se midió el ancho de la zona donde los caminos utilizados por la gente (sin importar si también los emplea el ganado) se interceptan con el transecto. $CCHU = \text{longitud de la intercepción} / \text{longitud del transecto}$. En caso de que hubiera más de un camino, se empleó la suma de las intercepciones.

9) Cercanía a poblaciones (*POBL*): registrar la distancia entre el centro de la zona de estudio y el borde de la población más cercana en kilómetros. $POBL = 1/\text{distancia}$. Si la distancia es menor a un kilómetro, entonces $POBL = 1$.

10) Adyacencia a núcleos de actividad (*ADYA*): se definió un núcleo de actividad humana a sitios tales como minas, milpas, carreteras asfaltadas (no terracerías) o capillas. Un transecto está adyacente a estos sitios si se encontró a menos de 200 metros. El mismo núcleo no debe tomarse en cuenta en más de un transecto. $ADYA = \text{número de transectos adyacentes} / \text{número de transectos totales}$.

11) Cambio de uso del suelo (*USOS*): se registró la fracción de la superficie de la zona de estudio destinada a zonas urbanas, milpas, minas, etc. Esto puede hacerse por medio de fotografía aérea, de mediciones de áreas en el campo, o por estimación visual. Se trata de una fracción, no un porcentaje, por lo que se expresa entre 0 y 1.

c) Deterioro del hábitat

12) Erosión (*EROS*): se seleccionaron 20 puntos al azar sobre el transecto, y en cada uno de ellos se registró si hay erosión. Se consideró que hay erosión si se observan huellas dejadas por el material al ser arrastrado por el agua, si hay exposición de roca madre (sólo en el caso de que la roca esté expuesta por causas atribuibles al disturbio humano), o en caminos donde el tránsito o el agua han dejado surco. Cualquier tipo de cárcava se consideró erosión. Un río, aunque cause erosión no es posible atribuirla al disturbio. $EROS = \text{número de puntos donde se registró erosión} / \text{número de puntos revisados}$.

13) Islas (*ISLA*): los procesos erosivos severos aunados a grandes densidades de caminos ganaderos resultan en paisajes muy característicos en los cuales sólo se observan pequeños montículos de suelo cubiertos de vegetación en una matriz de suelo fuertemente erosionado y desnudo. Si se observa esto en más de la tercera parte de la zona de estudio entonces $ISLA = 1$.

14) Superficie totalmente modificada (*STOM*): en algunos casos porciones de las zonas de estudio han sido tan modificadas que fue imposible o carente de significado realizar las mediciones de los indicadores anteriores en ellas. Tal es el caso del interior de casas, carreteras asfaltadas, milpas, tiraderos de basura, canales de agua, canchas, cárcavas desnudas, etc. En tales casos debe registrarse la longitud del transecto que intercepta estas zonas. $STOM = \text{longitud de la intercepción} / \text{longitud del transecto}$. En caso de que haya más de un camino, se emplea la suma de las intercepciones.

El valor calculado para cada indicador se integra en la siguiente fórmula que indica la cantidad y calidad del disturbio (Martorell y Peters, 2003): $3.41CABR - 1.37GANA + 27.62RAMO + 49.20CGAN - 1.03COMP + 41.01MACH + 0.12CCHU + 24.17POBL + 8.98ADYA + 8.98USOS - 0.49INCE + 26.94EROS + 17.97ISLA + 26.97STOM + 0.2$

Se espera que el valor se encuentre entre 0 y 100, pero pueden obtenerse valores fuera de escala, condicionados por sitios muy destruidos o muy bien conservados. Se obtuvo un índice por agente o grupo de disturbio efectuando la sumatoria de las variables involucradas. La contribución porcentual de cada grupo se estimó al dividir el total por grupo entre el total de disturbio de los tres grupos y multiplicado por 100.

La matriz de variables estimadas (indicadores) por sitios se analizó mediante componentes principales (ACP) para resumir y detectar las relaciones entre ambos. Para el análisis se utilizó *MVSP* 3.1 (multivariate statistical Package, Kovach, 1999).

Densidad poblacional de *E. schmollii*

Fue censada la densidad de individuos en dos poblaciones (Hernández-Oria *et al.*, 2006) y estimada en una escala ordinal en las restantes. Se hizo una regresión log-lineal entre la densidad y los valores por sitio en el eje 1 del ACP para detectar los efectos del disturbio por agente y su interacción en la densidad de *E. schmollii*.

RESULTADOS

Se obtuvieron medidas globales del disturbio relativamente altas en las once poblaciones evaluadas. Considerando que el índice global es 0-100 ó >100 en casos extremos (Martorell & Peters, 2003), todos los sitios rebasan los niveles intermedios de disturbio, y en dos casos excedieron la escala de 100 y hubo tres sitios cercanos a 100 (Cuadro 1). En general señalan fuerte perturbación en el hábitat de la especie.

El mayor impacto como agente de disturbio correspondió a las actividades humanas, seguido por la ganadería y la degradación del suelo. Las variables *ISLAS* y *USOS* se eliminaron del análisis por no aportar información. Las actividades humanas y la ganadería tuvieron la correlación más alta (Cuadro 2), mientras que el deterioro del hábitat estuvo moderadamente correlacionado con la ganadería. La ganadería extensiva es una actividad ampliamente practicada en la región y se observó en las 11 poblaciones (Figuras 5 y 6).

Los ejes 1 y 2 de componentes principales explicaron el 32.4 % y 20.4% de la variación total. Se observa un gradiente de disturbio en esta ordenación, desde el sitio más perturbado (La Culata I) hasta los sitios intermedios reunidos en dos grupos escasamente separados. Algunas de las variables correspondientes a las actividades humanas y la ganadería están asociadas a los sitios más perturbados (Figura 7). Este diagrama es consistente y convergente con lo encontrado a partir de los coeficientes de la fórmula del índice general de disturbio, donde La Culata I es el sitio más deteriorado. Separando el conjunto de variables por grupo de disturbio en cada sitio mediante ACP, se corroboró este patrón (Cuadro 3), dado que las actividades humanas son el agente con la mayor contribución entre los sitios.

La densidad de *E. schmollii* en el modelo log-lineal fue significativamente variable de acuerdo con los valores del eje 1 de ACP ($X^2 = 12.4$, $p = 0.00016$). La regresión log-lineal indica que los tres agentes de disturbio afectaron significativamente la densidad de la especie. La ganadería explicó el 17.01 % de la varianza ($X^2 = 38.4$, $p = 0.0012$), las actividades humanas el 23.12 % ($X^2 = 29.6$, $p = 0.002$) y el deterioro del suelo el 13.5 % ($X^2 = 18.3$, $p = 0.002$); y la interacción entre ellos fue significativa ($R^2 = 51.17$, $p = 0.0011$).

DISCUSIÓN

La métrica del disturbio de Martorell & Peters (1985) sí proporcionó una estimación razonable de la cantidad y calidad del disturbio en el hábitat de una especie amenazada, y resultó convergente con un enfoque multivariable aplicado al mismo problema. Es además, potencialmente comparable entre taxa y otros grupos taxonómicos.

El impacto de los tres agentes de disturbio en el hábitat de *E. schmollii* es considerable y su incidencia regular refleja los niveles de disturbio encontrados. Un patrón más o menos semejante se ha encontrado en *Mammillaria pectinifera*, otro taxón amenazado en México (Martorell & Peters, 2005). Particularmente en las cactáceas amenazadas del Desierto Chihuahuense que constituyen el contingente más grande y diverso en el territorio nacional bajo esta categoría (Hernández & Bárcenas, 1995; Hernández et al., 2004), se especula que su principal problema de sobrevivencia es la fragmentación y deterioro de hábitat, causados fundamentalmente por factores humanos (Hernández & Bárcenas, 1996). Las consecuencias bióticas a la escala de individuos y poblacional parecen ser críticas, dado que el área de distribución de la especie se hace cada vez más estrecha y el depauperamiento estructural de las comunidades vegetales es notorio (Hernández-Oria et al., 2006). Todo lo anterior se traduce en que la especie es extremadamente sensible a la perturbación, especialmente la derivada de actividades humanas, como se pudo constatar en este trabajo.

La degradación del hábitat es igualmente negativa para las comunidades acompañantes de *E. schmollii*. Su dependencia de nodrizas para el establecimiento y sobrevivencia (Hernández-Oria et al., 2006) propicia que también la afectación de las especies asociadas tenga un impacto neto directo en la supervivencia de taxón. La expansión de su área actual de distribución también se limita por esta condición, dado que la disminución o extirpación de nodrizas potenciales restringe también el establecimiento de individuos. La disponibilidad de hábitat de alta especificidad provisto por plantas nodrizas es por lo tanto crucial para la persistencia de la especie, lo cual también podría ser una desventaja biológica y ecológica con relación a otras especies de cactáceas amenazadas que son también hábitat-específicas, pero no muestran procesos de nodrizaje (Zavala-Hurtado & Valverde, 2003). Se ha señalado que un gran número de las cactáceas amenazadas del Desierto Chihuahuense son hábitat-específicas, por lo que son altamente sensibles a cambios en cantidad y calidad del hábitat (Hernández & Bárcenas, 1996). Por otro lado, la degradación física de la tierra o el ramoneo son variables que inciden negativamente en el desarrollo de la vegetación nativa, creando comunidades simples en términos de riqueza, biomasa y estructura, disminuyendo con ello la probabilidad de incremento en la cobertura y su papel facilitador en el reclutamiento de nuevos individuos. En tales circunstancias, es probable que el tamaño de las poblaciones permanezca estático y son muy bajas o nulas las posibilidades de expansión.

Al parecer hay un efecto restrictivo del disturbio en general y la abundancia observada en las poblaciones. La mayor densidad poblacional se observó en dos sitios con niveles intermedios de perturbación, lo cual sugiere la existencia de un gradiente de disturbio en su área de distribución, y que la densidad de individuos sí está estrechamente relacionada con un mayor disturbio; ya que con excepción de los sitios El Banco y La Tinaja, las demás locali-

dades tuvieron densidades estimadas bajas. Sin embargo, parece ser que una característica de los taxa amenazados de Cactaceae es su reducido tamaño poblacional (Suzán *et al.*, 1994; Martínez *et al.*, 2001; Navarro & Martínez, 2002; Godínez-Álvarez *et al.*, 2003; Hernández-Oria *et al.*, 2003)

La sinergia encontrada entre los grupos de disturbio y la densidad poblacional, sugiere que la vulnerabilidad a la extinción es alta, y podría establecerse que la tendencia es a la desaparición de poblaciones de baja densidad, que es la mayoría (Hernández-Oria *et al.*, 2003). Probablemente esta situación se vea reflejada en la actual fragmentación del área de distribución, ya que las poblaciones forman claramente dos conglomerados en el norte y sur del área, lo que podría representar los puntos extremos de una distribución que habría sido continua. Podría entonces especularse que hubo extinciones locales en la porción media de su área geográfica. Actualmente esta hipotética porción central de su distribución está ocupada por poblaciones humanas. Por ejemplo, Ortega (2004) reportó algunas localidades donde existió la especie a principios de los noventa, y en la actualidad se considera localmente extinta. Este hecho es atribuible además del disturbio, al constante saqueo directo e indirecto de coleccionistas nacionales y extranjeros que compran la especie a gente de las comunidades locales. A pesar de ser una especie protegida, la colecta ilegal, hasta donde se sabe, continúa hasta el presente. Además, las 11 poblaciones remanentes de *E. schmollii* son las únicas que actualmente persisten en su área natural de distribución.

Las condiciones socioeconómicas del medio rural donde se distribuye naturalmente *E. schmollii* han prevalecido desde hace varias décadas (Meyer, 2001). La ganadería caprina y bovina extensiva, así como la agricultura de subsistencia y la colecta de leña son algunas de las principales actividades de un sector importante de la población humana del Semidesierto Queretano (INEGI, 2001). La demanda crece continuamente y la presión sobre los recursos naturales también se incrementa. De esta realidad social se desprende que el efecto combinado de los indicadores refleja una situación actual de fuerte disturbio, más o menos homogéneo entre las poblaciones, es decir, el patrón de disturbio es esencialmente el mismo porque las causas son las mismas y ejercen su influencia casi de la misma manera, sólo en algunas poblaciones es más intensa una u otra forma de disturbio. Este patrón de perturbación antropogénica es semejante entre los países latinoamericanos (Painter & Durham, 1995).

Hoy en día no existen reservas naturales protegidas que incluyan a esta especie. El hábitat típico y óptimo de esta especie (Hernández-Oria *et al.*, 2006) es también el preferido de los asentamientos humanos, de modo que es urgente contar con un espacio natural amortiguador del impacto del disturbio, donde la especie y la flora asociada logren restablecer sus mecanismos biológicos y ecológicos para la sobrevivencia conjunta. De lo contrario, su actual estatus permanecerá como hasta ahora: en peligro de extinción y con un futuro incierto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a la Dra. María.C. Mandujano el apoyo moral y económico para llevar a cabo el estudio, el cual forma parte del programa de recuperación de especies prioritarias en México (PREP-Cactáceas) y al Dr. Carlos Martorel por la asesoría para el desarrollo del trabajo.

LITERATURA CITADA

- Balboltin, J. M. 1993.** Estadística del estado de Querétaro (1854-1855). Gobierno del estado de Querétaro. México.
- Challenger, A. 1998.** Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro: México. Conabio, IBUNAM y Agrupación Sierra Madre. México.
- Chávez, R., Sánchez, E., Hernández, M. Hernández-Oria, J. G. & R. Hernández. 2006.** Propagación de especies amenazadas de la familia Cactaceae del Semidesierto Querétano. Bol. Soc. Latin. Carib. Cact. Suc. 3(2):9-13.
- Godínez-Álvarez, H., Valverde, T. & P. Ortega-Baes. 2003.** Demographic trends in the Cactaceae. The Bot. Rev. 69(2): 173-203.
- Gunderson, L. H. 2000.** Ecological resilience – in theory and application. An. Rev. Ecol. Syst. 31:425-439.
- Hernández, H. M. & R. T. Bárcenas. 1995.** Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: I. Distribution patterns. Cons. Biol. 9(5): 1176-1188.
- Hernández, H. M. y R. T. Bárcenas. 1996.** Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: II. Biogeography and Conservation. Cons. Biol. 10(4): 1200-1209.
- Hernández, H. M., Gómez-Hinostrosa, C. & B. Goettsch. 2004.** Checklist of Chihuahuan Desert Cactaceae. Harvard papers in Botany 9(1): 51-68.
- Hernández-Oria, J. G., Chávez, R., Galindo, G., Hernández, M., Lagunas, G., Martínez, R., Mendoza, T., Sánchez, J. L. & E. Sánchez. 2003.** Evaluación de aspectos ecológicos de una nueva población de *Mammillaria mathildae* Kraehenbuehl & Krainz en Querétaro. Cact. Suc. Mex. 48(4): 100-110.
- Hernández-Oria, J. G., Chávez, R. & E. Sánchez. 2006.** Estado de conservación de *Echinocereus schmollii* (Weing.) N. P. Taylor en Cadereyta de Montes, Querétaro, México. Cact. Suc. Mex. 51(3):68-95.
- Hunt, D. 1999.** CITES Cactaceae checklist. Royal Botanic Gardens Kew & International Organization for Succulent Plant Study (IOS). Remous Limited, Milborne Port.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) (2001).** Cuaderno Estadístico Municipal Cadereyta de Montes, Querétaro. Querétaro, México.
- Kovach, W. L. 1999.** MVSP-A multivariate statistical Package for Windows , ver. 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, UK:
- Martínez, D., Flores-Martínez, A., López, F. & G. Manzanero. 2001.** Aspectos ecológicos de *Mammillaria oteroi* Glass & Foster en la región mixteca de Oaxaca, México. Cact. Suc. Mex. 4(2):32-40.

- Navarro, M. C. & Flores, A. 2002. Aspectos demográficos de *Echinocereus pulchellus* var. *pulchellus* en el Municipio de Chignahuapan, Puebla. *Cact. Suc. Mex.* 47(2):24-32.
- Martorell, C. & E. Peters. 2003. Disturbímetro. Taller sobre cactáceas mexicanas en el Apéndice I de CITES. Oaxaca, México.
- Martorell, C. & E. Peters. 2005. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biol. Cons.* 124:197-207.
- Medellín-Leal, F. 1982. The Chihuahuan Desert. En: Bender, L. (ed.). Reference handbook on the deserts of North America 6: 321-381. West port. Greenwood Press, USA.
- Meyer, F. 2001. Querétaro árido en 1881. Una visita gubernamental a Tolimán, Colón y Peñamiller. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2001 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. Semarnat. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo de 2002. 1-85 pp.
- Ortega, V. R. 2004. Rescate y caracterización ecológica de especies vegetales en estatus crítico de conservación, en el área del proyecto hidroeléctrico Zimapán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- Painter, M. & W. H. Durham 1995. The social causes of environmental destruction in Latin America. The University of Michigan Press, Ann Arbor. Michigan.
- Rykiel, E. J. Jr. 1985. Towards a definition of ecological disturbance. *Aust. J. Ecol.* 10:361-365.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Ed. Limusa, México.
- Suzan, H., Habhan, G. & D. Patten. 1994. Nurse plant and floral biology of a rare night-blooming cereus, *Peniocereus striatus* (Brabdegee) F. Buxbaum. *Cons. Biol.* 8:461-470.
- Toledo, V. M., Ortiz, B. & S. Medellín-Morales. 1994. Biodiversity islands in a sea of pasturelands: Indigenous resource management in the humid tropics of Mexico. *Etnoecológica* 2:37-50.
- Van derWal, H. 1996. Modificación de la vegetación y el suelo por los chinantecos de Santiago Tlatepusco, Oaxaca, México. *Etnoecológica* 3(4-5):37-57.
- Zamudio, S. 1984. La vegetación de la cuenca del río Eztórax y sus relaciones fitogeográficas. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Zamudio, S., Rzedowski, J., Carranza, E. & Calderón, G. 1992. La vegetación en el estado de Querétaro. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro. México.
- Zavala-Hurtado, J.A. & Valverde, P. L. 2003. Habitat restriction in *Mammillaria pectinifera*, a threatened endemic Mexican cactus. *J. Veg. Sci.* 14:891-898.

Tabla 1

Valores globales y contribución por agente de disturbio en las 11 poblaciones de *E. schmollii* estudiadas.

Sitio	Disturbio global	AGENTES		
		Ganadería	Actividades humanas	Deterioro del hábitat
Bellavista	70,04	16.81	33.70	1.347
Tziquia	90,94	36.37	34.88	1.51
Cerro Prieto	99,71	27.04	35.05	19.44
Panteón	76,99	10.72	35.43	12.6
La Presa II	104,32	22.20	28.02	0
La Presa I	68,40	27.16	45.78	13.20
La Culata I	119,85	12.06	54.57	35.05
La Culata II	71,35	2.03	24.17	26.97
La Culata III	92,03	37.67	33.49	2.69
El Banco	75,12	31.44	24.17	1.34
La Tinaja	88,73	27.93	42.62	0
% Total		33.19	51.72	15.07

Tabla 2

Promedio de coeficientes de correlación entre y dentro de los agentes de disturbio

Agentes	Ganadería (GA)	Act. humanas (AH)	Deterioro del hábitat (DH)
Ganadería	0.14		
Act. humanas	0.49	0.16	
Deterioro del hábitat	0,89	0,40	0.27

Cuadro 3

Valores de los sitios en los dos primeros ejes de PCA y contribución de la ganadería (GA), actividades humanas (AH) y deterioro del hábitat (DH) en los ejes 1 y 2 de ACP.

	Eje 1	Eje 2	Índice GA	Índice AH	Índice DH
Bellavista	-0,41	0,26	-2,21	0,21	0,18
Tziquia	-0,56	-0,30	0,05	0,31	0,18
Cerro Prieto	0,21	-0,08	0,11	0,22	0,25
Panteón	0,20	0,13	-0,32	0,22	0,23
La Presa II	-0,32	0,01	-0,10	0,18	0,18
La Presa I	-0,139	-0,81	-0,15	0,36	0,23
La Culata I	1,54	-0,49	0,007	0,33	0,31
La Culata II	0,53	0,80	-0,005	0,075	0,28
La Culata III	-0,67	-0,47	0,100	0,30	0,19
El Banco	-0,17	0,58	0,18	0,07	0,18
La Tinaja	-0,20	0,37	-0,54	0,16	0,18



Figura 1
E. schmollii en su hábitat, en Cadereyta de Montes, Qro, México.

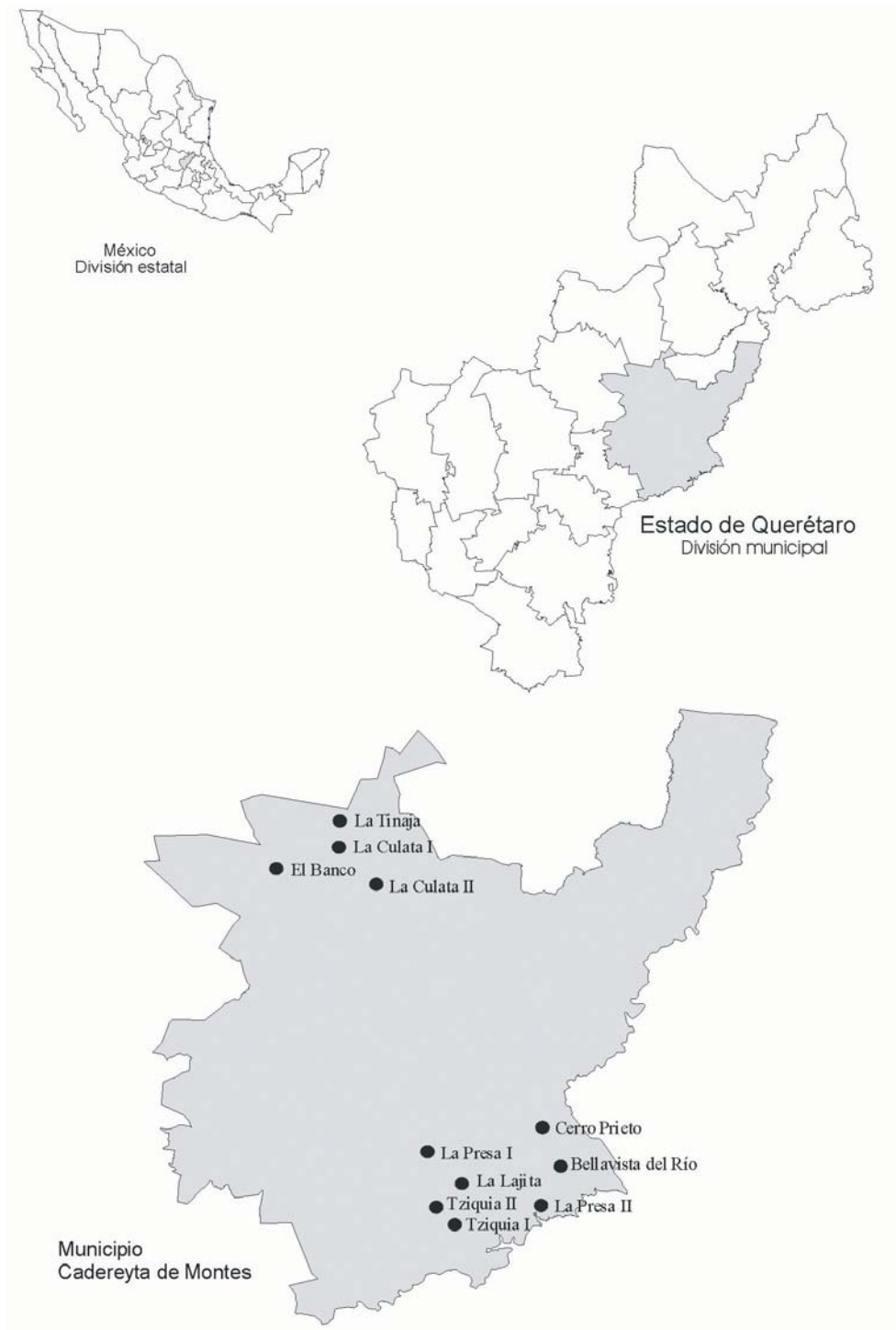


Figura 2
Localización del área de estudio.



Figura 3
Distribución del Desierto Chihuahuense y su extremo sur en México.



Figura 4
Aspecto general del matorral xerófilo micrófilo donde se desarrolla *E. schmollii*.



Figura 5
Ganado vacuno cerca de la población La Tinaja, Cadereyta de Montes, Qro.



Figura 6
Ganado caprino durante la época estival en la población de La Culata, Cadereyta de Montes, Qro.

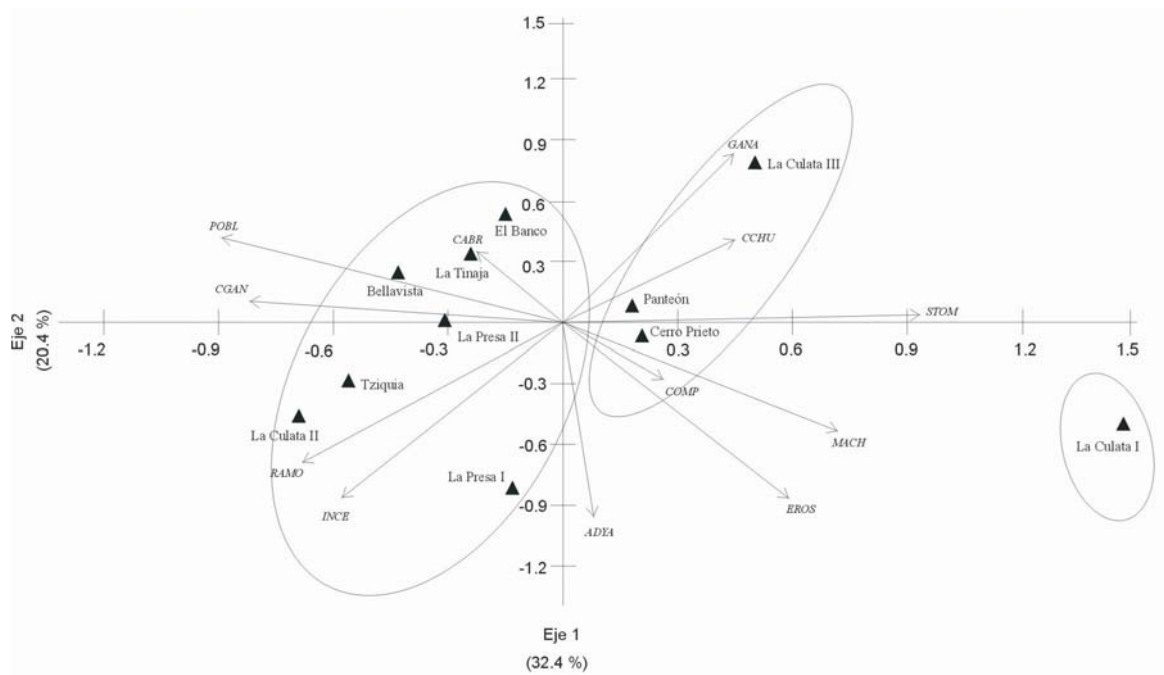


Figura 7
Diagrama de ordenación de sitios (▲) y el conjunto de variables de disturbio (flechas) en los primeros dos ejes de componentes principales. En círculos se señala la agrupación relativa de los sitios. Las abreviaciones de variables corresponden a las descritas en el método.