

LAURA P. ALEJOS V., JORGE E. CAMPOS C., PATRICIA DÁVILA A. Y MARTHA MARTÍNEZ G.

# Normatividad

para la conservación de las

# especies mexicanas:

El caso de la cactácea columnar *Neobuxbaumia macrocephala*,  
bajo criterios del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción  
de las Especies Silvestres en México (MER)



La variedad de organismos tanto animales como vegetales y los diferentes ecosistemas que los habitan son denominados biodiversidad, y la existencia del hombre ha dependido de su conocimiento, pero, debido a la gran cantidad de organismos, ha sido difícil obtener datos de todas las especies e incluso algunas desaparecerán antes de que se conozcan, perdiéndose información que podría utilizarse.<sup>1</sup>

**E**n los últimos años, diversas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales han formado convenios internacionales para conocer y proteger la fauna y la flora. Así, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha apoyado la conservación de las especies, subespecies, variedades e, incluso, subpoblaciones de taxa amenazados y en peligro de extinción. Actualmente se cuenta con una lista roja de las especies evaluadas, mediante las categorías propuestas por la UICN modificadas en 1994, las cuales son: críticamente en peligro, en peligro y vulnerable. Este inventario contiene evaluaciones de más de 18,000 especies y 11,000 se consideran amenazadas (redlist.org).

Otro medio de evaluación internacional es el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), firmado por 166 países, el cual pretende evitar que el comercio internacional de flora y fauna silvestre amenace su sobrevivencia, pues protege a 30,000 especies y exige que se cuente con un permiso de exportación del país de origen (cites.org).

Por otro lado, en el ámbito nacional, las acciones de conservación y uso son más relevantes, pues toman en cuenta los aspectos socio-económicos de cada país.

México tiene el cuarto lugar entre los países megadiversos, siendo la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) las que determinan las normas de protección de las especies y subespecies de flora y fauna. Las especies legalmente protegidas se enlistan con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 (Diario Oficial de la Federación, 16 de mayo de 1994). Este documento enlista las especies consideradas en peligro de extinción, amena-

zadas, raras o sujetas a protección especial y establece las especificaciones para conservar la biodiversidad.

A la fecha, han desaparecido o se han extinguido 32 especies de vertebrados y 15 de plantas vasculares debido a la modificación o destrucción de hábitat, cacería y a la introducción de especies exóticas (www.conabio.gob.mx). De la flora mexicana, la NOM-059-ECOL-1994 incluye 2,421 especies, y de éstas, 14% se encuentra en peligro de extinción, 33% amenazadas, 47% son raras y 6% están bajo protección especial. Dentro de estas categorías, la NOM protege 1,261 especies endémicas de la flora mexicana (www.conacyt.mx). Los grupos de plantas con mayor número de especies amenazadas o en peligro son las cactáceas, las orquídeas, las palmas, las cícadas y las agaváceas (www.conabio.gob.mx).

Para la inclusión de especies a la NOM, anteriormente sólo se requería el criterio de algún investigador o especialista que recomendara donde debía ser catalogada, pero hubo la necesidad de modificar los criterios de inclusión, los cuales se publicaron en el Proyecto PROY-NOM-059-ECOL-2000, en la Ley General de la Vida Silvestre (Diario Oficial de la Federación, 16 de octubre de 2000). Las categorías en la nueva NOM son: "En peligro de extinción", "Amenazada", "Protección especial" y "Probablemente extintas en el medio silvestre".

Después de considerar públicamente el proyecto, se aceptaron algunas propuestas y modificaciones y se aprobó la NOM-059-ECOL-2001

**Diversas organizaciones han formado convenios internacionales para conocer y proteger la fauna y la flora**



Figura 1



(Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo del 2002). Ahora, para poder incluir una especie dentro de la NOM y reubicar las ya enlistadas, se utilizará el Método MER, que unifica de manera coherente los criterios de decisión de los diferentes taxa.

El MER se basa en cuatro diferentes criterios:

- Amplitud de distribución del taxón en México
- Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón
- Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón
- Impacto de la actividad humana sobre el taxón

A cada criterio se asignan valores numéricos en orden ascendente, los cuales, al ser sumados, resultan en una evaluación acumulativa de riesgo. Se concede un mayor peso a los criterios que se conocen de manera más frecuente, es decir el primero y el último.

En este documento se explicará la aplicación del MER con base a la información recientemente generada para la especie *Neobuxbaumia macrocephala* Weber (Dawson) (*Cactaceae*) (figura 1); no obstante, una cactácea columnar endémica del estado de Puebla, incluida en el Apéndice II del CITES, no se encuentra en la lista de la NOM.

#### DESCRIPCIÓN DEL MER:

→ La amplitud de distribución del taxón describe el tamaño relativo del espacio de distribución natural actual en México y considera cuatro grados:

- 4 Muy restringida: para especies micro-endémicas con escasa distribución en México (< 5%).
- 3 Restringida: incluye especies cuyo ámbito de distribución en México se encuentra entre 5 y 15%.
- 2 Mediana o ampliamente restringida: especies con distribución mayor a 15%, pero menor a 40%.
- 1 Ampliamente distribuida o muy amplia. especies con distribución igual o mayor a 40%.



## Actualmente se cuenta con una lista roja de las especies evaluadas (más de 18,000), las cuales son clasificadas como: críticamente en peligro, en peligro y vulnerable

- Efecto del estado del hábitat en el desarrollo natural del taxón, en términos de las condiciones físicas y biológicas que requiere la especie. Considera tres valores:
  - 3 Hostil o muy limitante
  - 2 Intermedio o limitante
  - 1 Propicio o poco limitante
- La vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón evalúa factores relacionados con la historia o forma de vida del taxón que lo hace vulnerable. Estos factores pueden ser: estrategia reproductiva, parámetros demográficos relevantes, historia de vida, fenología, intervalos de tolerancia, parámetros fisicoquímicos, aspectos alimentarios, variabilidad genética, grado de especialización, tasa de reclutamiento, efecto nodriza, entre otros, y considera tres grados de vulnerabilidad:
  - 3 Alta
  - 2 Media
  - 1 Baja
- Impacto de la actividad humana sobre el taxón. Considera aspectos como la presión por asentamientos humanos, fragmentación del hábitat, contaminación, uso, comercio, tráfico, cambio del uso de suelo, introducción de especies exóticas, realización de obras de infraestructura, entre otros. Se asignan tres valores:
  - 3 Alto impacto
  - 2 Medio
  - 1 Bajo

Una especie o población con una suma total entre 12 y 14 puntos, se considera en peligro de extinción. Aquélla cuya suma se encuentre entre 10 y 11 se considera amenazada. Además de la evaluación con el MER, la propuesta de inclusión debe contener la información que respalda la propuesta y debe ser entregada en la Oficina de Vida Silvestre de la SEMARNAT que revisará y actualizará la lista publicándola cada tres años.







Figura 3 y 4

## APLICACIÓN DEL MER

De acuerdo con el primer criterio, la distribución de *N. macrocephala* se restringe a la Reserva de la Biosfera Valle de Tehuacán-Cuicatlán (figura 2), ubicada entre los estados de Oaxaca y Puebla, siendo endémica estricta del último; se distribuye en forma de manchones y se le considera una especie microendémica, obteniendo un valor de 4 en este criterio.

En cuanto al segundo criterio, su germinación en forma natural se ve afectada por factores ambientales y la depredación de frutos o semillas por insectos y roedores.<sup>2</sup> Además, requiere condiciones físicas como precipitación y humedad relativa adecuadas que, en zonas semiáridas como en el Valle, son poco comunes. La mayor morbilidad de plántulas o individuos juveniles se debe a las condiciones climáticas del Valle y a la presión por la obtención de recursos como el agua, por lo que actualmente no existe reclutamiento,<sup>2</sup> lo que sugiere que su hábitat es un sitio hostil, obteniendo un valor de 3 para este criterio.

Sobre el tercer criterio, la estrategia reproductiva de *N. macrocephala* depende de tres especies de murciélagos (*Choeronycteris mexicana*, *Leptonycteris curasoae* y *L. nivalis*) que polinizan y dispersan sus semillas. Esta cactácea presenta una densidad poblacional baja (200 Ind/ha) (figura 3) en comparación con la que presentan *N. tetetzo* (1200 Ind/ha) y *N. mezcalaensis* (1680 Ind/ha) (figura 4), dos congéneres que cohabitan en el Valle.<sup>3</sup> Presentan una gran longevidad de más de 200 años y un crecimiento lento (1 cm/año). Para su establecimiento necesitan plantas nodrizas que las protejan de la radiación y de la depredación en las primeras

etapas (figura 5), y la variabilidad genética entre sus poblaciones juveniles es menor que en sus poblaciones de adultos,<sup>4</sup> quizá debido a la falta de establecimiento de nuevos individuos, lo que repercute en la variabilidad y permanencia de futuras generaciones.<sup>4</sup> Todos estos factores indican una alta vulnerabilidad biológica intrínseca, por lo que a este criterio se asigna el valor 3.

Para la evaluación del último criterio, *N. macrocephala* se encuentra en un hábitat fragmentado y es utilizada para proveer forraje y agua por el ganado caprino en época de seca, asignándosele un valor de 3.

La sumatoria obtenida a partir de los valores asignados a cada uno de los criterios establecidos para *N. macrocephala* es de 13. Por lo tanto, de acuerdo al MER, la especie está en la categoría de *en peligro de extinción*.

## COMENTARIO FINAL

El hecho de que *N. macrocephala* o cualquier otra especie se distribuya en una reserva, es el primer paso de conservación *in situ*; sin embargo, esto no asegura su conservación de manera automática, ya que el uso del suelo o sus condiciones a mediano o largo plazo pueden cambiar. Por otro lado, es importante actualizar la lista de la NOM-059-ECOL-2001 para promover estrategias de conservación y proteger a especies endémicas, ya que pese a la existencia de normas internacionales, éstas no pueden ocuparse de gran parte de las especies existentes ni de su protección en el ámbito regional.

México tiene el cuarto lugar entre los países megadiversos; la SEMARNAT y la CONABIO determinan las normas de protección de las especies y subespecies de flora y fauna

## A la fecha, han desaparecido o se han extinguido 32 especies de vertebrados y 15 de plantas vasculares debido a la modificación o destrucción de hábitat, cacería y a la introducción de especies exóticas

Los estudios de dinámica y genética poblacional, así como el entendimiento de las interacciones ecológicas –información requerida para aplicar el MER– son muy importantes, ya que permiten entender el estado de conservación de las especies y con base en esto se determine si es necesario protegerlas de manera legal. Esto implica un mayor esfuerzo para completar los datos faltantes e, incluso, generarlos para especies no consideradas. Tanto el esfuerzo como la inversión requeridos para cubrir esta meta son muy grandes, pero finalmente los resultados que se obtengan serán más benéficos para todos.

---

### Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con apoyo del proyecto UNAM-IN220599 y el proyecto PAPCA de la FES-Iztacala-UNAM. Al Dr. A. Blanco-Labra, al M. en C. Francisco López y al Dr. Oswaldo Téllez, por sus valiosos comentarios.

---

### Referencias

1. Dirzo, R. "La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos?". Soberón, J. (comp.). Ecología y Conservación en México. *Ciencias* 1990. 4: 48-55.
2. Godínez Álvarez, H., A. Valiente Banuet y B. A. Valiente. "Biotic interactions and the population dynamics of long-lived columnar cactus *Neobuxbaumia tetetzo* in the Tehuacan Valley, México". *Can. J. Bot.* 1999. 77: 203-208.



Figura 5



3. A. Valiente Banuet, A. Rojas Martínez, M. C. Arizmendi y P. Dávila. "Pollination biology of two columnar cacti (*Neobuxbaumia mezcalaensis* and *Neobuxbaumia macrocephala*) in the Tehuacan Valley, central México. Am". *J. Bot.* 1997. 84 (4): 452-455.
4. Alejos, V. L. P. Estudio de la estructura poblacional de *Neobuxbaumia macrocephala* en el Valle de Tehuacán Cuicatlán Puebla, mediante el uso de marcadores moleculares. Tesis de licenciatura. UNAM. FES-Iztacala. 2002. pp. 102.

Laura Patricia Alejos Velázquez es bióloga por la FES Iztacala, UNAM. Formó parte del Programa de Alta Exigencia Académica (PAEA) de la propia institución, realizando prácticas profesionales en entomología, genética toxicología, bacteriana y de poblaciones. C. e.: nimiz\_1999@yahoo.com.mx

Jorge Eduardo Campos Contreras es licenciado en ingeniería bioquímica por el Instituto Tecnológico de Jiquilpan, maestro y doctor en biotecnología de plantas por el CINVESTAV- Irapuato. Actualmente se desempeña como Profesor Asociado "C" en la Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO) de la FES Iztacala, UNAM. Línea de investigación: Uso de marcadores moleculares para la estimación de la diversidad genética de plantas y animales en zonas áridas y semiáridas. Ha llevado a cabo dos estancias de investigación en el Food Science and Technology Department, de la Universidad de California, en Davis. C. e.: jcampos@servidor.unam.mx

Patricia Dávila es licenciada en biología por la UAM-Iztapalapa, maestra en Botánica (Florística) por la UNAM y doctora por la Iowa State University, EUA. en el área de taxonomía (agrostología). Ha colaborado como Jefa del Herbario Nacional y del Departamento de Botánica del Instituto de Biología, UNAM, y como coordinadora de la Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO). Fue presidenta de la Sociedad Botánica de México y del Consejo Técnico Científico de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Pertenece al Programa de estímulos a la Productividad y Rendimiento Académico. Es investigador Nacional nivel, I. Actualmente es Investigador titular "B" de tiempo completo y Jefa de la División de Investigación y Posgrado, en la FES Iztacala, UNAM. C. e.: pdavilaa@servidor.unam.mx

Martha Martínez García es licenciada y maestra en biología por la Universidad Estatal de Odesa, "I. I. Mechnikov", República de Ucrania URSS, con especialidad en genética y biología molecular, además de doctora en biotecnología de plantas por el CINVESTAV-Irapuato. Es investigadora nacional y, actualmente, es profesora titular "A", responsable del laboratorio de Bioquímica Molecular en la Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos de la FES Iztacala, UNAM. Líneas de investigación: Estudios de variación genética en plantas y análisis parentales de híbridos con marcadores moleculares. C. e.: martinem@servidor.unam.mx

**CIENCIA Y DESARROLLO**  
EL CONOCIMIENTO A TU ALCANCE

**CIENCIA Y DESARROLLO**  
SARDINAS Y ANCHOVETAS EN EL ECOSISTEMA MARINO  
LA MEMORIA DE HIROSHIMA: 60 AÑOS DE LA BOMBA ATÓMICA  
A380: LA HISTORIA DEL AVIÓN MÁS BELLO Y PODEROSO DEL MUNDO

México \$180  
 Estudiantes\* en México \$120  
 Centroamérica y el Caribe US \$84  
 Sudamérica y Europa US \$100  
 Resto del mundo US \$120

Nombre: \_\_\_\_\_  
Compañía o Escuela: \_\_\_\_\_  
Calle y número: \_\_\_\_\_  
Colonia: \_\_\_\_\_  
C.P. \_\_\_\_\_ Delegación: \_\_\_\_\_  
País: \_\_\_\_\_  
Ciudad: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_  
Fax: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Deseo recibir del número \_\_\_\_\_ al \_\_\_\_\_

Envía el cupón con tus datos y la copia del comprobante de depósito o transferencia bancaria al fax 01 (55) 53 22 81 50 o al correo [cienciaydesarrollo@conacyt.mx](mailto:cienciaydesarrollo@conacyt.mx)

Formas de pago  
• Depósito o transferencia bancaria  
Cuenta 0443110702, sucursal 119 de BBVA-Bancomer  
• Cheque  
A favor del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología  
\*Envía copia de tu credencial vigente