



Hacia una cultura de
conservación de la
diversidad biológica

CAPÍTULO 32:

Conservación en el centro de Veracruz, México. El bosque de niebla: ¿reserva archipiélago o corredor biológico?

G. Williams-Linera,
guadalupe.williams@inecol.edu.mx,
A. Guillén Servent,
antonio.guillen@inecol.edu.mx,
O. Gómez García,
orlik.gomez@inecol.edu.mx,
& **F. Lorea Hernández**
francisco.lorea@inecol.edu.mx

Instituto de Ecología, A.C.
Km 2.5 carretera antigua
a Coatepec 351
91070 Xalapa, Veracruz México.

Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica.

Gonzalo Halffter, Sergio Guevara
& Antonio Melic (Editores)

Patrocinadores:

- SOCIEDAD ENTOMOLÓGICA ARAGONESA (SEA), ZARAGOZA, ESPAÑA.
- COMISION NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO) MÉXICO.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP) MÉXICO.
- CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT) MÉXICO.
- INSTITUTO DE ECOLOGIA, A.C., MÉXICO.
- UNESCO-PROGRAMA MAB.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. GOBIERNO DE ESPAÑA.

m3m: Monografías Tercer Milenio
vol. 6, S.E.A., Zaragoza, España
ISBN: 978-84-935872-0-8
15 diciembre 2007
pp: 303–310.

Información sobre la publicación:
www.sea-entomologia.org

Conservación en el centro de Veracruz, México. El bosque de niebla: ¿reserva archipiélago o corredor biológico?

G. Williams-Linera, A. Guillén Servent,
O. Gómez García & F. Lorea Hernández

Resumen: El bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz, México, ha quedado reducido a fragmentos relativamente aislados entre sí. Este bosque tiene una importante diversidad debido a la diversidad beta o recambio de especies entre sitios, más que a la diversidad alfa de cada fragmento. En este capítulo proponemos que para conservar el bosque remanente se deben proteger como áreas naturales cada uno de los fragmentos del bosque. Adicionalmente, la conservación del bosque a nivel regional podría ampararse bajo el ámbito de una reserva archipiélago. Una reserva archipiélago debería promover la conservación y restauración de corredores biológicos paisajísticos que conecten los fragmentos a través de bosques riparios, zonas forestales y paisajes agropecuarios favorables a la diversidad, tales como los cafetales de sombra. En cualquier caso, una estrategia de conservación viable y exitosa debe ser compatible con el desarrollo económico regional y la conservación de los servicios ambientales que benefician a las poblaciones humanas residentes.

Palabras clave: Bosque mesófilo de montaña, biodiversidad alfa, biodiversidad beta, conservación, corredores paisajísticos, reservas archipiélago, bienestar humano, México, Veracruz.

Conservation in central Veracruz, Mexico. The cloud forest: archipelago reserve or biological corridor?

Abstract: The tropical montane cloud forest in central Veracruz, Mexico, has been reduced to fragments relatively isolated from one another. This forest has an outstanding high regional diversity resulting from a characteristic high beta diversity or species turnover, where alpha diversity is not particularly high but composition and dominance change highly among patches. We propose that to preserve the remnant forest, each fragment has to be protected as a natural reserve. Additionally, the region that contains the collection of forest patches has to be managed as an archipelago reserve. This archipelago reserve should promote the conservation and restoration of biological landscape corridors connecting forest fragments through riparian forests, and biodiversity friendly agricultural land, such as shade coffee plantations. Conservation has to be made compatible with sustainable economic activities and the preservation of the ecological environmental services that benefit the people living in the region.

Key words: Tropical montane cloud forest, alpha biodiversity, beta biodiversity, conservation, archipelago reserves, landscape corridors, human well-being, Mexico, Veracruz.

1. Introducción

La reducción del hábitat natural y la fragmentación de los bosques remanentes en parches cada vez más pequeños y aislados, debido al avance de la frontera agropecuaria y a la expansión del área urbana, son las amenazas más importantes para la conservación de la biodiversidad y los bienes y servicios que los ecosistemas naturales proporcionan (Fahrig, 2003; Millennium Ecosystem Assessment, 2005). La disminución y aislamiento de las poblaciones de animales y plantas, y los cambios en las características del hábitat debido a los efectos de borde sobre los fragmentos remanentes pueden llevar a la extinción de las especies acotadas en pequeñas áreas de comunidades cada vez menos naturales (Saunders *et al.*, 1991; Laurance & Bierregaard, 1997). Esta disrupción de los procesos naturales conlleva la pérdida de importantes servicios ambientales que el bosque y su biodiversidad proporcionan a la población humana, redundando en el descenso de la productividad agropecuaria, la escasez de recursos indispensables tales como el agua, y la pérdida en calidad de vida, y cual finalmente compromete el desarrollo regional futuro (Díaz *et al.*, 2006).

La región montañosa del centro de Veracruz alberga ecosistemas de gran importancia por su biodiversidad y los servicios ecológicos que proporciona a sus habitantes y a los de las cuencas bajas de los ríos que en ella nacen. El crecimiento poblacional no planificado y la explotación desordenada de los recursos de la región ha provocado un deterioro muy importante de los hábitats naturales (pérdida de hasta el 90% del bosque de niebla), lo cual ha estado acompañado por un deterioro notable de los servicios ambientales (Williams-Linera *et al.*, 2002; Manson, 2004). Sin embargo, la región todavía alberga unas cotas de biodiversidad muy importantes, y sus habitantes podrían disfrutar de una notable calidad de vida ligada a la conservación y restauración de la biota. La conservación futura de la biodiversidad y de sus servicios ambientales depende de acciones decisivas en la conservación, restauración y reconexión de los remanentes de bosque. La conservación del patrimonio natural requiere del apoyo convencido de la sociedad, el cual tan sólo puede lograrse mediante un esfuerzo educativo que proporcione conocimiento del valor y la relevancia del entorno natural, y que refuerce los lazos emocionales con la naturaleza. Un nuevo concepto de área de conservación natural, la Reserva Archipiélago (Halfiter, 2005), parece ser el marco adecuado para desarrollar una propuesta de conservación regional que considere todos estos aspectos.

1.1. Objetivo

El objetivo es ofrecer una propuesta de conservación y restauración del bosque de niebla de la región central del estado de Veracruz (fig. 1), que garantice la conservación de la biodiversidad de este ecosistema, preservando y recuperando sus funciones de servicios ambientales, y permitiendo y fomentando el uso sustentable de los recursos que ofrece, de forma que redunde en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la zona.

2. El Bosque de niebla

2.1. Importancia biológica

El bosque mesófilo de montaña o bosque de niebla es el tipo de vegetación con la mayor diversidad florística por unidad de superficie en México donde ocupa menos del 1% del territorio nacional y alberga casi un 12% de la diversidad de las plantas del país (Rzedowski, 1996). El bosque tiene una distribución muy restringida en la altura media de las montañas, marcada por condiciones de alta humedad atmosférica y clima fresco. Algunas de las plantas de este tipo de vegetación, tales como los géneros *Clethra*, *Cornus*, *Deppea*, *Fagus*, *Gunnera*, *Hedyosmum*, *Hoffmannia*, *Ilex*, *Liquidambar*, *Magnolia* y *Oreomunnea* constituyen reliquias que ya estaban presentes en los extensos bosques mesófilos del Mioceno (Rzedowski & Palacios, 1977). Aún cuando parte de sus componentes son de gran antigüedad, las comunidades que forman el bosque de niebla han experimentado un fuerte dinamismo en el tiempo geológico, tal como lo demuestra la combinación de elementos florísticos ame-

ricanos de afinidad boreal (*Acer*, *Fagus*, *Platanus*, *Quercus*) y austral (*Hedyosmum*, *Oreopanax*, *Podocarpus*, *Weinmannia*), con un gran número de taxones compartidos con el este de Asia (*Clethra*, *Magnolia*, *Symplocos*, *Turpinia*). La diversidad del bosque no procede toda del pasado geológico, sino que algunos de sus componentes han experimentado procesos de especiación como resultado de la insularización regional de este tipo de vegetación, mientras que otros han experimentado radiaciones espectaculares en tiempos relativamente recientes (Rzedowski, 1991). Todos estos procesos han contribuido a la enorme biodiversidad alfa y beta que este tipo de bosque presenta en la actualidad. La conjunción de todos estos elementos de distinta edad y procedencia geográfica hacen del bosque mesófilo de montaña un tesoro biológico que puede proporcionar respuestas a importantes incógnitas sobre la historia de la vida en el planeta.

La región montañosa del centro de Veracruz está entre las de mayor diversidad botánica de México (Rzedowski, 1991). En las comunidades de bosque de niebla abundan las especies raras y endémicas, como las únicas poblaciones conocidas de los hongos *Laternea triscapa* Turpin, *L. pusilla* Berk. & M. A. Curtis, *Blumenavia rhacodes* A. Møller, *Ustulina pavimentosa* (Ces.) Cooke, *Xylaria berteri* (Mont.) L. W. Mill. y *Russula mephitica* Pegler (López *et al.*, 1982; Chacón, 1995; Medel & Chacón, 1997). En el caso de las plantas, los musgos *Neckera pachycarpa* Schimp. ex Besch. y *Streptopogon juarezii* Sharp., los helechos *Asplenium venturae* A. R. Sm., *Elaphoglossum seminudum* Mickel y *Holodictyum ghiesbreghtii* (Fourn.) Maxon (Mickel & Smith, 2004), la gimnosperma *Ceratozamia morettii* Vázquez-Torres & Vovides, y las angiospermas *Cestrum miradorensis* Francey, *Cinnamomum effusum* (Meisn.) Kosterm., *Clethra macrophylla* M. Martens & Galeotti, *Deppea umbellata* Hemsl., *Marcgravia stonei* Uteley, *Juglans pyriformis* Liebm., *Saurauia pedunculata* Hook., *Staphylea pringlei* S. Watson y *Styrax pilosus* (Perkins) Standl. tienen una distribución restringida al bosque mesófilo de montaña de esta región (Bárcena, 1981; Pacheco, 1983; Soejarto, 1984; Uteley, 1984; Nee, 1986; Lorence, 1988; Lorea, 1997). En la zona se encuentran los bosques más meridionales de *Fagus grandifolia* var. *mexicana* (Martínez) Little del continente americano, reducidos a unos pocos manchones en los alrededores de la ciudad de Xalapa (Williams-Linera *et al.*, 2003).

Entre los vertebrados, los anfibios son especialmente diversos en el área. Alrededor del Cofre de Perote existen al menos 15 especies de salamandras (Wake *et al.*, 1992), varias de las cuales son endémicas a la cuenca alta del Río de la Antigua, tales como *Thorius minydemus* Hanken & Wake y *T. munificus* Hanken & Wake (Hanken & Wake, 1998). *Thorius pennatulus* Cope, *Bolitoglossa rufescens* Cope, *Chiropetrotriton chiropetrus* Cope, y *C. lavae* Taylor son también endémicos regionales, al igual que las ranas *Hyla arborescandens* Taylor, *H. chaneque* Duellman, *H. dendroscarta* Taylor, *H. nubicola* Duellman y *H. taeniopus* Gunther. Dentro de las especies endémicas del bosque mesófilo en la



Fig. 1. Área potencial para el establecimiento de una reserva archipiélago-corredor biológico de bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz. En verde los remanentes de bosque mesófilo de montaña. En amarillo los espacios naturales protegidos con decreto. (Imagen LANDSAT ETM 30 m/pix. 03.02.2003. Escala 1:150 000. Composición a color 321 modificada por los autores).

región están las lagartijas *Abronia bogerti* Tihen y *A. ornelasii* Campbell, las serpientes *Geophis blanchardi* Taylor & Smith y *G. multitorques* Cope (Flores-Villela, 1993). Entre las aves se pueden citar *Dendrortyx barbatulus* Gould (chivizcoyo), *Atthis heloisa* Lesson & Delatre, *Melanotis caerulescens* Swainson, *Catharus occidentalis* Sclater, *Oriturus superciliosus* Swainson, *Pipilo ocai* Lawrence y *Atlapetes pileatus* Wagler (González García & Gómez de Silva, 2003).

En la región alrededor de Xalapa, Coatepec y Xico también existen mamíferos microendémicos únicos, tales como la musaraña *Sorex macrodon* Merriam, la tuza de abazones *Orthogeomys lanii* Elliot, el ratón de Xico, *Habromys simulatus* Osgood, el meteorito de Xalapa, *Microtus quasiaster* Coues, el ratón *Megadontomys nelsoni* Merriam, y la rata magueyera *Neotoma nelsoni* Goldman (Robertson & Musser, 1976; Hall, 1981; Ramírez-Pulido *et al.*, 1991; Ceballos & Oliva, 2005; González-Ruiz *et al.*, 2006). Otros mamíferos con distribución muy restringida al bosque de niebla, exclusiva o principalmente de las montañas del Golfo de México, son la musaraña *Cryptotis mexicana* Coues, la rata *Oryzomys chapmani* Merriam, y los ratones *Oryzomys alfaroi* J. A. Allen, *Peromyscus beatae* Thomas, *Peromyscus furvus* J. A. Allen & Chapman, y *Reithrodontomys mexicanus* Saussure (Ceballos & Oliva, 2005).

2.2. Servicios ambientales

La complejidad estructural del bosque mesófilo de montaña y su distribución en las partes altas de las cuencas de los ríos tropicales, hacen que este bosque proporcione servicios ambientales muy importantes, tales como la regulación del clima, fijación de carbono, captación y purificación del agua, control de erosión de suelos y azolve de ríos y embalses, regulación del flujo fluvial que evita inundaciones y sequías, y fijación del suelo en laderas con fuerte pendiente, evitando deslaves. Los servicios hidrológicos mantienen los caudales de agua que permiten sostener las pesquerías de peces y crustáceos, o los cultivos de peces fluviales (Challenger, 2001; Manson, 2004).

El bosque es una fuente importante de recursos maderables y no maderables (semillas, frutos, plantas medicinales, aromáticas, alimenticias, de ornato, hongos comestibles, caza). La presencia de las áreas naturales y la masa forestal del bosque de niebla mantienen valiosos servicios ecológicos, tales como la polinización o la reserva de poblaciones de insectos depredadores o parasitoides, que permiten una mayor producción o mejor calidad en productos agropecuarios de gran importancia económica, como el café y el aguacate. El entorno natural proporciona valores paisajísticos y estéticos que constituyen importantes atractivos para el desarrollo de actividades ecoturísticas que podrían beneficiar a las poblaciones rurales que lo habitan. Además, los organismos del bosque tienen un valor potencial como fuente de genes para mejoramiento de cultivos, de especies útiles en la lucha biológica contra plagas, de sustancias medicinales y modelos clínicos, y de posibles nuevos materiales (Kunin & Lawton, 1996).

2.3. Amenazas para la conservación de la región

La circunstancia de albergar la capital administrativa del estado de Veracruz y el atractivo de los valores naturales y tradicionales han contribuido al crecimiento demográfico y económico de la región, lo cual está afectando negativamente los valores naturales del área. Quizás el principal problema de conservación en la región lo constituya el crecimiento urbano en el eje Banderilla-Xalapa-Tlalnelhuayocan y Xalapa-Coatepec-Xico, que ha ido rodeando las laderas del lado este del Cofre de Perote. Aunque el plan de ordenamiento urbano de la zona conurbada define la mayor parte del terreno que rodea estos núcleos periféricos de población como áreas de conservación, hay evidente desarrollo urbano desordenado alrededor de ellos. El arco urbano ya separa efectivamente las áreas de la cuenca alta del río Sedeño, del resto de la cuenca del río Actopan. El desarrollo urbano en el cinturón a lo largo de las carreteras Xalapa-Coatepec y Coatepec-Xico, tal como está contemplado en los actuales planes urbanísticos, causará la interrupción definitiva de los corredores naturales entre las cuencas altas de ríos como el Sordo, Pixquiuc y Huehueyapan con las cuencas de los ríos Actopan y de la Antigua localizadas ladera abajo.

La zona continúa experimentando procesos de deforestación. Los remanentes de bosque y cafetales de sombra siguen transformándose en potreros o cultivos con menor valor ambiental y biótico, que llega a ser mínimo en las plantaciones de caña que siguen extendiéndose.

Existen otros acuciantes problemas generados por la creciente población humana en la región, tales como la contaminación de los ríos y la extracción no regulada de recursos del bosque, incluyendo una importante presión cinegética. Esta degradación de los valores naturales compromete la continuidad de los beneficios y servicios ambientales que el bosque proporciona a la población humana, y la conservación de sus componentes bióticos.

3. Alternativas para la conservación

3.1. Enfoque tradicional

Las estrategias de conservación se han enfocado tradicionalmente más a la preservación de los componentes de la biodiversidad, y han prestado menos atención a las funciones ecosistémicas y los servicios ambientales. Así, se ha tratado de dejar o decretar áreas de reserva representativas de la biota de distintos ecosistemas, separándolas de la actividad humana. Sin embargo, Halfpter (2005, p. 6) insiste en que “nunca debemos olvidar que ... la mayoría de la biodiversidad del mundo no se encuentra en áreas protegidas, sino que ocurre en los paisajes utilizados por el hombre. Esto no disminuye la importancia de las áreas protegidas pero resalta la importancia de lo que ocurre fuera de ellas”. Por lo tanto, en regiones donde la diversidad beta es alta, como es el caso de la región del bosque de niebla del centro montañoso de Veracruz (ver Williams-Linera, 2002; Pineda & Halfpter, 2004; Pineda *et al.*, 2005; Williams-

Linares *et al.*, 2005 a, b), un área natural protegida limitada protege una proporción mínima de la diversidad regional. Por otro lado, no es posible aislar a las poblaciones humanas de los hábitats naturales vecinos de los cuales dependen y a los cuales necesariamente impactan.

3.2. Reserva archipiélago

Las reservas archipiélago son un complemento a los tipos actuales de áreas naturales protegidas, especialmente apropiado para aquellas regiones con una alta diversidad beta (Halffter, 2005). Existe una diferencia notable entre los tipos tradicionales de áreas naturales protegidas y la reserva archipiélago. Las primeras tienen el propósito de proteger una riqueza excepcional de animales y plantas dentro de un área espacial determinada. En cambio, la reserva archipiélago se plantea como alternativa nueva y complementaria a las anteriores, porque para proteger la diversidad beta no es suficiente un solo sitio, aunque su área sea grande, sino que es necesario un número de fragmentos suficientemente cercanos entre sí para permitir el tránsito de individuos o la dispersión de propágulos en un trecho de continuidad ecológica. La reserva archipiélago pretende amparar una variedad de unidades espaciales con una distribución discontinua bajo una misma sombrilla. Este tipo de reserva trata de congeniar las estrategias necesarias para conservar la biodiversidad y los procesos ecosistémicos a nivel regional, tales como la preservación de áreas naturales protegidas complementarias en cuanto a la composición biótica, con las estructuras sociopolíticas y el marco cultural de la población humana que habita el área (Halffter, 2005).

En paisajes como el del centro montañoso de Veracruz hay un alto recambio de especies entre sitios que individualmente no son necesariamente ricos, pero en conjunto acumulan un número importante de especies a escala regional. El bosque de niebla está fragmentado a tal nivel que la reserva archipiélago constituye la alternativa inteligente y viable de conservación.

3.3. Corredor biológico

El paisaje, ya sea prístino o fuertemente modificado, es un mosaico compuesto de tres elementos estructurales básicos: los parches o fragmentos del hábitat minoritario, los corredores que pueden conectar estos fragmentos, y la matriz, que es el hábitat más abundante en el cual los otros elementos se encuentran encajados. Existe una creciente evidencia de la importancia de la conectividad de hábitats a través de corredores biológicos para diversos organismos animales que interactúan entre sí y con los tipos de vegetación. Así, por ejemplo, los corredores facilitan la dispersión de semillas por aves (Levey *et al.*, 2006), y los cafetales funcionan como vías de movimiento para murciélagos frugívoros y nectarívoros (Estrada *et al.*, 2006).

Precisamente, los corredores biológicos son franjas de terreno de vegetación que permiten y favorecen la dispersión de la fauna y flora nativas de la zona. La restauración de corredores, la preservación de áreas lineales de vegetación riparia, y de matrices favorables a

la dispersión de la biota, como pueden ser los cafetales de sombra y otras plantaciones, constituyen estrategias para disminuir los efectos negativos de la fragmentación. Los corredores biológicos hacen posible conciliar la explotación agrícola, pecuaria o forestal bajo diferentes formas de aprovechamiento y tenencia de la tierra con la conservación de la biodiversidad y gran parte de los servicios ambientales. Desde la perspectiva del paisaje, se distinguen dos tipos básicos de corredores: los lineales, que establecen conexiones relativamente en línea recta entre grandes fragmentos de hábitats, y los paisajísticos, que establecen conexiones multidireccionales entre un mosaico de ecosistemas. Su estructura puede consultarse en Anderson & Jenkins (2006). Para la conservación del bosque de niebla en el centro de Veracruz, ambos tipos de corredores son esenciales para favorecer la conservación y funcionamiento del ecosistema en convivencia con las actividades humanas.

4. Área potencial para desarrollar la propuesta

Algunas reservas tradicionales han sido decretadas por instancias federales, estatales y municipales en el área del bosque de niebla, incluyendo las cabeceras de las cuencas que drenan la región (Anónimo, 2000; fig. 1). Sin embargo, la mayoría son pequeñas, se encuentran aisladas unas de otras, y carecen de la infraestructura de protección necesaria, por lo que resultan ineficaces e insuficientes para garantizar la conservación de la biodiversidad de la región a largo plazo. A continuación se mencionan los espacios protegidos dentro o en las cercanías del área propuesta para instaurar una reserva archipiélago de bosque mesófilo de montaña. En el municipio de Xalapa se encuentran el Parque Francisco Javier Clavijero (76 ha), el Cerro de la Galaxia (40 ha), el Espacio Natural Protegido Tejar-Garnica (133 ha), el Parque Ecológico Macuiltépetl (31 ha), Molinos de San Roque (15 ha) y la zona Sujeta a Conservación Ecológica Pacho Nuevo (3 ha). En el municipio de Banderilla se encuentra la Reserva de La Martinica (54 ha). En Coatepec, el Cerro de la Culebra (40 ha), La Granada (19 ha) y La Cortadura (102 ha). En Xico y Texolo, la Cascada de Texolo y el río Matlacobatl (500 ha) que es un área recientemente declarada como sitio RAMSAR (COEPA, 2005).

En este trabajo se propone un plan estratégico para la protección de la zona comprendida en las cuencas altas de los Ríos de La Antigua y Actopan, incluyendo todos los ríos tributarios que tienen su origen en las faldas del Cofre de Perote. El área estaría enmarcada principalmente dentro de los municipios de Xalapa, Tlalnelhuayocan, Coatepec, Xico, Teocelo, Banderilla, Rafael Lucio y Acajete llegando hasta Naolinco, Acatlán y Chiconquiaco (fig. 1).

5. Líneas de actuación para la conservación

La conservación de la biodiversidad regional y de los servicios ambientales requiere de acciones decisivas en la conservación, restauración y reconexión de los remanentes de bosque. Consideramos que una propuesta de

conservación de la región debería incluir las premisas siguientes:

- El principal valor es el bosque mismo y los servicios ambientales que proporciona;
- Las actividades económicas que se propongan deben asegurar y propiciar la conservación del bosque, no anteponerse;
- El monitoreo de las condiciones y cambios en el entorno es necesario para anticipar, mitigar o prevenir impactos negativos para la conservación del bosque;
- Las comunidades locales deben tener una participación activa.

En una primera aproximación, sugerimos las siguientes líneas de actuación:

- i) Aumentar el conocimiento sobre la identidad y la distribución de la biodiversidad de la región, así como de los efectos que la fragmentación de los hábitats naturales y la aparición de barreras urbanas tienen sobre sus poblaciones y comunidades.
- ii) Incrementar el número y la superficie de las áreas naturales protegidas e implementar los medios adecuados para ejercer de forma efectiva su conservación. Es importante la implementación de reservas efectivas de fauna, y otros recursos forestales que sirvan de reservorio para especies susceptibles de aprovechamiento.
- iii) Restaurar la conectividad entre áreas naturales mediante corredores paisajísticos, para evitar los efectos deletéreos de la fragmentación sobre la biota. Parte de las nuevas áreas de conservación podrían ser diseñadas como corredores biológicos. La restauración ecológica de la cubierta vegetal puede reestablecer conexiones entre remanentes de bosque. Ante el crecimiento de la mancha urbana, resulta de especial importancia garantizar la persistencia de corredores riparios trans-urbanos a lo largo de los márgenes de los ríos como el Sedeño, Sordo, Pixquiac y Huehueyapan. Es fundamental el establecimiento de pasos para fauna que permitan la dispersión de animales no voladores a través de los ejes carreteros.
- iv) Limpieza y restauración y monitoreo de ríos. Es necesario promover instrumentos legales (sanciones económicas por delitos ecológicos, impuestos por costos ambientales) y medidas paliativas (instalación de plantas de tratamiento de agua, restauración de microcuencas) para eliminar los vertidos contaminantes a los cursos de agua de la región.
- v) Reintroducción de especies extirpadas de la región (e.g., pecarí, pava cojolita, temazate, venado) que pueden jugar un papel importante en el ecosistema o como incentivo económico, atractivo turístico, o para la educación ambiental.
- vi) Fomento de la producción orgánica y uso sostenido de productos del bosque. La producción 'orgánica' en la agricultura y la ganadería y la extracción regulada y el uso sustentable de productos del bosque (agua de manantial, caza, pesca, hongos, hierbas, orquídeas, leña, aves de ornato), así como de la elaboración

de productos derivados de ellos (alimentos, artesanías), puede resultar en mayores beneficios que la actividad agropecuaria tradicional. El aprovechamiento sustentable de organismos silvestre puede promoverse a través del establecimiento de Unidades de Manejo y Aprovechamiento de Vida Silvestre (UMA).

- vii) Educación ambiental. Es necesario promover el valor del bosque mesófilo de montaña y de los beneficios que aporta mediante actividades de divulgación y educación ambiental entre la población de la región. Sin embargo, la mera comprensión lógica de los valores y los problemas ambientales no proporciona la motivación en favor de la conservación que generan las conexiones emocionales nacidas de la vivencia habitual con el mundo natural (Turner *et al.*, 2004; Miller, 2005). Alrededor del área conurbada existen excelentes oportunidades para facilitar el contacto de niños y adultos con el ambiente natural. Pero la utilización de las áreas naturales periurbanas como lugar de esparcimiento está limitada por las dificultades de transporte y la falta de equipamiento interpretativo y seguridad. El establecimiento de estos servicios, así como la difusión de la existencia misma de estas áreas naturales, constituyen pasos previos para que estas reservas puedan brindar su potencial función educativa.

6. La reserva archipiélago: promover la conservación

La reserva archipiélago es una estructura sombrilla que tendría las funciones de promover acciones de conservación, facilitar la obtención de beneficios ligados a la conservación de la biodiversidad por parte de la población local, e incentivar la educación y la investigación sobre los valores naturales de la región (Halffter, este volumen). Para ello sería esencial que tuviera una composición multidisciplinaria, con la representación de los distintos actores sociales de la región, y la capacidad de obtener apoyos financieros y proporcionar asesoría en los aspectos legales, sociológicos, mercantiles y científicos. Algunas estrategias para conseguir la implementación de las acciones arriba comentadas podrían ser:

- **Construir un consenso regional sobre la necesidad de conservar los valores naturales de la región.** Un programa de conservación exitoso depende de la interacción de muchas áreas y experiencias (científicos, planificadores, propietarios, políticos, agentes de los gobiernos locales y regionales, y público en general) y de conjuntar un equipo de profesionales en las disciplinas biológica, social y económica, en contacto directo con las comunidades y propietarios locales, y con los organismos de gestión ambiental a nivel municipal y estatal, capaz de elaborar un plan estratégico de conservación y uso de la biodiversidad.
- **Incidir sobre los planes de ordenamiento territorial.** Se requiere en primera instancia la planificación detallada de la extensión y localización de po-

- sibles nuevas áreas de conservación, corredores biológicos, áreas de fomento de la producción agropecuaria y agroforestal, y áreas de explotación forestal. En los planes de ordenación del territorio regionales se debe evitar el desarrollo de actividades que eliminen la cubierta forestal como la expansión urbana e industrial, y carreteras, y la apertura de actividades agropecuarias no sustentables dentro de la región del bosque de niebla.
- **Facilitar la recepción del pago por servicios ambientales ligados a la conservación del patrimonio natural.** La población local implicada en actividades comprometidas con la conservación del patrimonio natural podría recibir beneficios a partir de fondos municipales, estatales, federales, internacionales (secuestro de carbono), y de empresas privadas (empresas ecoturísticas).
 - **Buscar estrategias para valorar adecuadamente en el mercado los productos naturales y agropecuarios de la región.** La creación de marcas y etiquetas de denominación de origen o certificados de prácticas amigables con la conservación y la sostenibilidad de los recursos puede ayudar a incluir los costos ambientales en el precio de los productos.
 - **Promover el conocimiento de la biodiversidad regional y de la relación entre el bienestar humano con los procesos ecológicos.** Promover la introducción de contenidos relevantes a la conservación del patrimonio natural regional en los programas educativos que inciden sobre la población infantil y juvenil que en el futuro va a decidir sobre la conservación de la zona. Incidir sobre el público en general a través de campañas publicitarias, talleres, cursos y exposiciones.
 - **Fomentar el ecoturismo, el turismo rural y de aventura.** Los pobladores locales pueden prestar servicios y recibir beneficios de las actividades turísticas que hacen uso sustentable de los recursos, tales como el excursionismo o el turismo biológico, para

las cuales muchas áreas naturales periurbanas parecen especialmente apropiadas. La calidad de los servicios, y su apropiación por parte de la población local, se verían facilitados por la transferencia de conocimientos, experiencia y tecnología desde los centros de investigación y empresas con experiencia mediante talleres y cursos de capacitación.

- **Finalmente, será necesario compilar y aclarar los aspectos legales necesarios para implementar las líneas de actuación.** Para el establecimiento de una reserva archipiélago-corredor biológico de bosque de niebla en la región central de Veracruz existe un marco legal funcional. Varios artículos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley General de Vida silvestre y la Ley Estatal de Protección Ambiental de Veracruz consideran que el establecimiento, protección y preservación de áreas naturales protegidas, zonas de restauración ecológica y la conservación de los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son actividades de *utilidad pública*, es decir, del interés primordial para la nación.

7. Comentario final

En conclusión, las reservas tradicionales o áreas naturales protegidas aisladas no pueden proteger el bosque de niebla de forma eficiente. La conservación del bosque de niebla requiere estrategias de Reserva de tipo Archipiélago y corredor biológico paisajístico.

Una vez detectados los fragmentos de bosque y los corredores biológicos, estos terrenos podrían tener un manejo alternativo dirigido a la protección del bosque nativo y la biodiversidad, al fomento de las actividades productivas ecológicas, así como aquellas que favorezcan el recargo de acuíferos, y el mantenimiento de la calidad y del suministro de agua en la zona, beneficiando a las ciudades y poblaciones del centro montañoso de Veracruz.

Bibliografía

- Anderson, A. B. & C. N. Jenkins. 2006. *Applying Nature's Design. Corridors as a Strategy for Biodiversity Conservation*. Columbia University Press. Nueva York. 231 pp.
- Anónimo. 2000. *Áreas Naturales Protegidas de Veracruz*. Subsecretaría del Medio Ambiente. Secretaría de Desarrollo Regional. Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa. 130 pp.
- Bárcena, A. 1981. Clethraceae. En: A. Gómez-Pompa (ed.), *Flora de Veracruz*. Fascículo 15. INIREB, Xalapa. 17 pp.
- Ceballos, G. & G. Oliva (coordinadores). 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. CONABIO - Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 986 pp.
- Chacón, S. 1995. Nuevos registros de agaricales (Fungi) de México. *Acta Botánica Mexicana*, **30**: 9-12.
- Challenger, A. 2001. Bosque mesófilo de montaña y su importancia. En: R. H. Manson & G. Williams-Linera (eds.), *Taller sobre Conservación y Uso Sustentable del Bosque Mesófilo de Montaña en el Centro de Veracruz*. Memorias. Instituto de Ecología, A. C., Subsecretaría de Medio Ambiente de Desarrollo Regional del Estado de Veracruz, Xalapa.
- COEPA. 2005. Ficha informativa de los humedales de Ramsar. Cascada de Texolo y su entorno. En: <http://www.ramsar.org>
- Díaz, S., J. Fargione, F.S.I. Chapin & D. Tilman. 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology*, **4**: 1300-1305.
- Estrada, C. G., A. Damon, C. S. Hernández, L. Soto Pinto & G. I. Nuñez. 2006. Bat diversity in montane rainforest and shaded coffee under different management regimes in southeastern Chiapas, Mexico. *Biological Conservation*, **132**: 351- 361.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic*, **34**: 487-515.
- Flores-Villela, O. 1993. *Herpetofauna Mexicana: Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México*,

- cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies*. Special Publications of the Carnegie Museum of Natural History, Pittsburgh, 17: i-73.
- González García, F. & H. Gómez de Silva. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En: H. Gómez de Silva & A. Oliveras de Ita (eds.), *Conservación de Aves. Experiencias en México*. Pp. 150-194. National Fish and Wildlife Foundation y CONABIO, México. D. F.
- González-Ruíz, N., J. Ramírez-Pulido & H. H. Genoways. 2006. Geographic distribution, taxonomy, and conservation of Nelson's woodrat (*Neotoma nelsoni*) in Mexico. *Southwestern Naturalist* **51**: 112-125.
- Halfpter, G. 2005. Towards a culture of biodiversity conservation. *Acta Zoológica Mexicana*, **21**: 133-153.
- Hall, R. E. 1981. *The Mammals of North America*, Vols. I y II. John Wiley & Sons. Nueva York.
- Hanken, J. & D. B. Wake. 1998. Biology of tiny animals: Systematics of the minute salamanders (Thorius: Pletodontidae) from Veracruz and Puebla, México, with descriptions of five new species. *Copeia*, **2**: 312-345.
- Kunin, W.E. & J. H. Lawton. 1996. Does biodiversity matter? Evaluating the case for conserving species. En: K.J. Gaston (ed.), *Biodiversity. A Biology of Numbers and Difference*. Blackwell Science Ltd. Oxford. 396 pp.
- Laurance, W.F. & R.O. Bierregaard Jr. (eds.). 1997. Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities. University of Chicago Press, Chicago. 616 pp.
- Levey, D.J., B.M. Bolker, J. J. Tewksbury, S. Sargent & N. M. Haddad. 2006. Effects of landscape corridors on seed dispersal by birds. *Science*, **309**: 146-148.
- López, A., J. García & D. Martínez. 1982. Primer registro de *Laternea pusilla* Berk. & Curt. y *L. triscarpa* Turp. (Basidiomycetes, Clathraceae) en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, **17**: 71-75.
- Lorea, F. 1997. On *Cinnamomum* (Lauraceae) in Mexico. *Acta Botánica Mexicana*, **40**: 1-18.
- Lorence, D. H. & J. D. Dwyer. 1988. A revision of *Deppea* (Rubiaceae). *Allertonia*, **4**: 389-486.
- Manson, R.H. 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. *Madera y Bosque*, **10**: 3-20.
- Medel, R. & S. Chacón. 1997. Ascomycetes poco conocidos de México. VIII. Algunas especies del bosque mesófilo de Veracruz. *Acta Botánica Mexicana*, **39**: 43-52.
- Mickel, J. & A. Smith. 2004. The pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, **88**: 1-1054.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, D. C.
- Miller, J. R. 2005. Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology and Evolution*, **20**: 430-434.
- Nee, M. 1986. Solanaceae. I. En: A. Gómez-Pompa (ed.), *Flora de Veracruz*. Fascículo 49. INIREB, Xalapa. 191 pp.
- Pacheco, L. 1983. Styracaceae. En: A. Gómez-Pompa (ed.), *Flora de Veracruz*. Fascículo 32. INIREB, Xalapa. 12 pp.
- Pineda, E. & G. Halfpter. 2004. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation*, **117**: 499-508.
- Pineda, E., C. E. Moreno, F. Escobar & G. Halfpter. 2005. Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, **19**: 400-410.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo & A. Martínez-Coronel. 1991. Variación no geográfica de *Microtus quasiater* (Rodentia; Arvicolidae), con notas de su ecología y reproducción. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, **62**: 341-364.
- Robertson, P. B. & G. G. Musser. 1976. A new species of *Peromyscus* (Rodentia: Cricetidae), and a new specimen of *P. simulatus* from southern Mexico, with comments on their ecology. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas*, **47**: 1-8.
- Rzedowski, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana*, **15**: 47-64.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular del bosque mesófilo de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana*, **35**: 25-44.
- Rzedowski, J. & R. Palacios. 1977. El bosque de *Engelhardtia* (*Oreomunnea*) *mexicana* en la región de la Chinantla (Oaxaca, México). Una reliquia del Cenozoico. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, **36**: 93-123.
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs & C. R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, **5**: 18-32.
- Soejarto, D. D. 1984. Actinidaceae. En: A. Gómez-Pompa (ed.), *Flora de Veracruz*. Fascículo 35. INIREB, Xalapa. 25 pp.
- Turner, W. R., T. Nakamura & M. Dinetti. 2004. Global urbanization and the separation of humans from nature. *BioScience*, **54**: 585-590.
- Utley, J. F. 1984. Marcgraviaceae. En: A. Gómez-Pompa (ed.), *Flora de Veracruz*. Fascículo 38. INIREB, Xalapa. 15 pp.
- Wake, B. D., T. J. Papenfuss & J. F. Lynch. 1992. Distribution of salamanders along elevational gradients in Mexico and Guatemala. *Tulane Studies in Zoology and Botany, Supplementary Publication*, **1**: 303-319.
- Williams-Linera, G. 2002. Tree species richness complementarity, disturbance and fragmentation in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation*, **11**: 1825-1843.
- Williams-Linera, G., R. H. Manson & E. Isunza-Vera. 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, **8**: 73-89.
- Williams-Linera, G., A. Rowden & A. C. Newton. 2003. Distribution and stand characteristics of relict populations of Mexican beech (*Fagus grandifolia* var. *mexicana*). *Biological Conservation*, **109**: 27-36.
- Williams-Linera, G., M. Palacios-Rios & R. Hernández-Gómez. 2005a. Fern richness, tree species surrogacy and fragments complementarity in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation*, **14**: 119-133.
- Williams-Linera, G., A. M. López-Gómez & M. A. Muñiz-Castro. 2005b. Complementariedad y patrones de anidamiento de especies de árboles en el paisaje de bosque de niebla del centro de Veracruz (México). En: G. Halfpter, J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.), *Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías Tercer Milenio, Vol 4: 153-164. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS y CONACYT. Zaragoza.