

---

PROPUESTA PARA DECRETAR COMO

● HÁBITAT CRÍTICO EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA ●

DE LA SIERRA DE LAS MINAS, VERACRUZ

---

PRONATURA VERACRUZ, A.C.



• MARZO • 2014 •

#### *Coordinación y edición.*

Biól. César Raziel Lucio Palacio. Analista de Biodiversidad  
M. en C. Anibal Farabundo Ramírez Soto. Coordinador de Programa Eco–forestal  
M. A. Fadi Najib Farhat. Coordinador de vinculación y promoción

#### *Sistemas de Información Geográfica e Informática*

Geóg. Laura Landa. Informática y SIG  
Inf. Ixchel Sheseña Hernández. Informática y SIG  
Inf. Diego Abdón Palacios Arriaga. Informática

#### *Monitoreo de diversidad biológica*

Biól. Rafael Rodríguez Mesa. Coordinador de Monitoreo de Aves Migratorias.  
Biól. Kashmi Wolf Roque. Monitoreo de Aves Migratorias  
C. Sotero Castillo García. Monitoreo y Vivero

#### *Colaboradores externos*

Ph. D. Rocío Ponce–Reyes (The University of Queensland). Modelación de distribución del BMM ante CC.  
M. en C. Pierre Mokondoko Delgadillo (INECOL). Modelación de servicios ambientales.  
Biól. Adriana Judith Xóchitl González Hernández (UNAM). Identificación de anfibios y reptiles  
Biól. José Carlos Arenas Monroy (UNAM). Identificación de anfibios y reptiles  
M. en C. Adriana Sandoval Comte (INECOL). Identificación de anfibios y reptiles  
M. en C. Amauri Sarmiento Rojas (INECOL). Identificación de anfibios y reptiles  
Biól. Flor Gabriela Vázquez Corzas (BUAP). Identificación de anfibios y reptiles  
Dr. Jorge Éufrates González Mavil (Instituto de Neuroetología, UV). Identificación de anfibios y reptiles  
Biól. Karlo Antonio Soto Huerta (Rescatemos Pancho Poza A.C.). Descripción de Biodiversidad  
M. en C. Daniel Camilo Thompson Poo (Pronatura Sur). Contexto legal.  
Lic. Humberto Femat Fuentes (García Fernández y Femat). Contexto Legal

#### *Diseño editorial*

Gabriela Estupiñán Servín

#### *Agradecimientos*

Dra. Lilián Juárez Téllez (INECOL)  
Sra. Eufrosia Alarcón (Tatempa, Mpio. Altotonga)  
Sr. Esteban García Gutiérrez (Rinconada, Mpio. Las Minas)  
Sr. Mariano Baez Palafox (Las Minas, Mpio. Las Minas)

#### *Créditos fotográficos y de ilustraciones*

Figuras 6, 7, 10, 16 (1, 2, 3 y 6), A2.3, A6.3 imágenes gratuitas para uso no comercial.  
Figuras 13, 14 (1,2 y 3): banco de Imágenes de CONABIO.  
Figura 15: fotos obtenidas de artículos científicos realizados por Hernández-Baz et ál. (2012a, 2102b, 2013) y Vinciguerra et ál. (2011).  
Foto A9.10. Christopher L. Wood  
Foto A9.12. Nick Athanas  
Mapas A9.1 y A9.2. Portal de Información geográfica CONABIO.  
Mapas A9. 6 – A9.14. Digital Distribution Maps of the Birds of the Western Hemisphere Version 3.0.  
El resto de las fotografías son © Pronatura Veracruz A.C.

Forma sugerida de citar: Lucio – Palacio, C. R., A. Ramírez Soto y F. N. Farhat (coords). 2013. Propuesta para decretar como Hábitat Crítico el Bosque Mesófilo de Montaña de la Sierra de Las Minas, Veracruz. Pronatura Veracruz A. C. México

*Impreso en México*



## Índice

|  |    |
|--|----|
| CONTENIDO  |    |
| PREÁMBULO . . . . .  | 8  |
| RESUMEN EJECUTIVO . . . . .  | 9  |
| LISTA DE ACRÓNIMOS . . . . .   | 10 |
| I. JUSTIFICACIÓN GENERAL . . . . .   | 11 |
| <i>Introducción</i> . . . . .  | 11 |
| 1. Generalidades . . . . .   | 11 |
| 2. Conservación y protección legal del Bosque Mesófilo . . . . .   | 12 |
| 3. Propuesta de protección como Hábitat Crítico . . . . .  | 12 |
| <i>Ubicación del área de interés</i> . . . . .   | 13 |
| <i>Justificación socioeconómica</i> . . . . .  | 15 |
| 1. Precariedad socioeconómica . . . . .  | 15 |
| 2. Inversión gubernamental . . . . .   | 15 |
| 3. Potencial de desarrollo sustentable . . . . .   | 16 |
| 4. Propuesta de inversión . . . . .  | 17 |
| <i>Justificación biológica</i> . . . . .   | 17 |
| 1. Diversidad biológica . . . . .  | 17 |
| 2. Priorización para la conservación . . . . .   | 19 |
| <i>Justificación legal</i> . . . . .   | 20 |
| <i>Ordenamiento Ecológico del Territorio</i> . . . . .   | 22 |
| 1. Programa de OET del Río Bobos . . . . .   | 22 |
| <i>Objetivos de la propuesta de Hábitat Crítico</i> . . . . .  | 24 |
| 2. Objetivo general . . . . .  | 24 |
| 3. Objetivos específicos . . . . .   | 24 |
| II. CONTEXTO LEGAL DE LA PROPUESTA . . . . .   | 25 |
| • Programa de Ordenamiento Ecológico del Río Bobos y Solteros y su relación con los Planes Municipales de Desarrollo . . . . . | 25 |
| • ANP de carácter estatal, municipal o privado . . . . .   | 25 |
| • Régimen de propiedad de la tierra . . . . .  | 25 |
| • Justificación legal ampliada para el decreto de Hábitat Crítico . . . . .  | 26 |
| III. DESCRIPCIÓN DE LA SIERRA DE LAS MINAS, VERACRUZ . . . . .   | 28 |
| A. Descripción del entorno natural . . . . .   | 28 |
| 1. Clima . . . . .   | 28 |
| 2. Geomorfología . . . . .   | 30 |
| 3. Suelos . . . . .  | 32 |
| 4. Hidrología . . . . .  | 34 |
| B. Descripción del entorno sociodemográfico . . . . .  | 36 |
| C. Descripción de la biodiversidad de la Sierra de Las Minas . . . . .   | 37 |
| IV. AMENAZAS AL BOSQUE MESÓFILO EN LA SIERRA DE LAS MINAS . . . . .  | 57 |
| A. Principales amenazas . . . . .  | 58 |
| 1. Cambio de uso de suelo en la Sierra de Las Minas . . . . .  | 59 |
| 2. Vulnerabilidad ante fenómenos relacionados con el cambio climático . . . . .  | 62 |
| B. Esquemas de protección de la biodiversidad . . . . .  | 65 |
| 1. Figuras de priorización en que se incluye la Sierra de Las Minas . . . . .  | 65 |
| 2. Vacíos y omisiones en conservación . . . . .  | 70 |
| 3. Oportunidades y sinergias para la conservación . . . . .  | 72 |
| V. VALORACIÓN DE LA SIERRA DE LAS MINAS . . . . .  | 74 |
| A. Valor de los Servicios Ambientales en la Sierra de Las Minas . . . . .  | 75 |
| B. Efectos económicos y sociales de la pérdida de BMM en el área de interés . . . . .  | 77 |
| VI. PROPUESTA DE PLAN RESTAURACIÓN DE CAPITAL NATURAL PARA LA SIERRA DE LAS MINAS . . . . .                                    | 79 |
| VII. FUENTES DE INFORMACIÓN CITADAS . . . . .  | 82 |
| VIII. ANEXOS . . . . .   | 98 |



## Índice de Figuras

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 1.  | Ladera con fragmentos de bosque y deforestación evidente en la Sierra de Las Minas   | 11 |
| Figura 2.  | El plátano es uno de los cultivos de traspatio más comunes en las partes bajas de la Sierra de Las Minas   | 16 |
| Figura 3.  | En la Sierra de las Minas existen varias especies de palma del género <b>Chamaedorea</b> que están protegidas. El ejemplar de la foto fue fotografiado en la localidad de Paxtepec, Altotonga  | 18 |
| Figura 4.  | Esta especie de salamandra, <b>Chiropterotrion chiropterus</b> , está sujeta a protección especial. El ejemplar fue fotografiado en el municipio de Tatatila   | 19 |
| Figura 5.  | Precipitación vertical en una porción boscosa del municipio de Altotonga, en la Sierra de Las Minas  | 28 |
| Figura 6.  | Formación de una cordillera volcánica, lo que da origen a paisajes geomorfológicos complejos, como ocurre en la Sierra de Las Minas  | 30 |
| Figura 7.  | Perfil del suelo en un bosque mesófilo. Puede apreciarse el suelo cubierto por una la nutrida capa orgánica.   | 32 |
| Figura 8.  | Cascada en la localidad de Tenexpanoya, Tatatila   | 34 |
| Figura 9.  | Producción de maíz a baja escala y comercialización de hongos en la Sierra de Las Minas  | 36 |
| Figura 10. | Un hongo del bosque mesófilo de la Sierra de Las Minas, género <b>Morchella</b>  | 37 |
| Figura 11. | Un helecho arborecnete del orden <b>Cyatiales</b> , típico del bosque mesófilo de la Sierra de Las Minas   | 39 |
| Figura 12. | <b>Ceratozamia mexicana</b> , especie de cícada endémica presente en la Sierra de Las Minas  | 40 |
| Figura 13. | <b>Cupressus lusitanica</b> , especie de conífera endémica de México presente en la Sierra de Las Minas  | 41 |
| Figura 14. | Especies relevantes de angiospermas de la Sierra de Las Minas: 1) <b>Liquidambar styraciflua</b> ; 2) <b>Disocactus phyllanthoides</b> y 3) <b>Magnolia dealbata</b>   | 42 |
| Figura 15. | Especies importantes de lepidópteros presentes en la Sierra de Las Minas y alrededores: 1) <b>Coerura albicosta</b> , 2) <b>Apeloda mecrida</b> , 3) <b>Scena propilea</b> , 4) <b>Athys thysanete</b> , 5) <b>Memphis schausiana</b> , 6) <b>Eucheira socialis</b>  | 43 |
| Figura 16. | Especies de coleópteros presentes en el Bosque Mesófilo de la Sierra de Las Minas y alrededores: 1) <b>Deltochilum mexicanum</b> , 2) <b>Ontophagus acuminatus</b> , 3) <b>Canthon cyanelus</b> , 4) <b>Chrysina triumphalis</b> , 5) <b>Paragymnetis flavomarginata</b> , 6) <b>Cyclocephala jalapensis</b> | 44 |
| Figura 17. | Proporción de especies de anfibios por país. Fuente: IUCN, 2013b   | 45 |
| Figura 18. | Especies de anfibios importantes para la conservación de la Sierra de Las Minas  | 46 |
| Figura 19. | Una boa ( <b>Boa constrictor</b> ), especie encontrada en la Sierra de Las Minas.  | 50 |
| Figura 20. | Perdiz veracruzana o Chivizcoyo, <b>Dendrortyx barbatus</b> , una especie endémica de los Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental  | 51 |
| Figura 21. | Algunas especies de aves presentes en la Sierra de Las Minas   | 52 |
| Figura 22. | Principales rutas migratorias de aves planeadoras a nivel mundial (Newton, 2008)   | 54 |
| Figura 23. | <b>Artibeus lituratus</b> o murciélago frutero gigante, una de las especies comunes en el bosque mesófilo de la Sierra de Las Minas. Tiene un papel importante en la dispersión de semillas de varias especies de árboles y arbustos.  | 56 |
| Figura 24. | Sierra de las Minas aloja los últimos fragmentos bien conservados de Bosque Mesófilo en la zona  | 57 |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 25. | Amenazas a los Bosques Mesófilos de México                                  | 58 |
| Figura 26. | Fenómenos asociados con el cambio de uso de suelo en la Sierra de Las Minas | 59 |
| Figura 27. | Alternativas productivas en la Sierra de Las Minas                          | 73 |

## Índice de Mapas

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Mapa 1.  | Polígono de la Sierra de Las Minas, Veracruz, zona propuesta como Hábitat Crítico  | 14 |
| Mapa 2.  | Ordenamiento ecológico territorial en el polígono de la Sierra de Las Minas, Veracruz                                      | 23 |
| Mapa 3.  | Tipos de clima en la Sierra de Las Minas   | 29 |
| Mapa 4.  | Geomorfología de la Sierra de Las Minas  | 31 |
| Mapa 5.  | Tipos de suelos en la Sierra de Las Minas  | 33 |
| Mapa 6.  | Paisajes hídricos y red hidrológica de la Sierra de Las Minas  | 35 |
| Mapa 7.  | Registros de anfibios de importancia para la conservación realizados por Pronatura Veracruz en 2013                        | 47 |
| Mapa 8.  | Número de especies de reptiles por región  | 49 |
| Mapa 9.  | Sucesión histórica del cambio de vegetación y uso de suelo en la Sierra de Las Minas                                       | 61 |
| Mapa 10. | Distribución potencial de los BMM del centro de Veracruz en tres panoramas: 2013, 2020 y 2040                              | 64 |
| Mapa 11. | La Sierra de Las Minas en el contexto de dos figuras de priorización: AICA y RTP   | 67 |
| Mapa 12. | La Sierra de Las Minas en el contexto de los <i>hotspots</i> de biodiversidad  | 68 |
| Mapa 13. | La Sierra de Las Minas en el contexto del Análisis de Cero Extinciones de anfibios   | 69 |
| Mapa 14. | La Sierra de Las Minas en el contexto de niveles de prioridad de conservación de los bosques mesófilo de montaña de México | 71 |

## Índice de Cuadros

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Cuadro 1. | Políticas ambientales y UGA de la Sierra de Las Minas basadas en el POETB 2008                          | 22 |
| Cuadro 2. | Comparación del valor económico generado por el BMM y algunos tipos de cultivo importantes en la región | 75 |
| Cuadro 3. | Valores en USD por hectárea por año de seis servicios ambientales en la Sierra de Las Minas             | 76 |
| Cuadro 4. | Inversión requerida e inversión federal promedio realizada en la Sierra de Las Minas                    | 81 |

# PREÁMBULO

El presente trabajo es el resultado del interés y la dedicación de un equipo de profesionistas comprometidos con la conservación y la restauración de los ecosistemas y el desarrollo sustentable tanto en México como a nivel global. Está enfocado en el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), uno de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial. La zona en donde se ubica el proyecto, la porción central veracruzana de la Sierra Madre Oriental, aún conserva zonas importantes de bosque mesófilo. Sin embargo, este ecosistema enfrenta profundas perturbaciones antropogénicas.

Pese a ocupar un porcentaje mínimo del territorio nacional, los BMM del país presentan altos valores de riqueza de especies y son esenciales para los procesos evolutivos y ecosistémicos de muchos grupos biológicos. Derivados de tales procesos, los servicios ambientales que otorgan los BMM son fuente de sustento y riqueza para el ser humano. En este trabajo se reportan los principales aspectos de biodiversidad y servicios ambientales de la zona de Bosque Mesófilo de Montaña "Sierra de Las Minas". Asimismo, se muestran las principales amenazas a las que se enfrenta esta área. También se abordan de manera específica los efectos de la pérdida de BMM en esa región y finalmente se proponen estrategias para salvaguardar la zona, que puede considerarse patrimonio nacional. Con base en tales consideraciones, se propone la estrategia de conservación de "Hábitat Crítico", una figura legal establecida en la Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

Los Hábitats Críticos son sitios en donde ocurren fenómenos esenciales para la supervivencia de especies amenazadas y que enfrentan problemáticas complejas y que requieren atención urgente. Pese a su mención en la LGVS, no existe ningún sitio declarado como Hábitat Crítico en México. En este escrito, planteamos que un decreto de Hábitat Crítico debe ser un promotor del desarrollo sustentable a nivel local, en donde las comunidades de la zona, mediante la conservación, recuperación y hacer uso racional de su patrimonio natural, puedan mejorar sus condiciones de vida a la vez que promueven la generación de servicios ambientales en sus bosques.

**En esta propuesta mostramos un esquema de restauración y conservación sustentado en el análisis de costo – inversión en que se contrasta el valor de los servicios ambientales (SA) generados en la zona contra la inversión gubernamental (IG) actual. Lo anterior muestra que el valor estimado de los SA es muy superior a la IG, lo que permite plantear escenarios de restauración y conservación económicamente viables y que generarán beneficios económicos, sociales y ambientales para la población local y para los distritos agrícolas y los centros urbanos de aguas abajo.**

# RESUMEN EJECUTIVO

1. El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) es uno de los ecosistemas más amenazados a nivel global y nacional.
2. Las principales amenazas son de origen antrópico. Entre ellas se cuentan el cambio de uso de suelo, la densidad de población humana y la fragmentación por la expansión urbana y agrícola.
3. En el centro de Veracruz aún existen porciones de BMM bien conservadas o susceptibles de restauración. Aunque enfrentan presiones antrópicas importantes, su manejo adecuado y su restauración son herramientas poderosas para el desarrollo sustentable de esta zona.
4. El Programa de Ordenamiento Territorial del Río Bobos y Solteros permitió distinguir una zona idónea para implementar políticas de Conservación, Protección y Restauración del BMM del Centro de Veracruz. Esta zona es la base para la delimitación de un polígono propuesto como Hábitat Crítico en la Sierra de Las Minas.
5. La Sierra de Las Minas incluye a la totalidad del municipio de Las Minas y a porciones boscosas de los municipios de Altotonga, Atzalan, Las Vigas de Ramírez, Tlacolulan y Villa Aldama.
6. Socioeconómicamente, la Sierra de Las Minas se caracteriza por alta marginación, escasez de alternativas laborales y productivas. En contraste, la zona tiene una gran vocación agrosilvícola e hidroenergética, ambas pobremente aprovechadas.
7. Además, la Sierra de Las Minas presenta altos grados de diversidad biológica, incluyendo un gran número de especies endémicas del país.
8. Esta propuesta de Hábitat Crítico incluye un análisis de costo – beneficio que muestra la factibilidad de implementar acciones de conservación, restauración y desarrollo sustentable en la Sierra de Las Minas.

# ACRÓNIMOS

**ANP:** Área Natural Protegida

**BMM:** Bosque Mesófilo de Montaña

**CONANP:** Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

**CONABIO:** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

**CONAFOR:** Comisión Nacional Forestal

**CONAPO:** Consejo Nacional de Población

**DOF:** Diario Oficial de la Federación

**FVT:** Faja Volcánica Transmexicana

**GOEV:** Gaceta Oficial del Estado de Veracruz

**GOF:** Gaceta Oficial de la Federación

**HC:** Hábitat Crítico

**INE:** Instituto Nacional de Ecología, ahora INECC

**INECC:** Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

**INEGI:** Instituto Nacional de estadística y geografía

**IUCN:** International Union for Conservation of Nature

**LGEEPA:** Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

**LGVS:** Ley General de Vida Silvestre

**OET:** Ordenamiento Ecológico del Territorio

**OPO:** Programa Oportunidades, Liconsa

**PAL:** Programa Apoyo Alimentario

**PEA:** Población Económicamente Activa

**PDZP:** Programa de Desarrollo de Zonas Prioritarias

**POEB:** Programa de Ordenamiento Ecológico Cuencas de los Ríos Bobos y Solteros

**POP:** Programa Opciones Productivas

**PUAM:** Programa de Pensión para Adultos Mayores

**PVR:** Programa de Vivienda Rural

**SA:** Servicios ambientales

**SEMARNAT:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**SMO:** Sierra Madre Oriental

**UGA:** Unidad de Gestión Ambiental

**UMA:** Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre

# I. JUSTIFICACIÓN GENERAL

## Introducción

### 1. Generalidades

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), por sus siglas es un ecosistema que se caracteriza por una mezcla de especies vegetales de zonas tropicales y templadas. (Villaseñor, 2010). Lo anterior resulta en una importante diversidad florística y en características estructurales heterogéneas (Williams–Linera et ál. 2013). Este tipo de bosques existe en áreas montañosas de las zonas tropicales húmedas del planeta, a altitudes entre los 600 y 3000 m de altitud (Alcántara et ál. 2002; Villaseñor, 2010). En dichas zonas, la presencia de humedad, ya sea como lluvia o como neblina, es constante. Así, los Bosques Mesófilos tienen características hidrológicas únicas y son sitios esenciales para el ciclo hídrico por su gran capacidad de abastecimiento, captación y absorción del agua proveniente de la precipitación (Bruijnzeel, 2001; 2005; Villaseñor, 2010). Este tipo de bosque se distingue por altos valores de diversidad biológica y por la presencia de un gran número de especies endémicas de flora y fauna (Long, 1995; Villaseñor, 2010; Murrieta–Galindo et ál. 2013). Dichas características biológicas redundan en un sinnúmero de servicios ambientales y en la abundancia de recursos faunísticos y florísticos (Doumenge et ál. 1993). Dado que la conjunción de características necesarias para su existencia es muy particular, se considera al BMM como el tipo de ecosistema con menor distribución en la superficie terrestre (Bruijnzeel et ál. 2010). Aunque este tipo de bosque suele encontrarse en sitios de difícil acceso, la presencia de abundantes recursos forestales, faunísticos e hídricos ha originado actividades antropogénicas que amenazan su existencia (Hosttetter, 2002).



Figura 1. Ladera con fragmentos de bosque y deforestación evidente en la Sierra de Las Minas

En México, los BMM se encuentran en zonas montañosas húmedas de las Sierras Madre de Chiapas, Occidental, Oriental, del Sur y en la Faja Volcánica Transmexicana (CONABIO 2010). Los Bosques Mesófilos están presentes en menos del 1% del territorio nacional (Rzedowski et ál., 1993) y se consideran el bastión más septentrional de este tipo de ecosistema en todo el mundo (Villaseñor, 2010). La deforestación, la conversión del suelo a agricultura y la urbanización se encuentran entre las principales causas de pérdida de BMM en el país (CONABIO, 2010).

Particularmente, el BMM en el estado de Veracruz se extiende a lo largo de la Sierra Madre Oriental y forma parte de un paisaje en el que están presentes ecosistemas naturales (bosques de pino, selva mediana, bosques de encino), agroecosistemas (naranjales y cafetales de sombra) y zonas urbanas (Williams–Linera, 2007). Debido a impactos ambientales negativos resultantes de dinámicas económicas y poblacionales, este tipo de bosque ha experimentado una disminución importante en la superficie ocupada en el estado de Veracruz. Muñoz–Villers y López–Blanco (2008) estimaron que dicha pérdida fue del 65% en el periodo de 1990 a 2003, lo que implica una disminución de 14,800 ha en 13 años (de 42,700 a sólo 27,900).

## 2. Conservación y protección legal del Bosque Mesófilo

Pese a la importancia del BMM en el desarrollo de ciclos biogeoquímicos, y no obstante sus altos valores en diferentes expresiones de diversidad biológica, es un ecosistema que se encuentra escasamente protegido, tanto a nivel mundial como nacional (Bubb et ál. 2004; Martínez et ál. 2009; Gillespie et ál. 2012). Se considera que la mayoría de las zonas que contienen BMM se encuentran entre las 200 **Ecoregiones Prioritarias** para la conservación de la biodiversidad global (Bubb et ál. 2004).

En México, este ecosistema ha sido relegado en las decisiones de conservación. Es recientemente que el BMM ha sido incorporado a estrategias nacionales de conservación, principalmente mediante la evaluación de la calidad de los bosques y de las amenazas que enfrentan. Tal evaluación resultó en la agrupación de los Bosques Mesófilos de Montaña del país en 15 regiones (CONABIO, 2010).

En este esquema destaca la región V, a la que pertenecen los BMM del Centro de Veracruz, y que en su porción Norte presentan dos subregiones consideradas como de prioridad alta a crítica. Esto se traduce en la necesidad urgente de establecer medidas de conservación y restauración ecológica (CONABIO, 2010). Entre los criterios utilizados para esta priorización está la riqueza de especies de algunos grupos biológicos como plantas vasculares, mamíferos, aves y anfibios. De manera general, los BMM de esta región presentan valores muy altos de riqueza de especies y número alto de endemismos en comparación con otras regiones con este ecosistema en el país (Pineda y Halffter, 2004; CONABIO, 2010; Williams–Linera et ál. 2013). Uno de los factores agravantes para la conservación de estos bosques en el estado es el bajo porcentaje que se encuentra dentro de áreas naturales protegidas: apenas 4% (Gillespie, 2012).

## 3. Propuesta de protección como Hábitat Crítico

El objetivo de este documento es mostrar la importancia económica, ecológica y social del Bosque Mesófilo de Montaña de la Sierra de Las Minas. Con ello se busca fundamentar su decreto como Hábitat Crítico, para así conservar sus recursos bióticos y asegurar la provisión de servicios ambientales en la zona. Los ecosistemas de esta región alojan una importante variedad de flora y fauna residente y migratoria, lo que incluye taxones contempladas en la Norma Oficial Mexicana–059–SEMARNAT. Por otro lado, los remanentes de BMM que subsisten en el área enfrentan una problemática ambiental compleja, que pone en riesgo la subsistencia de servicios ambientales e implica profundas amenazas al capital natural de la región, esencial para la persistencia de las poblaciones humanas locales.

Esta propuesta de decreto de Hábitat Crítico está sustentada en la legislación ambiental mexicana vigente (artículos 63 y 64 de la Ley General de Vida Silvestre), en cuyos esquemas de conservación están el garantizar la permanencia y funcionalidad de sistemas ecológicos y conservar espacios y condiciones que sean adecuados para especies particulares de alto interés (DOF, 2013b).

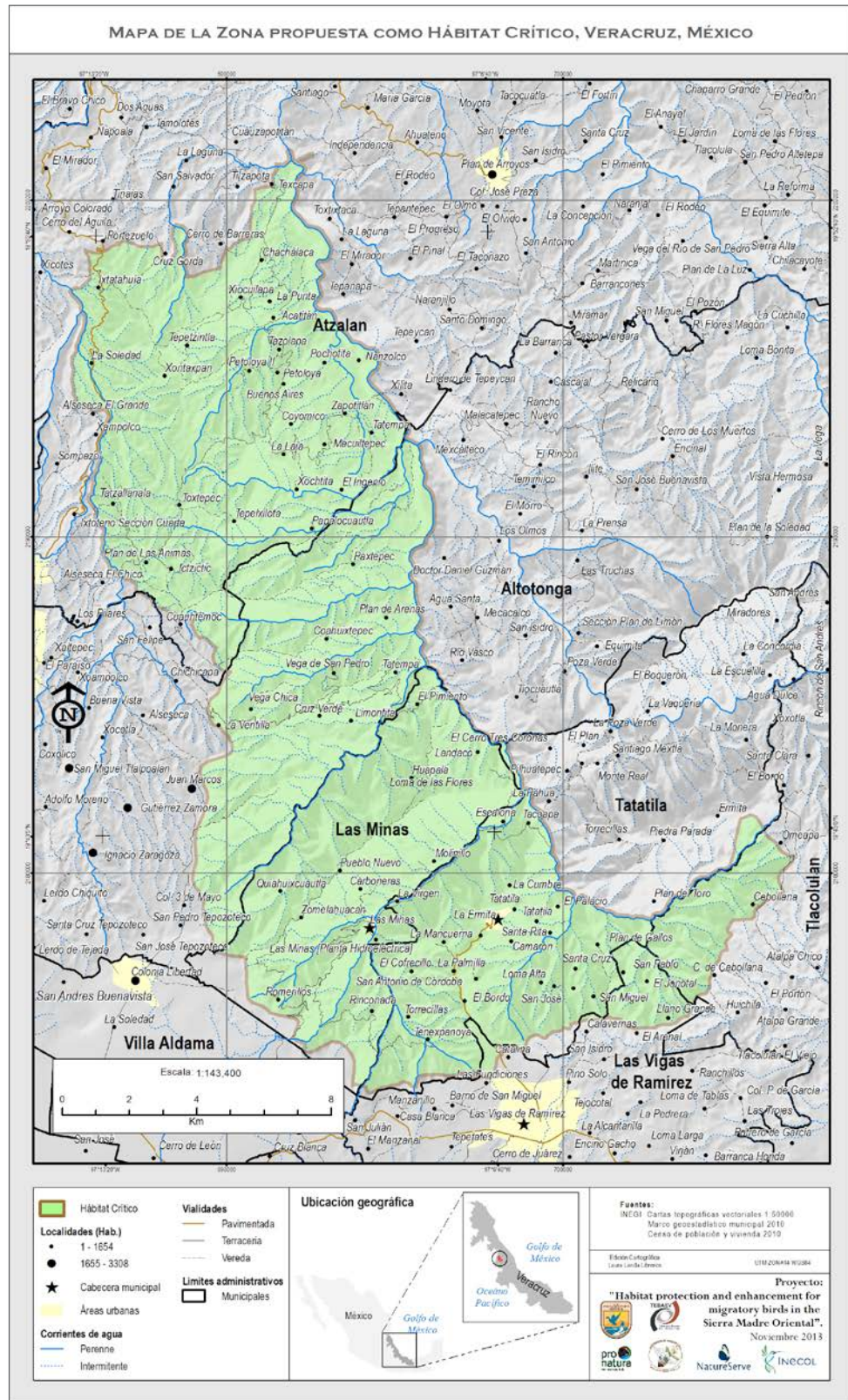
## Ubicación del área de interés

La zona propuesta para ser decretada como Hábitat Crítico se denominará de ahora en adelante “Sierra de Las Minas”. Se ubica en el centro norte del estado de Veracruz, en la confluencia de las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Oriental en su límite austral y de la Faja Volcánica Transmexicana en su porción oriental (Mapa 1). Sus coordenadas extremas son 19° 52’ 04.2” y 19° 38’ 36.8” al Norte y 97° 08’ 45” y 97° 10’ 27.3” al Oeste y ocupa una superficie de 23, 704 ha. La zona de interés abarca siete municipios del estado de Veracruz, de los cuales seis se encuentran parcialmente dentro de su superficie: Atzacatlan, Altotonga, Las Vigas de Ramírez, Tatatila, Tlacolulan y Villa Aldama, mientras que el municipio de Las Minas se incluye en su totalidad (GOEV, 2008). El principal tipo de vegetación en la zona de interés es el Bosque Mesófilo de Montaña, aunque también hay otros tipos de bosques templados, como los bosques de encino, así como pastizales inducidos y cultivos permanentes y anuales. Los fragmentos remanentes de bosque perciben y captan una gran cantidad de humedad atmosférica debido a que se encuentran expuestos a los vientos alisios del Norte, que constantemente acarrearán humedad proveniente del Golfo de México.



El objetivo de este documento es mostrar la importancia económica, ecológica y social del Bosque Mesófilo de Montaña de la Sierra de Las Minas. Con ello se busca fundamentar su decreto como Hábitat Crítico, para así conservar sus recursos bióticos y asegurar la provisión de servicios ambientales en la zona.





Mapa 1. Polígono de la Sierra de Las Minas, Veracruz, zona propuesta como Hábitat Crítico

## Justificación Socioeconómica

Pese a la abundancia de recursos naturales y a la existencia de un ecosistema tan diverso como el Bosque Mesófilo, las condiciones sociales en los municipios de la Sierra de Las Minas distan mucho de presentar niveles de bienestar para los lugareños. De acuerdo a los datos de INEGI – CONAPO (2010), existen 76 comunidades en la zona propuesta como Hábitat Crítico, con un total de 14,282 habitantes. Todas las comunidades que se encuentran dentro del polígono de Hábitat Crítico presentan grados de marginación de Alto a Muy Alto.

### 1. Precariedad socioeconómica

De la totalidad de la población, 4,094 personas se consideran Población Económicamente Activa. De esa cifra, se estima que 107 personas (2.6%) no participan de ninguna actividad productiva.

Las actividades productivas primarias son la principal fuente de empleo en la región, con una porción muy baja de personas económicamente activas dedicadas a actividades del sector secundario y con actividad prácticamente inexistente en el sector terciario (Anexo III). Las principales actividades productivas del sector primario son el cultivo de maíz y café y no existen desarrollos industriales en el polígono de la Sierra de Las Minas, salvo empresas familiares que comercializan productos derivados de actividades agropecuarias.

A pesar de la importancia de la marginación local, las poblaciones dentro de la Sierra de Las Minas no son incluidas en su totalidad dentro de programas prioritarios de desarrollo a nivel federal y estatal. Por ejemplo, el programa nacional "Cruzada Nacional Sin Hambre" sólo contempla las localidades de los municipios de Altotonga y Atzacan. Por su parte, sólo los dos programas sociales estatales "Paquetes de material para pisos" y "Suministro de lámina para techo" han ofrecido apoyos en 2012 para 150 beneficiarios.

### 2. Inversión gubernamental

Diversas dependencias gubernamentales de los tres niveles realizan inversiones en la Sierra de Las Minas mediante programas especiales. El monto de estas inversiones en el último ciclo anual se estima en \$ 15,205,598.21, de los que alrededor de \$12,000,000.00 corresponden apoyos federales.

Los apoyos de nivel federal que reciben las comunidades del polígono de Hábitat Crítico provienen principalmente de tres dependencias: SEDESOL, para los de carácter social, SAGARPA, para los de carácter agropecuario y CONAFOR, para aquellos referentes al manejo y restauración de los bosques.



Los apoyos de naturaleza social tienen lugar mediante los programas Oportunidades (OPO), Liconsa (LIC), Apoyo Alimentario (PAL), Pensión para Adultos Mayores (PUAM), Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP), Vivienda Rural (PVR) y Opciones Productivas (POP) (Anexo VIII). El monto anual estimado de estas inversiones fue de \$12,464,450.26 en el último ciclo, de los que \$6,427,780.00 son destinados a programas asistencialistas (OPO, PAL y PUAM). En contraste, el aporte por algunos programas enfocados a la diversificación productiva, como FONART, es inexistente.

La inversión federal en materia agropecuaria en la zona sólo ha tenido lugar mediante los programas "Sustentabilidad de los Recursos Naturales" y "Procampo". Esta dependencia ha invertido \$ 1,134,461.75 durante el último ciclo de apoyo en localidades de la Sierra de Las Minas.

En el caso del aprovechamiento silvícola y la protección y restauración de los bosques, la CONAFOR ha destinado recursos a la Sierra de Las Minas mediante los programas de Restauración Forestal en Cuencas Hidrográficas Prioritarias, Proyectos Especiales de Conservación y Restauración Forestal, Proyectos de Plantaciones Forestales Comerciales, Mecanismos Locales de PSA a través de Fondos Concurrentes y el Programa Proárbol. El monto de inversión estimado en la Sierra de Las Minas para el último ciclo fue de \$1,606,686.20, y benefició a 268 hectáreas como mínimo. Esto implica que en promedio se destinaron \$ 5,995.10 por hectárea.

### 3. Potencial de desarrollo sustentable

La valoración de los recursos naturales de La Sierra de Las Minas permite esbozar un panorama de aprovechamiento sustentable para la zona. El valor estimado generado por una hectárea de BMM en la Sierra de Las Minas oscila entre USD \$ 4,645 y USD \$ 6,609 por año (Anexo VII). La pérdida del Bosque Mesófilo de la región implicaría la pérdida de miles de dólares anuales en beneficios generados por esos sistemas naturales. Los beneficios generados en estos ecosistemas, al ubicarse en las zonas de captación de la cuenca del Río Bobos, son percibidos por todas las zonas de la cuenca.

Para contrarrestar las bajas tasas de recuperación de los bosques y sus SA asociados en zonas fragmentadas y deforestadas a corto plazo, es necesario que se inicien proyectos integrales de restauración ecológica. Aunque el precio de estos proyectos pudiera parecer elevado, existe evidencia de que en los primeros años, los proyectos de restauración comienzan a generar montos importantes de servicios ecosistémicos, lo que es susceptible de aprovechamiento por las poblaciones locales, favoreciendo el desarrollo comunitario. Este tipo de experiencias son viables en el país, como lo demuestran algunas iniciativas en diferentes estados (Merino, 2006). Estas iniciativas pueden ser el sustento de programas a largo plazo, que permitan la restauración completa de los servicios ecosistémicos, lo cual puede llegar a ocurrir en lapsos de 30 a 50 años.

Otros beneficios de la restauración del BMM en la Sierra de Las Minas serían la protección contra eventos meteorológicos (como inundaciones y deslaves; Alcántara-Ayala, 2010) y el aumento de disponibilidad de recursos no maderables, que pueden usarse para autoconsumo o para comercialización (Escalona Aguilar, 2010).



Figura 2. El plátano es uno de los cultivos de traspatio más comunes en las partes bajas de la Sierra de Las Minas

## 4. Propuesta de inversión

El polígono de la Sierra de Las Minas fue definido con base en zonas óptimas para las políticas de Conservación, Protección y Restauración distinguidas en el Programa de Ordenamiento Territorial del Río Bobos y Solteros (GOEV, 2008). El área total del polígono es de 23,704 ha. Esta propuesta de Hábitat Crítico contempla un plan de restauración a 10 años, divididos en cinco ciclos bianuales. Se considera que las 2,242.36 ha que corresponden a los corredores riparios son prioritarias. Como meta del primer ciclo se proyecta la restauración de un 20% de las zonas prioritarias para la restauración ecológica (448.47 hectáreas). La inversión necesaria para alcanzar esta meta es de \$ 8,969,440.00 por año, lo que se traduce en la generación, durante el primer ciclo bianual de 35 empleos permanentes dedicados a la restauración activa, de los cuales 10 corresponden a empleos para profesionistas y 25 a empleos sin calificación especial. El número de empleos se incrementará en los ciclos siguientes conforme aumente el número de hectáreas sujetas a restauración pasiva. Se espera que las 448.47 hectáreas restauradas generen un estimado de entre USD\$ 2,083,143.15 y USD\$ 2,963,938.23 por concepto de servicios ambientales. Para capitalizar estos montos, es necesario ajustar mecanismos locales, nacionales e internacionales que valoren en justa medida los servicios ecosistémicos.

## Justificación Biológica

### 1. Diversidad biológica

La Sierra de Las Minas se ubica dentro de la región de Bosques Mesófilos del Centro de Veracruz y la subregión formada por la Sierra Norte de Puebla – Sierra de Chinconquiaco de acuerdo a la regionalización de CONABIO (2010). Dicha zona se caracteriza por tener un gran número de especies de anfibios y plantas vasculares endémicas. Por otro lado, también es la región con los bosques mesófilos que enfrentan mayores amenazas, principalmente por la alta densidad poblacional y por la fragmentación de los ecosistemas debida a la alta densidad de caminos.

Los datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de CONABIO muestran que en los Bosques Mesófilo del Centro de Veracruz existen un gran número de especies amenazadas que están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La mayoría de estas especies está representada en la Sierra de Las Minas:

- Hongos macroscópicos: 841 especies para los Bosques Mesófilos del centro de Veracruz, de las cuales 13 están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De esa cifra, 11 están contempladas en la categoría de "amenazadas" (*Amanita muscaria*, *Boletus edulis*, *Entoloma giganteum*, *Gomphidius rutilus*, *Morchella conica*, *Psilocybebarrerae*, *P. fagicola*, *P. mexicana*, *P. sanctorum*, *P. wassoniorum* y *P. zapotecorum*,) y dos en la categoría de "Sujeto a Protección especial" (*Psilocybe angustipleurocystidata* y *P. herrerae*).

- Pteridobiontes: 483 especies de, de las que 21 están contempladas en la NOM-059-ECOL. Algunas de estas especies son *Alsophila firma*, *Cyathea bicrenata*, *C. divergens* var. *tuerkheimii*, *Marattia laxa* (sujetas a protección especial) y *Asplenium auritum* (amenazada), (Vázquez et ál. 2006).



En los Bosques Mesófilos del Centro de Veracruz existe un gran número de especies amenazadas. La mayoría de estas especies está representada en la Sierra de Las Minas.

Figura 3. En la Sierra de Las Minas al menos dos especies protegidas de palmas del género *Chamaedorea*. El ejemplar de la foto (*Chamaedorea cf. elatior*) fue fotografiado en la localidad de Paxtepec, Altotonga

- Gimnospermas: 32 especies, de las que 9 se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Abies hickelii*, *Ceratozamia mexicana*, *Cupressus lusitánica*, *Juniperus monticola*, *Marattia laxa*, *Pinus strobus*, *Podocarpus matudae*, *Taxus globosa* y *Zamia loddigesii*.
- Angiospermas: 5,771 especies en el área de la SMO, de las que sólo 79 están incluidas en la legislación mexicana en alguna categoría de riesgo.
- Artrópodos: 1,582 especies de artrópodos, sin especies contempladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentren en la Sierra de Las Minas.
- Anfibios: al menos 76 especies de anfibios, de las que 29 se ubican en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010: 10 de estas especies están críticamente amenazadas, 12 en peligro de extinción, cuatro son vulnerables y tres se consideran casi amenazadas. Dos de las especies de anfibios microendémicos más amenazadas en México se encuentran en los alrededores de la zona de estudio: *Plectrohyla labedactyla* y *P. pachyderma* (Ochoa et ál., 2009).
- Reptiles: se reportan 147 especies, de las que 33 están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Aves: 393 especies, de las que 52 están incluidas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre las especies exclusivas de avifauna presentes en la zona centro de Veracruz destacan la codorniz coluda veracruzana (*Dendrortyx barbatus*), el chorlo chifla-

Figura 4. Esta especie de salamandra, *Chiropterotrion chiropterus*, está sujeta a protección especial. El ejemplar fue fotografiado en el municipio de Tatatila



dor (*Charadrius melodus*), la chara enana (*Cyanolyca nana*) y el chipe mejilla dorada (*Dendroica chrysoparia*) (CCA, 1999). La mayor concentración de rapaces en migración (aguilillas, zopilotes, halcones, milanos y otras especies) del mundo cruza la planicie costera del Golfo y utilizan los bosques de la Sierra de Las Minas para realizar stop-over. Algunas especies de aves migratorias protegidas por el Acuerdo Trinacional que usan los bosques de la Sierra de Las Minas son *Cardellina canadensis* y *Contopus cooperi*, *Hylocichla mustelina*, *Passerina ciris*, *Helmitheros vermivorum*, *Setophaga caerulea*, *Empidonax traillii*, *Setophaga occidentalis*, *Geothlypis formosa* y *Vermivora chrysoptera*. Pese a la importancia de la zona para las aves migratorias, esta área prácticamente no tiene protección oficial (Buchanan et ál, 2011)

- Mamíferos: 145 especies, de las que 36 están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los datos del SNIB provienen de 158 proyectos. El listado completo y los créditos correspondientes pueden consultarse en: [http://www.pronaturaveracruz.org/ecoforestal/que\\_es\\_ecoforestal.php](http://www.pronaturaveracruz.org/ecoforestal/que_es_ecoforestal.php)

## 2. Priorización para la conservación

La Sierra de Las Minas se enfrenta a amenazas como el cambio de uso de suelo, la urbanización, la deforestación, la contaminación y los efectos adversos originados por el cambio climático (Hosttetter, 2002). En contraste, los bosques de esta región se encuentran escasamente representados en el sistema de ANP (Arriaga et ál. 2009; CONABIO, 2010; Ponce-Reyes et ál. 2012). Por esto, es crucial incluir esta zona en un esquema de conservación urgente y prioritario (CONABIO, 2010; Toledo-Aceves et ál. 2011).

Así, la Sierra de Las Minas está incluida en diferentes propuestas internacionales y nacionales que resaltan el valor de su conservación:

- Hotspots de biodiversidad (Myers 1988; Myers et ál.2000)
- Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (Benítez et ál. 1999)
- Regiones Terrestres Prioritarias (Arriaga-Cabrera et ál. 2000; 2009)
- Regiones Hidrológicas Prioritarias (Arriaga et ál. 2002)
- Sitios de Cero Extinciones de Especies (Ricketts et ál. 2005; Ceballos et ál. 2009)
- Análisis de priorización para la conservación de BMM de México (CONABIO, 2010)

## Justificación Legal

El derecho a un medioambiente adecuado para el desarrollo y bienestar de los mexicanos es fundamental y garantía individual consagrada en el artículo 4º, párrafo quinto, de la Constitución Política de nuestro país.

Ese derecho se desarrolla en dos aspectos: **a)** en un poder de exigencia y un deber de respeto erga omnes a preservar la sustentabilidad del entorno ambiental, que implica la no afectación ni lesión a éste; y **b)** en la obligación correlativa de las autoridades de vigilancia, conservación y garantía de que sean atendidas las regulaciones pertinentes.

Siguiendo dentro del plano constitucional, el artículo 27 de la Norma Fundamental establece en su tercer párrafo, la importancia de delimitar los asentamientos humanos al consagrar: **“se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico”**.

Luego entonces, para poder establecer leyes que salvaguarden el derecho mencionado en el artículo 4º de la Constitución, el Congreso de la Unión gozará de facultades para expedir leyes que establezcan la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico, tal cual está establecido en la Fracción XXIX-G, del Artículo 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En esa virtud, encontramos en la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**, a la ley reglamentaria de las disposiciones constitucionales al mencionar en su artículo 1º

**Artículo 1o.-** La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Así las cosas, ahora debemos remitirnos a la Ley General de Vida Silvestre, por ser la ley reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales, como lo menciona en su artículo 1º, que a la letra menciona:

**“Artículo 1o.** La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.”

En este contexto, la protección del medioambiente y los recursos naturales son de tal importancia que significan el “interés social” e implican y justifican, en cuanto resulten indispensables, restricciones estrictamente necesarias y conducentes a preservar y mantener ese interés.

Ahora bien, para hacer efectivas dichas restricciones, cuyo objeto son el de **preservar** el interés social a un medioambiente adecuado a su desarrollo y bienestar, en la **Ley General de Vida Silvestre**, se creó la figura del **Hábitat Crítico**, cuya definición se observa en el artículo 63, de la siguiente manera:

Artículo 63:

...

*Los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial. Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración. (DOF, 2013b).*

Asimismo, la propuesta de Hábitat Crítico está sustentada en los artículos 63 y 72 de la Ley General del Equilibrio Ecológico, en cuyos esquemas de conservación se contempla el garantizar la permanencia y funcionalidad de sistemas ecológicos y conservar espacios y condiciones que sean adecuados para especies particulares de alto interés (DOF, 2013a).

La figura de Hábitat Crítico también está contemplada en el ámbito estatal mediante la Ley de Vida Silvestre del Estado de Veracruz, en los capítulos Capítulo V y VI (GOEV, 2004). El primero hace referencia a la necesidad de integrar “la información relevante sobre los hábitats críticos y áreas de refugio para proteger especies”. El capítulo VI prevé “la promoción y el impulso a la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitats críticos y de áreas de refugio para proteger especies”, y que “la Coordinación, en términos de los convenios que se celebren con la Federación, podrá aplicar las medidas relativas al hábitat crítico y a las áreas de refugio para proteger las especies silvestres, de conformidad con las disposiciones de la Ley General y demás ordenamientos aplicables.”

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Río Bobos y Solteros (GOEV, 2008) es la herramienta legal que fue utilizada para delimitar el área propuesta como Hábitat Crítico.



La protección del medioambiente y los recursos naturales son de tal importancia que significan el “interés social” e implican y justifican, en cuanto resulten indispensables, restricciones estrictamente necesarias y conducentes a preservar y mantener ese interés.



## Ordenamiento Ecológico del Territorio

El Ordenamiento Ecológico del Territorio es un "instrumento de la política ambiental que tiene por objeto regular o inducir el uso de suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos" (DOF, 2013a).

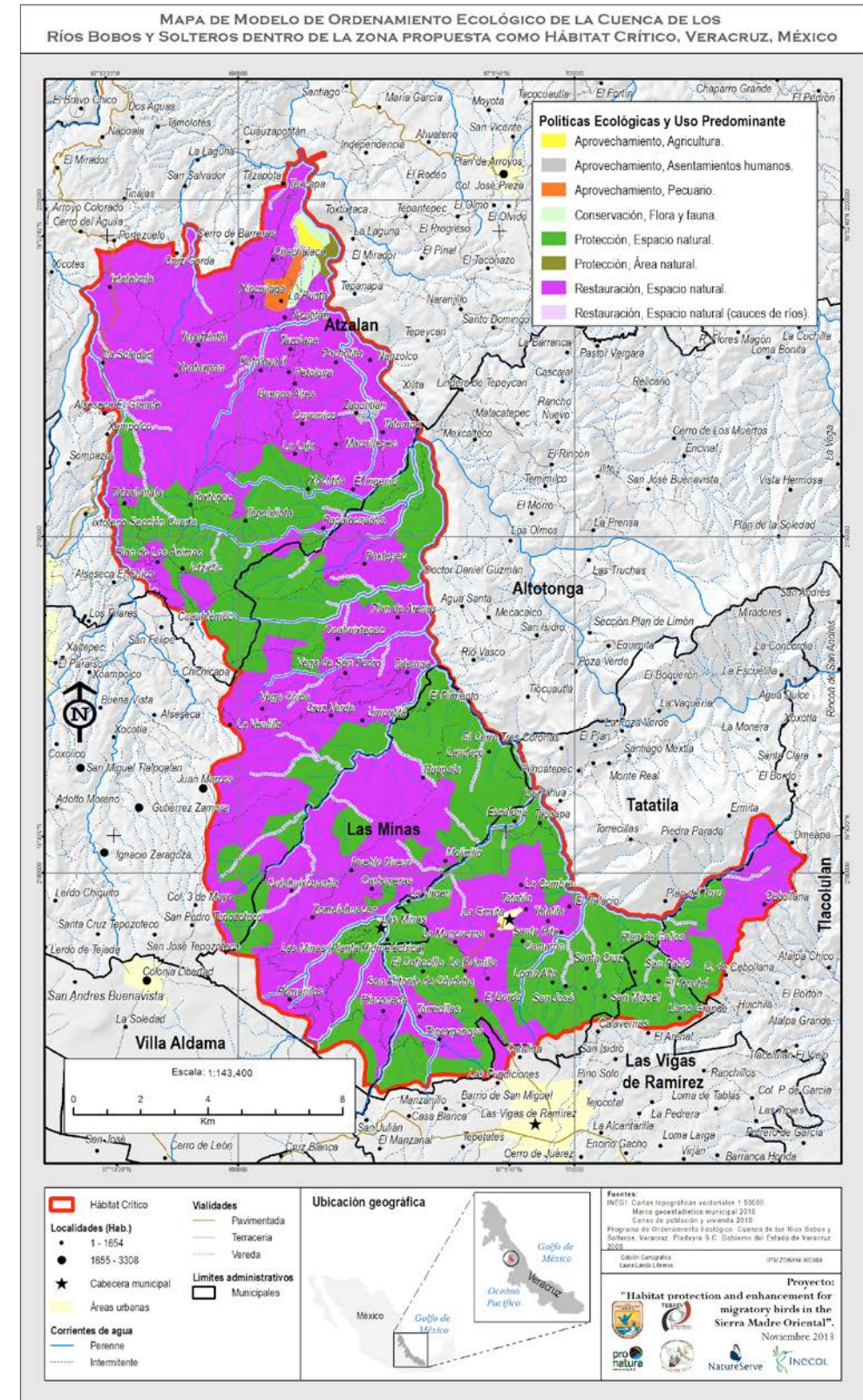
### 1. Programa de OET del Río Bobos

De acuerdo al decreto del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Río Bobos y Solteros (GOEV, 2008), la Sierra de Las Minas se considera como un área de importancia primordial para la conservación y restauración ecológica, del Bosque Mesófilo de Montaña, un ecosistema fuertemente amenazado.

La zona en cuestión fue determinada como un área prioritaria para iniciativas de conservación con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Cuenca del Río Bobos y Solteros o POETB (GOEV, 2008). Este instrumento fue orquestado con el objetivo de regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas conforme a la vocación presentada en el sitio (Arriaga y Córdova y Vázquez, 2006). El área propuesta se compone de 23,704 ha y presenta los valores ecológicos más importantes de dicho ordenamiento. Los valores representan la existencia de aspectos de la biodiversidad de importancia regional o nacional, tanto por su grado de endemismo como por sus condiciones de fragilidad o su utilidad para las actividades humanas. El área propuesta para el Decreto de Hábitat Crítico corresponde al 16.6 % del POETB, lo que equivale a 23 704 ha. El territorio que abarca cada política ecológica por Unidad de Gestión Ambiental (UGA) se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Políticas ambientales y UGA de la Sierra de Las Minas basadas en el POETB 2008

| POLÍTICA ECOLÓGICA    | ÁREA NATURAL | ESPACIONATURAL | FLORA Y FAUNA | OTROS | TOTAL (HA) | TOTAL % |
|-----------------------|--------------|----------------|---------------|-------|------------|---------|
| Conservación          | -            | -              | 99            | -     | 99         | 0.42    |
| Protección            | 35           | 8,141          | -             | -     | 8,176      | 34.49   |
| Restauración          | -            | 15,267         | -             | -     | 15,267     | 64.41   |
| Aprovechamiento       | -            | -              | -             | -     | 162,162    | 0.68    |
| Superficie Total (ha) |              |                |               |       | 23,704     | 100.00  |



Mapa 2. Ordenamiento Ecológico Territorial en el polígono de la Sierra de Las Minas, Veracruz

## Objetivos de la propuesta de Hábitat Crítico

La zona propuesta para el decreto de Hábitat Crítico representa un área importante dentro de una de las regiones prioritarias para conservación de BMM (Luna-Vega et ál. 2006; CONABIO, 2010). Esta propuesta busca generar efectos positivos en distintas escalas ecológicas, sociales y ecológicas con base en el desarrollo de procesos biológicos en ecosistemas naturales y restaurados, lo que favorecerá condiciones sustentables de bienestar social y económico.

### 2. Objetivo general

Instrumentar la protección de una zona con remanentes de Bosque Mesófilo de Montaña en la confluencia de la SMO y la FVT, que contiene procesos ecosistémicos y especies altamente amenazadas, a través de un esquema legal de alta prioridad nacional.

### 3. Objetivos específicos

1. Describir valores y recursos biológicos y ecosistémicos presentes en la Sierra de Las Minas, Veracruz.
2. Diagnosticar el panorama socioeconómico de la Sierra de Las Minas.
3. Valorar los ecosistemas, los servicios ambientales y el capital natural presentes en la Sierra de Las Minas.
4. Proponer el uso de una figura legal (Hábitat Crítico) para fomentar acciones estratégicas para la conservación de la biodiversidad y la recuperación y el uso sustentable del capital natural presente en la Sierra de Las Minas.

## II. CONTEXTO LEGAL DE LA PROPUESTA

### *Programa de Ordenamiento Ecológico del Río Bobos y Solteros y su relación con los Planes Municipales de Desarrollo*

En 2004 se publicó el Plan de Organización Ecológica Territorial del Río Bobos (GOEV, 2004), dentro del cual el área de interés fue delimitada con base en la presencia de fragmentos de vegetación original o en proceso de restauración. El 12 de marzo de 2008 se decretó el Programa de Ordenamiento Ecológico Cuencas de los Ríos Bobos y Solteros (POEB). A la fecha de esta propuesta, se considera que el POEB no ha logrado ser una herramienta vinculante, ya que no sido tomado en cuenta por los ayuntamientos municipales para la elaboración de sus Planes Municipales de Desarrollo.

El análisis de los planes municipales de desarrollo de las alcaldías de la zona en el periodo más reciente muestra que el OET no es incluido en los ejes de acción del municipio de Las Vigas de Ramírez. Los municipios de Altotonga, Las Minas, Tatatila y Villa Aldama sí incluyen al OET como una herramienta clave para la gestión ambiental adecuada. El plan de desarrollo municipal de Atzalan no está disponible para su consulta en el Ayuntamiento ni en el Instituto de Planeación Municipal del estado de Veracruz (INVEDEM).

### *ANP de carácter estatal, municipal o privado*

Dentro de la zona no existen Áreas Naturales Protegidas de ningún orden, aunque destaca la cercanía de la ANP estatal "Reserva Ecológica Pancho Poza" en el municipio de Altotonga. Las ANP federales más cercanas son la Reserva Nacional Forestal San José de Los Molinos y el Parque Nacional Cofre de Perote. Los principales ecosistemas protegidos por estas ANP son los bosques de encino, de encino – pino y de oyamel (Vázquez – Torres et ál., 2010).

### *Régimen de propiedad de la tierra*

La tenencia de la tierra en la Sierra de Las Minas es principalmente de orden privado. Los presencia de ejidos en la zona es mínima, con tan sólo algunos ejidos pequeños en la periferia del polígono. Por tanto, se considera que el régimen de propiedad de la tierra favorece el establecimiento de la figura de protección y uso sustentable que se propone en este documento.

## Justificación legal ampliada para el decreto de Hábitat Crítico

La figura de "Hábitat Crítico" es definida en los artículos 63 y 64 de la Ley General de Vida Silvestre. Los Hábitats Críticos para la conservación de la vida silvestre se definen como "áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial. Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o como parte de rutas de migración" (DOF, 2013b).

### 1. Exposición de criterios

De conformidad al artículo 63 párrafo tercero de la Ley General de Vida Silvestre (DOF, 2013b), los criterios para que La Sierra de Minas se decrete como Hábitat Crítico por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales son:

a) Áreas específicas dentro de la superficie en la cual se distribuya una especie o población en riesgo al momento de ser listada, en las cuales se desarrollen procesos biológicos esenciales para su conservación. En el caso de la Sierra de Las Minas, se han reportado especies de anfibios endémicos del país que requieren de esta zona para garantizar su existencia: *Chiropetrotriton chiropeterus*, *C. lavae*, *Incillius cristatus* y *Plectrohyla pachyderma*. Además, es una zona de *stop – over* para varias especies de aves migratorias de interés trinacional, como *Hylocichla mustelina*, *Lamprolaima rhami* y *Myadestes unicolor*.

b) Áreas específicas que debido a los procesos de deterioro han disminuido drásticamente su superficie, pero que aún albergan una significativa concentración de biodiversidad. En el caso, debido a impactos ambientales negativos resultantes de dinámicas económicas y poblacionales, la cobertura boscosa de la Sierra de Las Minas ha disminuido de 14,307.84 ha en 1976 a 3,501.35 ha en 2011, lo que implica un decremento de 10,806.49 ha en tan sólo 35 años.

c) Áreas específicas en las que existe un ecosistema en riesgo de desaparecer, si siguen actuando los factores que lo han llevado a reducir su superficie histórica. El bosque mesófilo de montaña, al ser uno de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial y nacional, requiere de zonas de protección adecuadas. En Veracruz, a causa de diferentes actividades humanas, este tipo de bosque ha experimentado una disminución importante en la superficie ocupada en el centro del estado. Muñoz-Villers y López-Blanco (2008) estimaron que dicha pérdida fue del 65% en el periodo de 1990 a 2003, lo que implica una disminución de 14,800 ha en 13 años (de 42,700 a sólo 27,900).

d) Áreas específicas en las que se desarrollen procesos biológicos esenciales, y existan especies sensibles a riesgos específicos, como cierto tipo de contaminación, ya sea física, química o acústica, o riesgo de colisiones con vehículos terrestres o acuáticos, que puedan llevar a afectar las poblaciones. En este caso, la totalidad de los anfibios enlistados en el Anexo VIII son especialmente sensibles al cambio de uso de suelo. Además, especies como *Bromeliohyala dendroscarta* dependen de la abundancia de bromelias epífitas en bosques bien conservados para llevar a cabo su ciclo vital, mientras que el sapo *Incillius cristatus* requiere de arroyos prístinos para su reproducción y desarrollo larvario.

De conformidad al artículo 64 párrafo primero y tercero de la Ley General de Vida Silvestre se cuenta con antecedentes respecto a la voluntad de propietarios y legítimos poseedores de predios en La Sierra de Minas en que se manifiestan deseos de conservar el hábitat. Como parte de la evaluación de la viabilidad de este decreto, deberá realizarse una consulta pública y contar con acuerdos voluntarios firmados para confirmar la viabilidad.

Entre las medidas especiales de manejo para la conservación y restauración y para la mitigación de impactos se cuenta con una propuesta de plan para la restauración del capital natural, que incluye la restauración de hábitat y el monitoreo de condiciones microclimáticas (sección VI).

Asimismo, la propuesta de Hábitat Crítico está sustentada en los artículos 63 y 72 de la Ley General del Equilibrio Ecológico, en cuyos esquemas de conservación se contempla el garantizar la permanencia y funcionalidad de sistemas ecológicos y conservar espacios y condiciones que sean adecuados para especies particulares de alto interés (DOF, 2013a).

La figura de Hábitat Crítico también está contemplada en el ámbito estatal mediante la Ley de Vida Silvestre del Estado de Veracruz, en los capítulos Capítulo V y VI (GOEV, 2004). El primero hace referencia a la necesidad de integrar "la información relevante sobre los hábitats críticos y áreas de refugio para proteger especies". El capítulo VI prevé "la promoción y el impulso a la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitats críticos y de áreas de refugio para proteger especies", y que "la Coordinación, en términos de los convenios que se celebren con la Federación, podrá aplicar las medidas relativas al hábitat crítico y a las áreas de refugio para proteger las especies silvestres, de conformidad con las disposiciones de la Ley General y demás ordenamientos aplicables."

Con base en lo anterior, la Propuesta para decretar como Hábitat Crítico el Bosque Mesófilo de Montaña de la Sierra de las Minas, Veracruz, realizada por Pronatura Veracruz, cumple con las hipótesis normativas correspondientes, siendo además el mecanismo jurídico adecuado creado por el legislador precisamente para la protección de las especies y los procesos biológicos, concretamente dentro del supuesto previsto por el inciso a) del artículo 63 de la Ley General de Vida Silvestre.



La promoción y el impulso a la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación.



# III. DESCRIPCIÓN DE LA SIERRA DE LAS MINAS, VERACRUZ

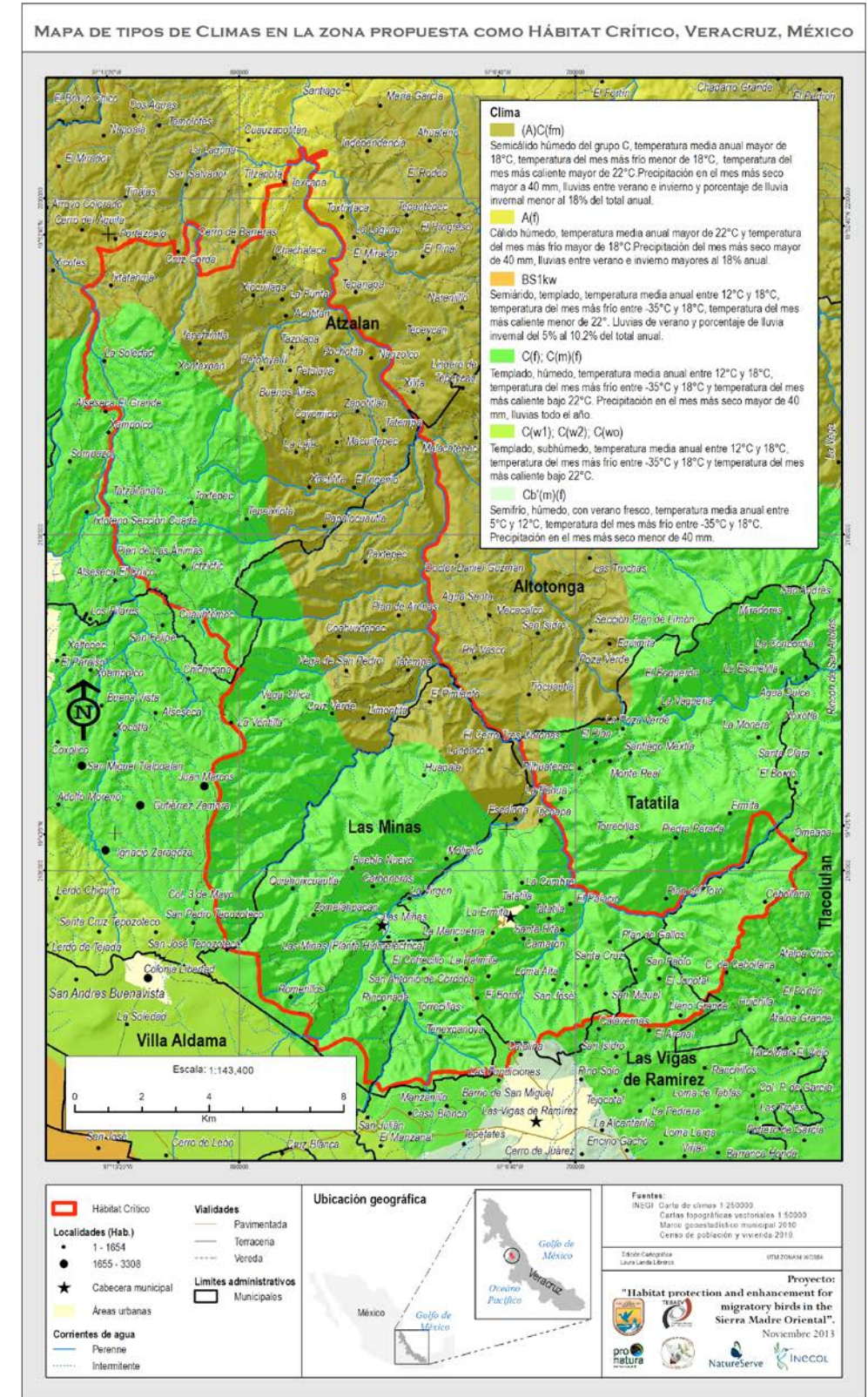
## A. Descripción del entorno natural

### 1. Clima

El clima más extendido en el área es templado con variantes regular a extremoso. Así, los tipos de clima presentes en la zona de interés son el Semicálido Húmedo, el Cálido Húmedo, Los Templado Húmedo y Subhúmedo y el Semiárido Templado (Mapa 3). Para seis de los municipios que se encuentran en la zona de interés el promedio de precipitación anual oscila entre 1,346 y 1,639 mm de lluvia; el municipio de Atzalan tiene una precipitación anual promedio con 2,245 mm. Existe un régimen de lluvias constantes, aunque la mayor incidencia de lluvia es en verano y a principios de otoño (meses de junio, julio y agosto) (Mapa 3; Fig. 5). La temperatura media anual oscila entre 14 y 20° c y la región presenta humedad atmosférica persistente. Tanto los tipos de clima como el régimen de lluvias de la región implican la existencia de humedad continua que es esencial para la presencia de Bosques Mesófilos.



Figura 5. Precipitación vertical en una porción boscosa del municipio de Altotonga, en la Sierra de Las Minas



Mapa 3. Tipos de clima en la Sierra de Las Minas

## 2. Geomorfología

La Sierra de Las Minas se ubica en una región montañosa de la cuenca hidrológica Río Bobos–Nautla. La zona cuenta con una altitud media de 1,800 msnm, alcanzando los 3,000 msnm en sus partes más altas. Presentan una topografía abrupta y cuenta con macizos montañosos y cañadas de diferente profundidad.

Esta área pertenece en su mayor parte a la subprovincia fisiográfica de la Sierra de Chinconquiaco, dentro de la provincia del eje Neovolcánico (Medina–Chena, et ál. 2011). Está conformada por estructuras volcánicas acumuladas a lo largo de 19 millones de años (Espinosa y Ocegueda, 2007), entre las que se incluyen colados de lava, depósitos de ceniza, cuencas cerradas ocupadas por lagos y estructuras de calderas volcánicas (Medina–Chena, et ál. 2011). Las geoformas principales son montañas y laderas modeladas, con algunos remanentes de flujos de lava (Fig. 6). Estas elevaciones se asocian con cañadas mientras que otras presentan mesetas y rampas. A lo largo de los principales escurrimientos de agua y de sus deltas, existen valles intermontanos que reciben la influencia de las zonas altas (Mapa 4). Como resultado de esta intrincada geomorfología, la zona tiene una fisonomía abrupta que permite que en montañas, laderas y cañadas persistan fragmentos de bosques templados, principalmente de Bosques Mesófilos, que aún no son objeto de alteraciones antropogénicas. Sin embargo, cuando sí lo son, lo abrupto de las inclinaciones hace que procesos de degradación de estos ecosistemas se aceleren por la pérdida de cobertura vegetal y escorrentía.

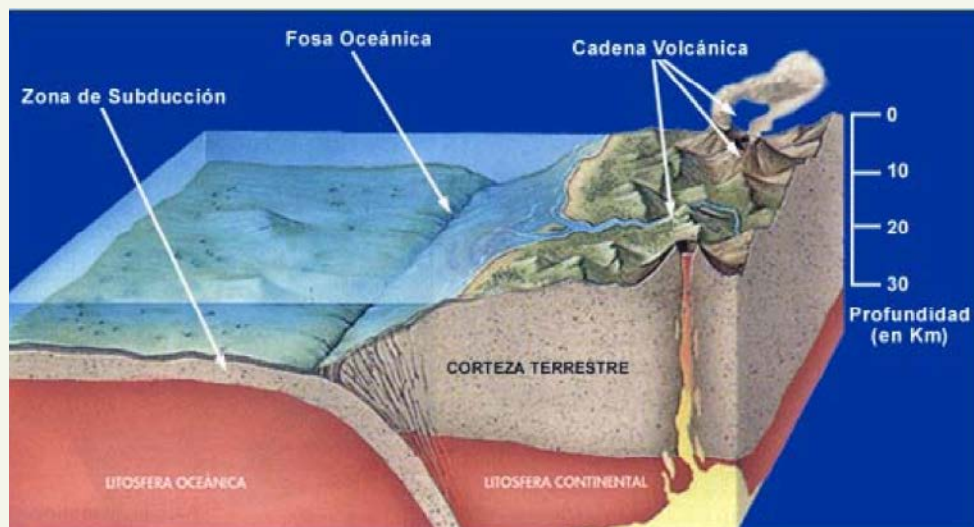
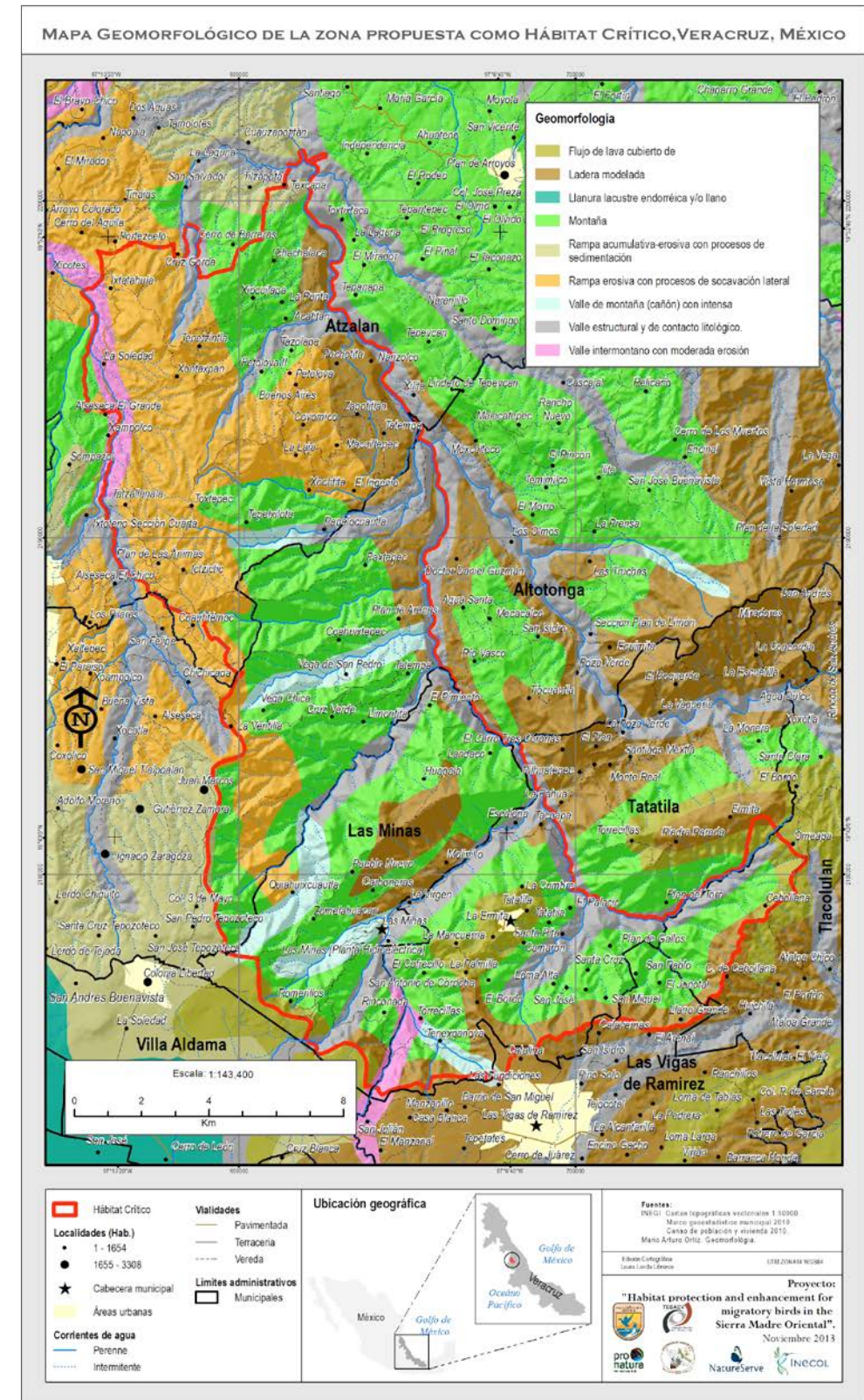


Figura 6. Formación de una cordillera volcánica, lo que da origen a paisajes geomorfológicos complejos, como ocurre en la Sierra de Las Minas

“ Lo abrupto de las inclinaciones hace que procesos de degradación de estos ecosistemas se aceleren por la pérdida de cobertura vegetal y escorrentía. ”



Mapa 4. Geomorfología de la Sierra de Las Minas



### 3. Suelos

Los principales tipos de suelo presentes en la zona son los andosoles y el luvisol, con algunas pequeñas zonas con presencia de regosoles y litosoles (Mapa 5).

Los suelos andosoles están asociados a formaciones volcánicas, sobretudo en laderas y lomeríos. De color oscuro, sueltos, esponjosos, con textura franca y arenas migajosas, tienen un alto potencial de retención hídrica, un alto grado de acidez y una fertilidad baja.

Los suelos del tipo luvisol proceden del lavado de arcilla de los horizontes superiores que se acumula en zonas profundas. Se encuentran en sierras, lomeríos y llanuras. Tienen alto contenido de materia orgánica y capacidad moderada para retener nutrientes y cederlos a las raíces de las plantas. Aunque suelen ser profundos, también son muy susceptibles a la erosión.

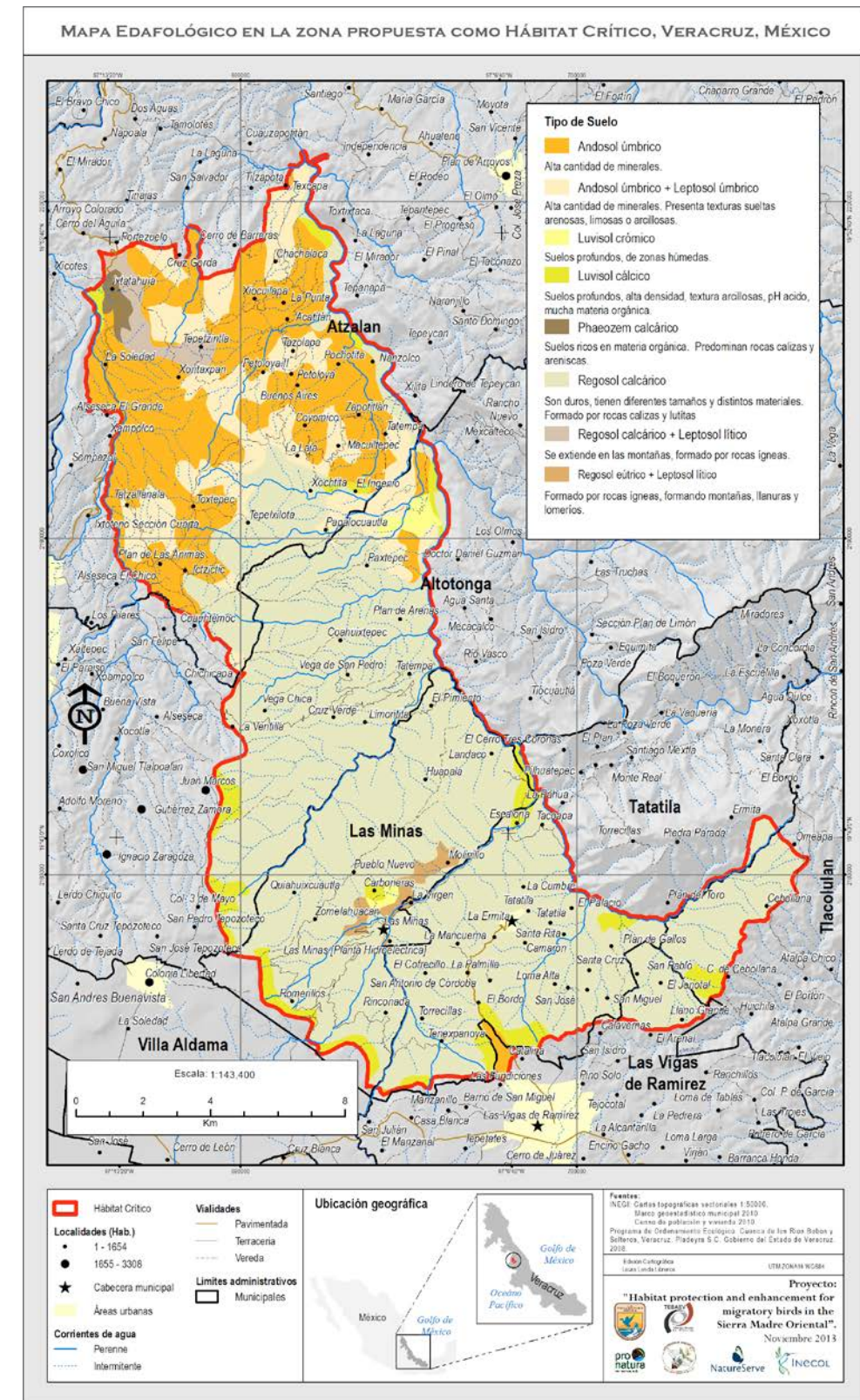
Los regosoles son una etapa inicial de formación de otros tipos de suelo. Similares al material del que se derivan (calizas, lutitas areniscas y depósitos aluviales), son de color pardo, con tonalidades claras o grisáceas. Son ligeramente ácidos o alcalinos, con fertilidad media.

En la zona de interés se intercalan suelos con alto contenido de materia orgánica y fertilidad importante con suelos de una fertilidad relativamente baja. Esto complica las iniciativas agropecuarias generalizadas y favorece el aprovechamiento agrícola a baja escala. La presencia de suelos muy susceptibles a la erosión en el polígono propuesto como Hábitat Crítico justifica la importancia de prevenir su pérdida y generar estrategias de recuperación.



La presencia de suelos muy susceptibles a la erosión en el polígono propuesto como Hábitat Crítico justifica la importancia de prevenir su pérdida y generar estrategias de recuperación.

Figura 7. Perfil del suelo en un bosque mesófilo. Puede apreciarse el suelo cubierto por una la nutrida capa orgánica



Mapa 5. Tipos de suelo en la Sierra de Las Minas

#### 4. Hidrología

La Sierra de Las Minas está en la cuenca hidrológica del río Nautla o Bobos–Nautla (Pérez–Maqueo et ál. 2011). Este río nace en el Cofre de Perote, a una altitud de 4,150 m. Al inicio se le conoce como arroyo Borregos y conforme sigue su ruta hacia el norte, recibe aportaciones de los arroyos Ánimas, El Suspiro y Tenexpanoya y del río Trinidad, tomando al final el nombre de este último. Luego, fluye hacia el noreste en áreas de topografía abrupta y pendientes pronunciadas con taludes escarpados; cambia el rumbo de su cauce hacia el noroeste y recibe algunas aportaciones menores por ambas márgenes. A partir de este tramo la corriente principal toma el nombre de Río Bobos, recibiendo por su margen derecha aportaciones de los arroyos Xoxotla y Tepanapa y de los ríos San Pedro, Quilate y Xoloco. En la confluencia con el arroyo Colorado y el río Chapalapa, deviene el río Nautla, pasa por una zona de meandros y cerca del poblado de Nautla para finalmente desviarse hacia el norte y desembocar al Golfo de México (Pereyra y Pérez, 2005).

#### Aprovechamientos hidráulicos.

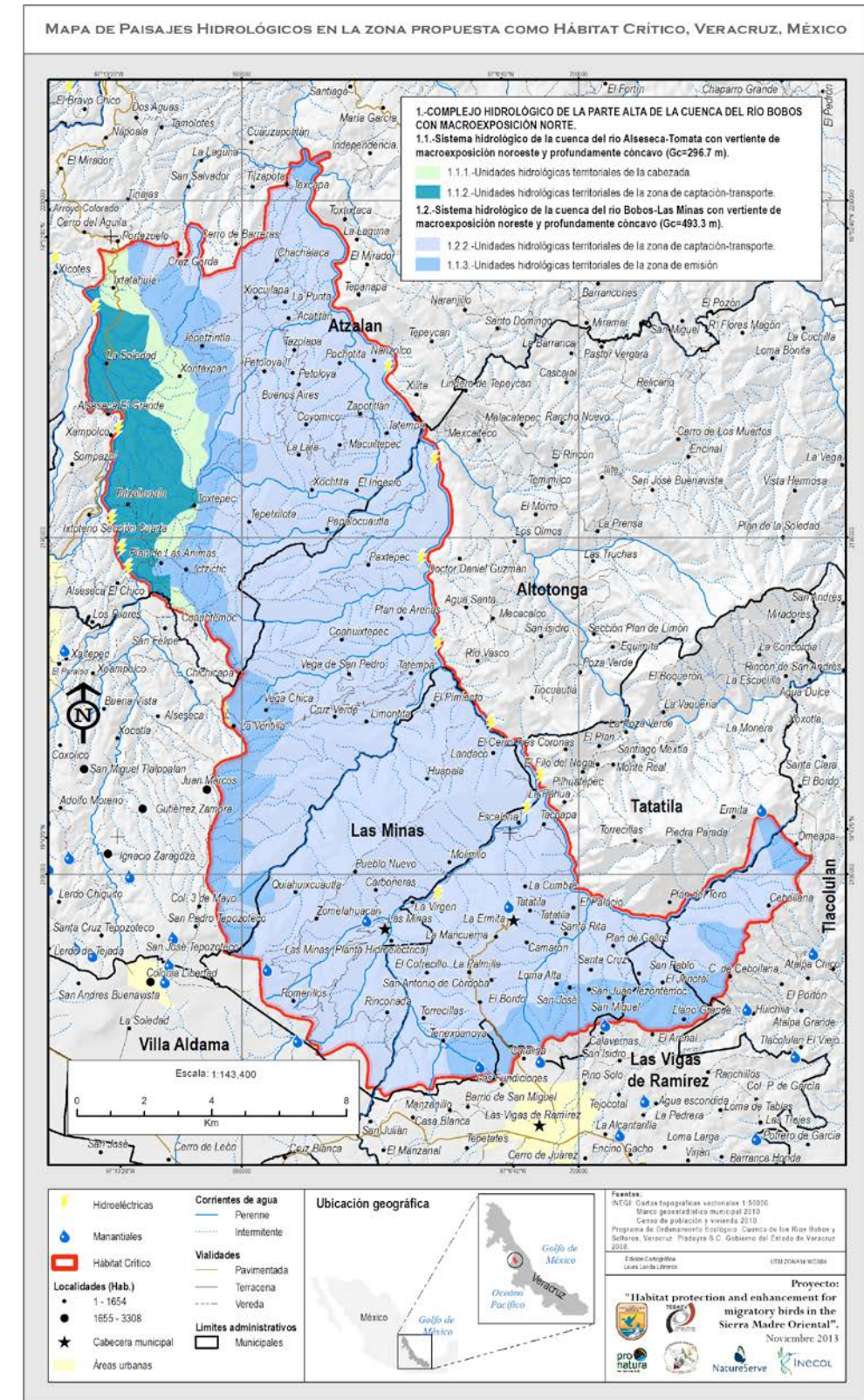
En esta cuenca los escurrimientos son aprovechados por la Comisión Federal de Electricidad para generar energía eléctrica a través de tres plantas hidroeléctricas principales:

- Las Minas, localizada en la confluencia del arroyo Borregos y el arroyo El Suspiro, junto al pueblo del mismo nombre; esta planta tiene una capacidad de 14,400 kw/h.
- El Encanto, localizada a un kilómetro aguas arriba de la confluencia de los ríos Bobo y Tomata, aprovecha las aguas de este último, tiene una capacidad de 10,000 kw/h.
- Altotonga, en el pueblo homónimo, provee energía que se utiliza para abastecer parcialmente a esa población, con una capacidad instalada de 3,000 kw/h.

En la zona intermedia de la cuenca, donde la pendiente de los cauces disminuye y se amplían éstos, es posible construir vasos de almacenamiento para generar energía hidroeléctrica o para otros usos (Pereyra y Pérez, 2005). Actualmente, existen al menos 14 proyectos de iniciativa privada para la creación de plantas microhidroeléctricas en la región que tratan de aprovechar diferentes afluentes del Río Bobos. Aunque sigan implicando riesgos ambientales y sociales, se perciben más compatibles con el desarrollo sustentable (Harrison et ál. 2007, Mapa 6).



Figura 8. Cascada en la localidad de Tenexpanoya, Tatatila



Mapa 6. Paisajes hídricos y red hidrológica de la Sierra de Las Minas

## B. Descripción del entorno sociodemográfico

En la Sierra de Las Minas existen 76 comunidades reconocidas por la CONAPO con un total de 14,282 personas (INEGI, 2010). La comunidad con mayor población es Tatatila, capital del municipio homónimo, con 960 personas. Le siguen Zapotitlán e Izcitic (mpio. de Atzalan, 700 personas y 541 personas respectivamente). La localidad "Las Minas", capital del municipio del mismo nombre, también se ubica dentro del área de interés y tiene una población de 235.

Las actividades económicas preponderantes son el cultivo de maíz y de café, aunque también existe la ganadería vacuna, caprina, ovina y porcina en menor medida. Las actividades industriales son prácticamente inexistentes, y el sector terciario, pese a un gran potencial de la zona, se encuentra poco desarrollado. La PEA es de 4,094, de las que 107 no se dedican a actividades productivas.

En el municipio de Las Minas, 621 niños acuden a la escuela primaria. En contraste, sólo 146 jóvenes están inscritos en la secundaria. Este patrón se similar en el resto de las localidades de la Sierra de Las Minas. La región no cuenta con instituciones de educación superior, y la proporción de alumnos que ingresa a bachillerato es aún menor.

Del total de localidades, 18 presentan un grado muy alto de marginación, 50 un grado alto y 2 presentan grado medio y 6 no se han evaluado debido a su tamaño (12 habitantes). En contraste, la mayoría de las localidades tienen un IDH entre 0.75 y 0.66, lo que sugiere la existencia de modos de vida que equilibran el grado de marginación económica con el aprovechamiento del capital natural local.



Figura 9. Producción de maíz a baja escala y comercialización de hongos en la Sierra de Las Minas

## C. Descripción de la biodiversidad de la Sierra de Las Minas

La biodiversidad, o diversidad biológica, es la variedad de formas y expresiones de la vida, lo que incluye la variación a nivel genético, específico y ecosistémico. La biodiversidad de un sitio a menudo se expresa en el número de especies que aloja, aunque debe entenderse que esta visión es parcial y solamente se utiliza como un sucedáneo de la biodiversidad total.

En el caso de la Sierra de Las Minas, la evaluación de la diversidad biológica se realizó de manera indirecta para la mayoría de los grupos mediante la consulta de las bases de datos del Sistema Nacional de Información de la Biodiversidad. En el caso de los anfibios también se realizaron búsquedas dirigidas en campo para corroborar la presencia de taxones endémicos y en peligro de extinción. En esta sección solamente se mencionan datos de los grupos mejor conocidos en la zona propuesta como Hábitat Crítico y se hace énfasis en la importancia para la conservación de dos grupos principales: anfibios y aves migratorias. A estos dos grupos se les denomina "grupos o taxones focales". Los grupos focales, en sentido amplio, son taxones que reciben mayor atención en esfuerzos de conservación debido a que en conjunto pueden servir para distinguir los atributos espaciales y de composición que deben estar presentes en un ecosistema (Lambeck, 1997).



Figura 10. Un hongo del bosque mesófilo de la Sierra de Las Minas, género *Morchella*

Los hongos son organismos heterótrofos esenciales para la degradación de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes. Por su tamaño y características morfológicas, se distinguen dos grupos: micromicetos (microscópicos) y macromicetos (observables a simple vista). Este último grupo es especialmente diverso y abundante en el bosque mesófilo de la Sierra de Las Minas. Varias especies de la Sierra de Las Minas están incluidas en la legislación mexicana como amenazadas: *Amanita muscaria*, *Boletus edulis*, *Entoloma giganteum*, *Gomphidius rutilus*, *Morchella conica*, *Psilocybe barrerae*, *P. fagicola*, *P. mexicana*, *P. sanctorum*, *P. wassoniorum* y *P. zapotecorum*. Además, dos especies se clasifican dentro de la categoría "Sujeto a Protección especial" (*Psilocybe angustipleurocystidata* y *P. herrerae*). Adicionalmente a esto, se ha sugerido que otras especies de macromicetos de los BMM de Veracruz cuya existencia es probable en la Sierra de Las Minas deberían protegerse debido a su rareza al riesgo de desaparición de este ecosistema o a su explotación irracional, entre las que están *Morchella rufobrunnea* (endémica de Veracruz), *Iodowynnea auriformis*, *Patinellaria cubensis*, *Hypoxylon aeruginosum*, algunas especies del género *Lachnum*, las especies endémicas de *Psilocybe* y hongos boletáceos como *Ceratomyces jalapensis* (García y Garza, 2001; Guzmán, 2011; Medel y Chacón, 2011).

Las plantas del grupo de los pteridobiontes incluyen a los helechos y lycopodios. En los bosques mesófilos de montaña, la mayoría de estas plantas viven en el sotobosque o tienen formas **epífitas** y **arborescentes**. Son organismos muy sensibles a cambios ambientales, por lo que son buenos indicadores de disturbio y de impactos ambientales. Algunas especies también son utilizadas para elaborar remedios tradicionales o son comercializadas como especies ornamentales, como en el caso de los helechos arborescentes o "maquiques" (orden Cyathales). Las especies *Sphaeropteris horrida*, *Alsophila firma* y *Lohosoria quadripinnata* son indicadoras de diferentes etapas de sucesión en los bosques de la región (Bernabe et ál., 1999).

**El grado de amenaza que enfrentan este tipo de plantas es mayúsculo, ya que su distribución coincide con los ecosistemas más afectados por la deforestación y el cambio climático (Vázquez-Torres et ál. 2006; Ramírez-Barahona et ál. 2011).**

Se estima que en la Sierra de Las Minas existen alrededor de 480 especies de pteridobiontes, de las que 21 están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Algunas de estas especies son *Alsophila firma*, *Cyathea bicrenata*, *Cyathea divergens* var. *tuerkheimii*, *Marattia laxa* (sujetas a protección especial) y *Asplenium auritum* (amenazada), (Vázquez et ál. 2006). Algunas especies con distribución restringida o endémicas de Veracruz que están presentes en la zona propuesta como Hábitat Crítico son *Asplenium venturae*, *Cibotium schiedeii*, *Marattia laxa*, *Selaginella orizabensis*, *Thelypteris lanosa*, *T. rachiflexuosa* y *T. tuxtlenensis* (Fig. 12) (Tejero-Díaz, 2011). Es generar y aplicar medidas de aprovechamiento sustentable y originar proyectos productivos que utilicen de manera sustentable a los pteridobiontes, principalmente de los arborescentes (Ramírez-Barahona et ál. 2011; Vázquez-Domínguez, 2011). La declaratoria de la Sierra de Las Minas y la implementación de las medidas de desarrollo sustentable que incluye favorecerían la conservación de alrededor de 300 especies de pteridobiontes (Carvajal Hernández, 2011).



Figura 11. Un helecho arborescente del orden Cyathales, típico del bosque mesófilo de la Sierra de Las Minas

Las gimnospermas son el grupo de plantas leñosas en que se incluyen cícadas y coníferas, lo que abarca a especies de gran importancia económicas, debido a su aprovechamiento como plantas ornamentales o como fuente de celulosa y madera (pinos y cipreses). En México se conocen casi 130 especies de gimnospermas, lo que corresponde a cerca del 15% de especies a nivel mundial. Veracruz es el estado con mayor riqueza de gimnospermas, con 39 especies reportadas, de las que cinco son endémicas del estado (Contreras–Medina y Luna–Vega, 2007). La consulta al SNIB reveló la existencia de cerca de 30 especies de gimnospermas en los Bosques Mesófilos de la Sierra de las Minas, de las que 9 se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Abies hickelii*, *Ceratozamia mexicana*, *Cupressus lusitánica*, *Juniperus monticola*, *Marattia laxa*, *Pinus strobus*, *Podocarpus matudae*, *Taxus globosa*, *Zamia loddigesii*.

Las cícadas son especialmente importantes en los Bosques Mesófilos de Veracruz ya que pertenecen a un linaje muy antiguo que data de hace más de 300 millones de años, y del que en la actualidad sobreviven al menos 18 especies en Veracruz. Las cícadas han enfrentado la extracción irracional en sus hábitats naturales, ya que son plantas utilizadas por su valor ornamental o medicinal. Lo anterior, sumado a la transformación de los bosques en zonas de cultivo, de pastoreo y urbanas ha puesto en peligro a las cícadas. Sin embargo, desde hace algunos años se perfilan algunas estrategias de uso racional y de propagación comercial que están ayudando a disminuir la presión en las poblaciones naturales. Pese a esto, es urgente establecer estrategias de protección *in situ*, como la protección de las poblaciones naturales. Entre las especies del BMM del Centro de Veracruz que se encuentran en la Sierra de Las Minas y que se consideran en mayor riesgo están las cícadas *Ceratozamia mexicana* y *C. moretii*, aunque otras especies de cícadas están presentes en esta área y pueden considerarse amenazadas (Fig. 13) (Vovides et ál. 2011).



Las cícadas son especialmente importantes en los Bosques Mesófilos de Veracruz ya que pertenecen a un linaje muy antiguo que data de hace más de 300 millones de años, y del que en la actualidad sobreviven al menos 18 especies en Veracruz.

Figura 12. *Ceratozamia mexicana*, especie de cícada endémica presente en la Sierra de Las Minas



Figura 13. *Cupressus lusitanica*, especie de conífera endémica de México presente en la Sierra de Las Minas

Por su parte, las coníferas son otro grupo importante de gimnospermas que han sido objeto de aprovechamiento por el ser humano, aunque principalmente por su valor como recurso maderable. Algunas especies en riesgo de desaparecer e incluidas en alguna categoría de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son de objeto de aprovechamiento forestal masivo, como *Cupressus lusitanica* y *Taxus globosa* (Fig. 13). El interés en estas especies como fuentes de madera, celulosa y resinas han permitido el establecimiento de plantaciones forestales (Luna–Vega et ál. 2006).

Las angiospermas o plantas con flores son el grupo más diverso y exitoso de plantas terrestres. Villaseñor (2010) reporta que se conocen, 212 especies de angiospermas en los Bosques Mesófilos del país, de las que 2,361 son endémicas de México. Se estima que en la Sierra de Las Minas existen más de 5,000 especies de las que sólo 79 están incluidas en la legislación mexicana en alguna categoría de riesgo.

Algunas de las especies en riesgo que destacan son el Acezintle (*Acer negundo mexicanum*), la Nopalxochia (*Disocactus phyllanthoides*), dos especies de magnolias (*M. dealbata* y *M. schiedeana*) y varias especies de palmas camedoras (*Chamaedorea* spp.) y orquideas (*Protechea vitellina*, *Stanhopea oculata* y *S. tigrina*). Todas ellas se encuentran en riesgo debido al aprovechamiento ilegal o a la pérdida de vegetación primaria por deforestación y cambio de uso de suelo (Cicuza et ál. 2007; Viccon–Esquivel, 2009).

Por otro lado, varias especies de plantas que no están en riesgo inminente de desaparición son susceptibles de aprovechamiento racional, como el liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) y el haya (*Platanus mexicana*) para uso maderable o las orquideas *Laelia anceps* y *Sobralia xantholeuca*, que pueden propagarse *in vitro* para usarse como plantas de ornato o para ser reintroducidas en la naturaleza (Tiza Arias, 2010).



Figura 14. Especies relevantes de angiospermas de la Sierra de Las Minas: 1) *Liquidambar styraciflua*; 2) *Disocactus phyllanthoides* y 3) *Magnolia dealbata*

### Fauna

En México, Veracruz es el estado con mayor número de especies registradas de invertebrados, con 13,028 especies, de las que alrededor de 7,150 son insectos (Hernández-Ortiz, 2011). Con base a estos datos, Veracruz es el estado con mejor grado de conocimiento de la entomofauna estatal, seguido por Chiapas y Oaxaca y Guerrero. Las bases de datos del SNIB de CONABIO mencionan alrededor de 1,500 especies de artrópodos en la Sierra de Las Minas. Dos de los grupos mejor conocidos son los lepidópteros (mariposas y polillas) y los coleópteros (escarabajos). Ambos se consideran idó-

neos para el monitoreo del grado de cambio en los ecosistemas del Neotrópico (Brown, 1997). De ser usados racionalmente, lepidópteros y coleópteros pueden convertirse en una herramienta esencial para evaluar y generar iniciativas de desarrollo sustentable.

### Mariposas (*Lepidópteros*) diurnos y nocturnos

En cuanto a los lepidópteros, se conoce una especie endémica de mariposa diurna exclusiva del BMM del centro de Veracruz: *Memphis schausiana* (Luis-Martínez et ál. 2011), cuya presencia es probable en la Sierra de Las Minas (Fig. 15). Al menos cuatro especies de mariposas nocturnas endémicas de México están presentes en la Sierra de Las Minas: *Apeploda mecrida* (Hernández-Baz et ál., 2012b), *Athys thysanete* (Vinciguerra et ál. 2011), *Coerura albicosta*, (Hernández-Baz et ál. 2012a) y *Scena propylea* (Hernández-Baz et ál. 2013) (Fig. 10). Entre los aspectos benéficos de los lepidópteros en general se encuentra su importancia para la polinización de la mayor parte de las plantas con flores. Prácticamente la totalidad de su ciclo de vida se basa en la relación que mantienen con un grupo de plantas hospederas. Debido a estas relaciones, los lepidópteros tienen un papel muy importante en la sucesión ecológica en los ecosistemas terrestres. Este fenómeno es especialmente importante en los BMM, ya que existe una tendencia de especialización entre las mariposas y las plantas que les sirven de hospederas. Por ejemplo, *Liquidambar styraciflua*, una especie de árbol esencial para la estructura y la sucesión ecológica en los Bosques Mesófilos de México, es polinizada casi exclusivamente por la mariposa nocturna *Hyperia variabilis* (Noctuidae) en la zona boscosa de la Sierra Madre Oriental (Sánchez-Ramos et ál. 1999). Además, en los BMM de la región existen tres especies de mariposas que históricamente se han utilizado para aprovechar su seda: *Eutachyptera psidii*, *Eucheira socialis* y *Malacosoma incurvum aztecum* (Fig. 10). Es necesario realizar estudios poblacionales, rescatar técnicas tradicionales y explorar la viabilidad económica para concretar proyectos que utilicen este valioso recurso de manera sustentable (Hernández-Baz, 2001).

### Coleópteros: Escarabajos Rodadores (*Scarabeidae*) y Mayates (*Melolonthidae*)

Los coleópteros son el grupo más más diverso de seres vivos, pues actualmente se conocen más de 300,000 especies. Dentro de este grupo se encuentra la superfamilia Scarabaeoidea, que incluye a los escarabajos típicos o verdaderos y es uno de los grupos de insectos más variados. Los escarabajos representan diversas funciones en los ecosistemas, entre las que se destacan la descomposición de materia orgánica, el reciclaje de nutrientes y la polinización de un gran número de especies plantas con flores (Morón, 2004). Dos familias de escarabajos verdaderos importantes por su diversidad y ubicuidad en los ecosistemas tropicales son Scarabeidae y Melolonthidae (Fig. 16).

Se conocen 49 especies de coleópteros de la familia Scarabeidae que habitan en bosques mesófilo de Veracruz. Entre los taxones más abundantes y diversos se encuentran los géneros *Onthophagus*, *Ataenius*, *Canthon*, *Germarostes*, *Phanaeus*, *Aphodius*, *Eurysternus*, *Copris*, *Neoathyreus* y *Deltochilum* (Fig. 16) (Deloya-López, 2011). La especie *Deltochilum mexicanum* destaca por considerarse exclusiva de Bosques Mesófilos de la SMO.



Figura 15. Especies importantes de lepidópteros presentes en la Sierra de Las Minas y alrededores: 1) *Coerura albicosta*, 2) *Apeploda mecrida*, 3) *Scena propylea*, 4) *Athys thysanete*, 5) *Memphis schausiana*, 6) *Eucheira socialis*

Debido a sus hábitos alimentarios particulares, los escarabajos son organismos muy importantes para el ciclo de los nutrientes y su actividad mantiene la sanidad y fertilidad del suelo. De cierta forma, los escarabajos son recicladores de basura, ya que se alimentan de excremento, carroña, materia vegetal en descomposición u hongos. Con base en lo anterior, los escarabajos rodadores han sido utilizados como **bioindicadores** de fragmentación (Favila y Halffter 1997, Estrada et ál. 1998; Estrada y Coates-Estrada 2002; Arellano et ál. 2005; Rös et ál. 2012).



Figura 16. Especies de coleópteros presentes en el Bosque Mesófilo de la Sierra de Las Minas y alrededores:

- 1) *Deltophilum mexicanum*,
- 2) *Ontophagus acuminatus*,
- 3) *Canthon cyanellus*,
- 4) *Chrysina triumphalis*,
- 5) *Paragymnetis flavomarginata*,
- 6) *Cyclocephala jalapensis*

El grupo de los escarabajos melolóntidos se conocen también como "escarabajos de mayo" o "mayates. Se ha reportado 14 especies características de lo BMM de Veracruz (Morón y Rojas-Gómez, 2011). Entre ellas destacan especies de los géneros *Cyclocephala*, debido a su alto grado de endemismo, y *Phyllophaga*, por su gran diversidad de en los Bosques Mesófilos del estado. Esto tiene implicaciones relevantes para la conservación, ya que se observado que las especies de este grupo tienen asociaciones muy específicas con plantas del Bosque Mesófilo. Por ejemplo, dos especies reportadas en las cercanías de la Sierra de Las Minas, el escarabajo endémico *Cyclocephala jalapensis* y una especie de magnolia amenazada, *Magnolia schiedeana* (Fig. 16), sostienen un relación mutualista (Dieringer y Delgado, 1994). En razón a la especificidad de varios grupos de melolóntidos

a condiciones del Bosque Mesófilo, se han propuesto que algunos géneros de esta familia para ser utilizados en el monitoreo la calidad de los Bosques Mesófilos de Mesoamérica, por ejemplo, a los escarabajos joya del género *Chrysina* (Jocque et ál. 2013).

## Vertebrados

Los vertebrados terrestres se consideran uno de los grupos biológicos cuya diversidad es mejor conocida. Entre el 30 y 40% del total de especies de vertebrados mesoamericanos endémicos se encuentran en los Bosques Mesófilos de Veracruz: alrededor de 30 especies de anfibios, 47 de reptiles, 114 de aves y 14 de mamíferos (Flores-Villela y Navarro 1993; Flores-Villela y Gerez, 1994).

## Anfibios

Los anfibios o batracios son un grupo de vertebrados que se caracteriza por poseer una piel altamente vascularizada y permeable, depender directamente de la temperatura externa para regular la temperatura corporal y tener un **ciclo de vida bifásico** en el que una parte transcurre dentro del agua y el resto en zonas terrestres. Son depredadores de insectos, peces, serpientes, peces y aves acuáticas entre otros, lo que los hace importantes para la estabilidad de las redes tróficas en los ecosistemas. Los anfibios constituyen un gran componente de la biomasa de vertebrados en sistemas forestales y acuáticos. Poseen características biológicas y ecológicas que los hacen muy sensibles a cambios ambientales, por lo que se consideran indicadores de la salud del ecosistema, conformando un **grupo centinela indicador** (Young et ál. 2004; IUCN-CI NatureServe, 2007).

A nivel mundial se conocen alrededor de 7,100 especies de anfibios (Amphibia Web, 2013). La diversidad de este grupo es mayor en los trópicos, y el país con el mayor número de especies descritas es Brasil, con 811. En México existen cerca de 370 especies registradas de anfibios, lo que lo convierte en el quinto país con mayor número de especies de anfibios, seguido de cerca por China e Indonesia (Frias-Álvares et ál. 2010; Fig. 17).

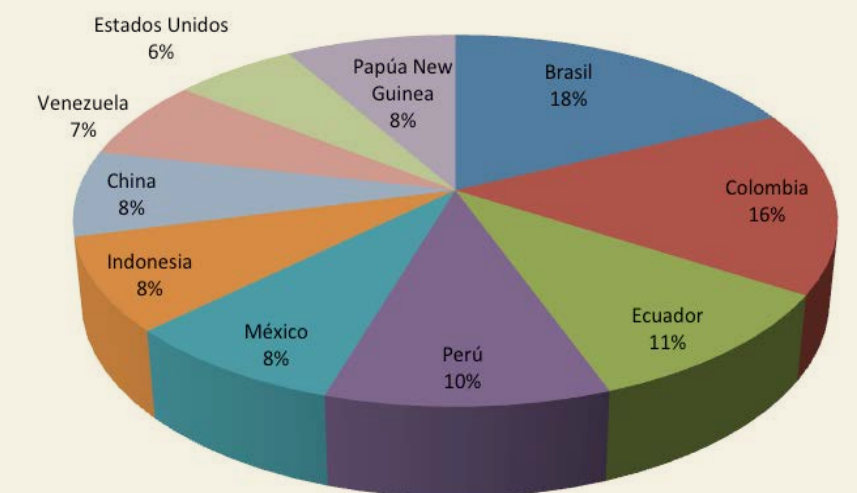


Figura 17. Proporción de especies de anfibios por país. Fuente: IUCN, 2013b





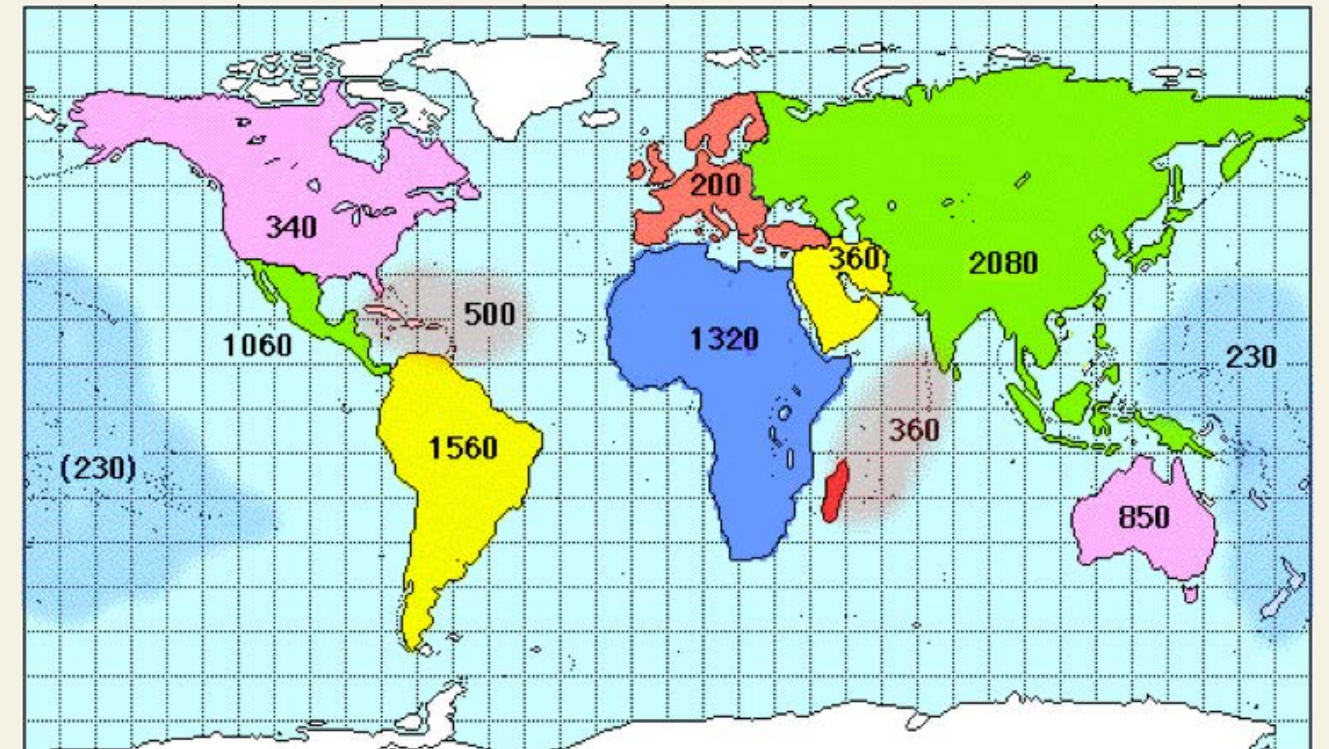
Como complemento, el análisis de sitios de “cero extinciones” (Ceballos et ál., 2009), muestra que algunas especies no incluidas en el SNIB pueden estar presentes en la Sierra de Las Minas y requieren esfuerzos de conservación urgentes. Estas especies son las ranas *Plectrohyla pachyderma*, *P. siopela*, *Lithobathes chichicuahutla*, y las salamandras *Pseudoeurycea lynchi*, *P. melanomolga*, *T. minydemu* y *T. munificus* (Fig. 18). Además, las poblaciones del sapo *Incillius cristatus* se encuentran críticamente amenazadas de acuerdo a la IUCN. Esta especie fue descrita originalmente de los bosques templados aledaños a Xalapa, pero se considera extinta de los alrededores de esta ciudad (Santos–Barrera et ál. 2010). Sin embargo se han reportado algunos individuos en el BMM de los alrededores de Cuetzalan, Puebla y el equipo de monitoreo de Pronatura Veracruz ha recabado evidencia de que existen otras poblaciones en la zona propuesta como Hábitat Crítico. Además, según estudios recientes (Parra–Olea et ál. 2010; Sandoval–Comte et ál., 2012) aún existen poblaciones de anfibios endémicos y amenazados en zonas de bosque mesófilo y de cafetales diversificados de la Sierra de Las Minas y áreas cercanas.

En resumen, los hallazgos anteriores permiten proponer estrategias de conservación de ecosistemas compatibles con algunos tipos de cultivos amigables con especies amenazadas, como el café de sombra, aunque también habla de la importancia de mantener zonas bien conservadas en donde no exista intervención humana.

Ya que el cambio de uso de suelo es la principal amenaza a la existencia de las especies mexicanas de anfibios presentes en la zona de interés (Frías–Álvarez et ál. 2010), es necesario que se cuenten con planes ordenados de transformación o recuperación de los bosques, de manera que se permita la existencia de especies amenazadas y endémicas y la generación de alternativas productivas. Además, el establecimiento de áreas de conservación permitirá mantener poblaciones grandes de anfibios, con lo que en el futuro enfrentarán una menor probabilidad de extinción (Gage, 2011).

En el Cuadro “Anfibios” del Anexo VIII, es posible encontrar las categorías y el tipo de amenazas más importantes para las especies de anfibios con mayor riesgo de desaparición presentes en la Sierra de Las Minas, de acuerdo a la consulta del SNIB.

La evidencia recabada en visitas prospectivas a la Sierra de Las Minas durante primavera a verano de este año permitió registrar la presencia de varias especies en riesgo de extinción (Mapa 7). Aunque la evidencia es visual, permite suponer la existencia de poblaciones de especies endémicas en la zona propuesta como Hábitat Crítico. Las especies encontradas que destacan por su rareza o por las amenazas que enfrentan son el sapo *Incillius cristatus*, las ranas *Charadrahyla taeniopus*, *Ecnomiohyla myotimpanum* y las de los géneros *Craugastor* y *Eleutherodactylus* y todas las especies de tlaconetes o salamandras: *Chiropterotriton chiropterus* y *Parvimolge townsendi*. Este conocimiento puede ser utilidad para establecer líneas de monitoreo biológico para evaluar el éxito de actividades de conservación y restauración dentro de la propuesta de restauración del bosque mesófilo de la Sierra de Las Minas.



Mapa 8 Número de especies de reptiles por región. (Uetz, 2000)

## Reptiles

Son un grupo de vertebrados **ectotérmicos** que tienen el cuerpo cubierto de escamas dérmicas. Este grupo incluye a los saurios (geckos, lagartijas, teteretes e iguanas) así como a las serpientes, tortugas y cocodrilos. La mayoría de los reptiles terrestres son depredadores y parte de la importancia de su papel en los ecosistemas es el control de poblaciones de insectos, que pueden convertirse en plagas agrícolas o forestales. Aunque varias especies de reptiles son de distribución muy amplia y se consideran muy adaptables, muchas tienen poca capacidad de dispersión y dependen de un conjunto muy preciso de condiciones ecológicas y ambientales para sobrevivir.

México es considerado como uno de los países con mayor diversidad de reptiles en el mundo, disputando el primer lugar con Malasia, Brasil, Colombia y Australia (McNeely, 1990) (Mapa 6). También es el país con mayor diversidad de reptiles de Mesoamérica (Wilson et ál. 2013). La riqueza de reptiles en el mundo es de más de 9,500 especies conocidas, de las que alrededor entre 840 y 880 se encuentran en México, cifra que se destaca por el alto porcentaje de endemismos existentes: alrededor de 57% (Wilson et ál. 2013). En Veracruz se han registrado 245 especies y subespecies de reptiles, siendo las culebras (familias Colubridae y Dipsadidae) y algunas lagartijas (familia Phrynosomatidae) los grupos con más especies (22, 19 y 18 respectivamente). De ese total, 85 especies son endémicas para México como país y 17 son exclusivamente veracruzanas. De acuerdo con la NOM–059–SEMARNAT–2010, 102 especies distribuidas en el estado se encuentran protegidas por las leyes mexicanas por considerarse en alguna categoría de riesgo. Algunas especies endémicas del estado cuya presencia es plausible en la Sierra de Las Minas son dos lagartos del género *Abronia* (*A. chizari* y *A. reidi*) y dos especies de lagartija del género *Anolis* (*A. cymbops* y *A. schiedei*).



Figura 19. Una boa (*Boa constrictor*), especie encontrada en la Sierra de Las Minas.

## Aves

Las aves son uno de los grupos de animales más carismáticos y mejor conocidos en todo el mundo. Exhiben comportamientos impresionantes como migraciones masivas o complicados rituales de cortejo y también llegan a presentar colores, formas y plumaje vistosos y exuberantes, lo que es el resultado de un marcado **dimorfismo sexual**, producto de millones de años de **presiones selectivas**, principalmente relacionadas con la **selección sexual**. Las aves tienen hábitos alimentarios variados, pues existen desde taxones generalistas hasta un abanico de especializaciones que incluyen la alimentación exclusiva con base en granos, insectos, carroña u otros vertebrados.

El número de especies conocidas de aves a nivel mundial es de poco más de 9,700, mientras que en México se conocen 1,097. De esa cifra, 103 especies son endémicas del país. El estado de Veracruz, debido a su compleja orografía y extensa línea tiene condiciones que permiten la existencia de entre 717 y 725 especies de aves residentes y migratorias. Esta riqueza coloca al estado en el segundo lugar de riqueza de especies de aves en México (Gallardo del Ángel y Aguilar Rodríguez, 2011). En el estado de Veracruz, el número de especies oscila entre 717 y 725, de las que sólo una es endémica aunque existen 14 especies que se consideran globalmente amenazadas (Bird Studies Canada, 2006; eBird, 2013). La consulta realizada al SNIB de CONABIO reveló que en la Sierra de Las Minas es posible encontrar hasta 393 especies, de las que 52 están incluidas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies de aves hasta ahora reportadas para Veracruz, representan aproximadamente el 68% de las casi 1,100 mencionadas para México, siendo uno de los estados más diversos en aves, comparable con Chiapas, con 714 (Rangel-Salazar et ál. 2005) y Oaxaca, con 736 (Navarro et ál. 2004).



Figura 20. Perdiz veracruzana o Chivizcoyo, *Dendrortyx barbatus*, una especie endémica de los Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental

El componente exclusivo de la avifauna estatal debe su importancia a la existencia de áreas endemismo para las aves de Veracruz, entre las que destaca la que integra a las serranías de la Sierra Madre Oriental y su confluencia con la Faja Volcánica Transmexicana, en el centro de Veracruz, ya que alberga especies como la matraca barrada (*Campylorhynchus megalopterus*), la codorniz-coluda veracruzana (*Dendrortyx barbatus*) (Fig. 20) y la mascarita transvolcánica (*Geothlypis speciosa*) cuya distribución en el estado se restringe exclusivamente a estas regiones (Statterfield et ál. 1998). Otras especies endémicas del país que están presentes en la Sierra de Las Minas son el búho cara oscura (*Asio stygius*), el tecolote afilador (*Aegolius acadicus*), el cuitlacoche manchado (*Toxostoma ocellatum*), el semillero pizarra (*Haplospiza rustica*), el gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*), el chorro chiflador (*Charadrius melodus*), la chara enana (*Cyanolyca nana*), el chipe mejilla dorada (*Dendroica chrysoparia*) y el colibrí de Elisa (*Doricha eliza*) (CCA, 1999; Peterson et ál., 2000; Gallardo del Ángel y Aguilar Rodríguez, 2011).

Así, la Sierra de Las Minas, pertenece a una región ampliamente reconocida como región prioritaria en Latinoamérica para la conservación de especies mesoamericanas endémicas, la de los Bosques del Centro de Veracruz (Hernández-Baños et ál. 1995). Además de ser un refugio para especies endémicas, la Sierra de Las Minas forma parte del **corredor migratorio** más importante del mundo para aves rapaces (Ruelas-Insunza et ál. 2000; Zalles y Bildstein, 2000). Este corredor, denominado, "Corredor Transamericano" (Fig. 22) (Bildstein, 2004), también es de gran importancia para aves **paserinas**. El fenómeno migratorio implica movimientos de grandes parvadas de que se encuentran bajo alguna categoría de protección: 33 especies migratorias que pasan por el corredor de Veracruz se incluyen en alguna categoría de amenaza, de las cuales 11 son visitantes de invierno, ocho tienen poblaciones visitantes de invierno y residentes, seis son indeterminados, cinco transitorios, dos no reproductivos y uno es visitante de invierno o residente reproductivo. A lo largo de la ruta migratoria de estas especies, es necesario que se realicen paradas temporales. Dichas escalas ocurren en sitios específicos y pueden durar desde algunas horas hasta varios días. Este fenómeno es conocido como *stop-over* y está íntimamente relacionado con las cadenas montañosas y los bosques asociados. Durante la travesía, las aves migratorias se enfrentan a sitios no propicios para el *stop-over* que actúan como barreras (Moore et ál. 2005).

Este corredor existe porque las rutas migratorias se encuentran ante un **cuello de botella**, lo que provoca la concentración de grandes números de aves migratorias en la parte central del estado, justo donde la Sierra Madre Oriental se une al Eje Neovolcánico Transversal.

La mayoría de las aves terrestres migratorias dependen de la vegetación de los bosques templados y mesófilos en alguna etapa de su migración (Rappole, 1995). Sin embargo, la grave reducción de estos ecosistemas por actividades humanas ha provocado que las migraciones de aves en la zona mexicana del Golfo de México corran peligro (Lot, 2004). Por ejemplo, algunas poblaciones de especies de aves rapaces que se sabe que en algún momento han visitado Veracruz, como *Falco deiroleucus*, están en franco descenso a nivel mundial. Su presencia depende de grandes áreas forestadas que proporcionen condiciones adecuadas para su alimentación y reproducción, y dado el profundo nivel de pérdida de zonas boscosas en el estado, no existen reportes de avistamientos o ejemplares desde 1977 para esta especie (Baker et ál. 2000). Aunque en la actualidad se han llevado a la práctica estrategias de manejo de ecosistemas que tratan de compensar la pérdida de cobertura forestal con el establecimiento de cultivos perennes que integren aspectos estructurales de los ecosistemas originales, como los cafetales, su efectividad no es clara (Komar, 2006) y no se sabe si estas medidas son suficientes para proteger a las poblaciones migratorias.

Entre las especies de aves migratorias para las que los Bosques Mesófilos del Centro de Veracruz son esenciales están *Cardellina canadensis* y *Contopus cooperi*, que

se reproducen en Canadá o Norte de Estados Unidos, e *Hylocichla mustelina*, *Passerina ciris*, *Helmitheros vermivorum*, *Setophaga caerulea*, *Empidonax traillii*, *Setophaga occidentalis*, *Geothlypis formosa* y *Vermivora chrysoptera*, que se reproducen en el Este de Estados Unidos.

El fenómeno de la migración a diferentes escalas y los patrones de movimiento en gradientes altitudinales definen en buena parte los patrones de distribución de especies. Esto a su vez resulta en fenómenos relacionados con la especiación. Existe evidencia que las zonas montañosas del estado de Veracruz tienen un papel importante en la evolución y formación de especies. Arbeláez-Cortés et ál. (2010) encontraron que el linaje del trepatroncos *Lepidocolaptes affinis* se encuentra en proceso de diversificación en varias zonas a lo largo de su distribución, en la que se incluyen zonas de Bosque Mesófilo del centro de Veracruz. Contar con zonas de protección en estas áreas garantiza que estos procesos evolutivos continúen.

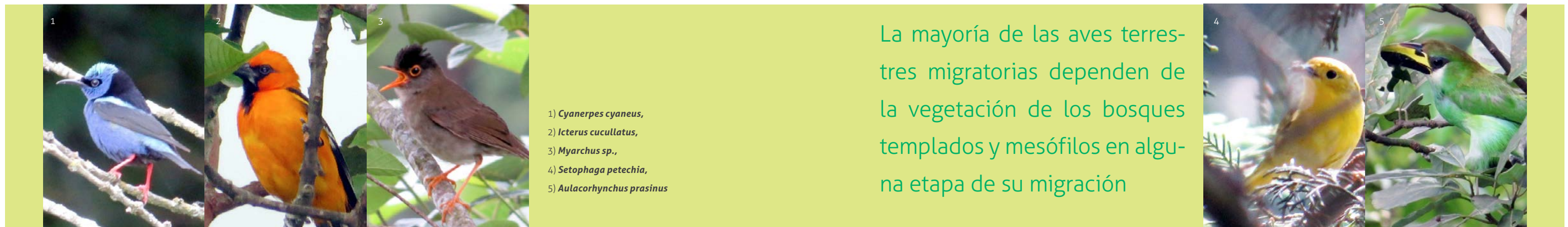


Figura 21. Algunas especies de aves presentes en la Sierra de Las Minas

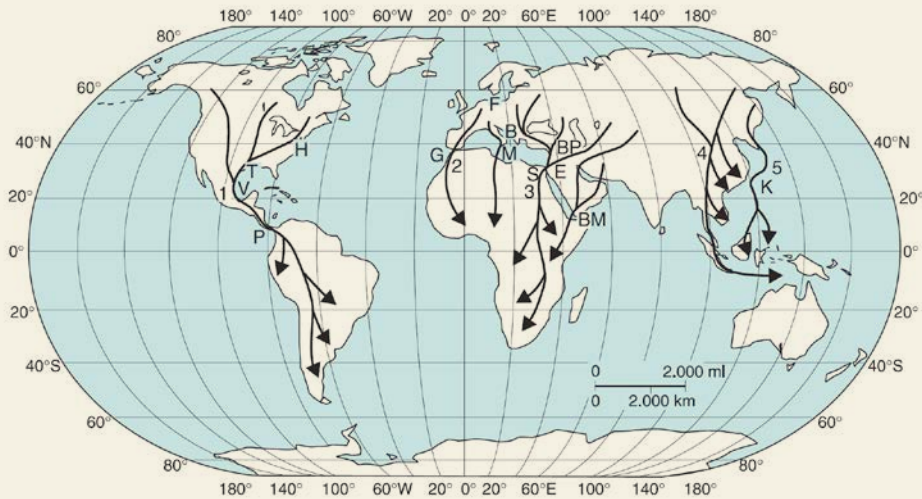


Figura 22. Principales rutas migratorias de aves planeadoras a nivel mundial (Newton, 2008)

Además de la migración como fenómeno ecológico, existe una relación de interdependencia entre las aves y los bosques templados de Veracruz. Las aves son uno de los principales grupos dispersores de semillas, por lo que representan un papel muy importante para los fenómenos de sucesión ecológica y regeneración del bosque (Semmens et ál. 2011). Hernández-Ladrón de Guevara et ál. (2012) encontraron que las aves presentes en fragmentos de BMM del Centro de Veracruz se alimentan de las semillas de especies de árboles de bosques primarios y secundarios. Las semillas son excretadas después de pasar por el tracto digestivo y tienen un porcentaje alto de germinación. Esto promueve la persistencia de especies en los parches de bosque y tiene el potencial de extender la frontera del bosque a zonas anexas ocupadas por potreros y cultivos abandonados. Los hábitos alimentarios de las aves granívoras también son importantes para mantener el flujo genético entre poblaciones alejadas, lo que tiene repercusiones a nivel de paisaje.

El establecimiento de esquemas de conservación y restauración del capital natural, versátiles y compatibles sistemas productivos puede favorecer la permanencia y el aumento de las poblaciones de aves migratorias y residentes. En estos esquemas debe contemplarse que zonas bien conservadas pueden estar rodeadas de porciones de bosque o de cultivos, a manera de corredores entre zonas con bajo nivel de transformación antropogénica. Se sabe que es importante que existan zonas agrícolas a nivel paisajístico, ya que algunas especies son favorecidas por los agroecosistemas o por las cercas vivas. Además, diferentes observaciones en distintas porciones de Mesoamérica revelan la necesidad de que se mantengan zonas de bosques sin intervención, ya que algunas especies de aves, principalmente de hábitos especialistas (como varios tipos de paseriformes) sólo se asocian a fragmentos bien conservados de bosque (Martínez-Salinas y DeClerk, 2010).

## Mamíferos

Los mamíferos probablemente son el grupo de vertebrados más emblemático. Este grupo se compone de organismos **endotérmicos**, cubiertos de piel con pelo. La gran mayoría de mamíferos son especies vivíparas que se alimentan de leche materna en las primeras etapas de su vida. En los ecosistemas, los mamíferos representan papeles de dispersores de semillas, polinizadores, depredadores tope o carroñeros. La desaparición de los mamíferos en los ecosistemas suele desencadenar efectos de cascadas tróficas o de desequilibrios poblacionales en varias especies, por lo que se considera que los mamíferos forman parte de las especies clave en los ecosistemas y que su extinción local o generalizada es parte del preludio de panoramas de pérdida masiva de hábitats naturales.

El número de especies de mamíferos conocidas a nivel mundial es de 5,750 (Wilson y Reeder, 2005), mientras que en México se han registrado 550 especies, de las que 170 son endémicas (Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012). A la fecha se conocen un total de 192 especies de mamíferos silvestres en el estado de Veracruz. Dos grupos, el de los murciélagos (Orden Chiroptera) y el de los roedores (Orden Rodentia) conforman el 75% de las especies del estado (Ceballos y Oliva, 2005, Hafner et ál.2005).

Se sugiere que la conservación de mamíferos en Veracruz debe orientarse a la protección y manejo de los ecosistemas en que se encuentran las especies con algún grado de amenaza reconocida, así como al conocimiento de la abundancia y estructura de sus poblaciones. La profunda transformación de los ambientes naturales en el estado ha significado la eliminación o la reducción de gran parte del hábitat disponible para la fauna silvestre, ocasionando que la distribución de la mayoría de las especies de mamíferos en Veracruz hayan cambiado dramáticamente con respecto a su distribución histórica (Hall, 1981). Los mamíferos silvestres que se distribuyen en Veracruz y que están catalogados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 suman 45 especies y 7 subespecies; de éstas, 10 especies están clasificadas en peligro de extinción, 18 están consideradas como amenazadas y 17 sujetas a protección especial. El 37.8 % de las especies antes mencionadas son murciélagos, el 22.2 % roedores y el 20 % carnívoros.

La consulta realizada al SNIB de CONABIO reveló que existen reportes para 145 especies de mamíferos en la zona de interés, de las que 36 especies están incluidas en alguna categoría de riesgo de NOM. De estas, 4 se encuentran en peligro de extinción, 19 están amenazadas, y 14 están sujetas a protección especial. El listado completo puede consultarse en el Cuadro "Mamíferos" del Anexo II. Entre las especies de mamíferos con amenazas críticas y que son exclusivas de los bosques templados del estado se encuentran *Megadonthomys nelsoni*, *Microthus quasiater*, *Peromyscus bullatus*, *P. flavus*, *Sorex macrodon* y *Spermophilus perotensis*. La distribución realizada y potencial de estas especies fue utilizada por Peterson et ál. 2000 para definir prioridades de conservación en el estado, a partir de lo cual varias áreas de BMM del Centro de Veracruz resultaron ser zonas que requieren esfuerzos prioritarios, incluyendo parte de la Sierra de Cinchonquiaco, que tiene influencia y comparte elementos bióticos con la Sierra de Las Minas.

Ante el grave riesgo de desaparición que enfrentan las especies mencionadas y la tendencia de cambio continuo y drástico de los ecosistemas naturales, una alternativa viable es el manejo de ecosistemas y el establecimiento de agroecosistemas diversos. Un tipo de agroecosistema cuyo manejo puede favorecer la presencia de mamíferos silvestres son los cafetales con sombra diversificada. El papel de los cafetales como áreas de refugio de especies silvestres nativas de mamíferos medianos está bien sustentado, ya que son sitios en donde se han registrado especies consideradas amenazadas como el ocelote y el jaguarundi.



Figura 23. *Artibeus lituratus* o murciélago frutero gigante, una de las especies comunes en el bosque mesófilo de la Sierra de Las Minas. Tiene un papel importante en la dispersión de semillas de varias especies de árboles y arbustos.

Sin embargo, tanto en los ecosistemas naturales como en los manejados, algunas de las amenazas que enfrentan los mamíferos de la Sierra de Las Minas son la transformación de bosques y cafetales diversificados en cultivos anuales (como cañaverales), en potreros o para ampliar la frontera urbana. Otra amenaza de gran importancia es la cacería ilegal, ya sea de subsistencia o deportiva, principalmente cuando se utilizan perros. (Gallina–Tessaro et ál. 2011). Estas acciones desembocan en el fenómeno conocido como **defaunación**, según el cual incluso bosques con un grado importante de conservación carecen de fauna de tamaño mediano a grande. Esto a su vez desencadena “cascadas tróficas” o de consecuencias ecológicas en las redes alimentarias, ya que la pérdida de mamíferos medianos y grandes propicia que se modifiquen procesos naturales que, a su vez, provocan la pérdida de otros componentes de la riqueza de especies, por ejemplo, la diversidad y abundancia de plantas o de invertebrados. (Sánchez–Cordero et ál. 2005; Hernández et ál. 2011). Este problema es especialmente acuciante en el estado de Veracruz, en la región boscosa de la confluencia entre la SMO y la FVT, debido a las altas tasas de urbanización y cambio de uso de suelo. De hecho, se considera que los mamíferos endémicos de esta área son los que enfrentan mayor riesgo de desaparición de todo México a causa de esos dos factores antropogénicos (Sánchez–Cordero et ál. 2005).



Las amenazas que enfrenta la Sierra de Las Minas son la transformación de bosques y cafetales diversificados en cultivos anuales y la cacería ilegal, ya sea de subsistencia o deportiva, principalmente cuando se utilizan perros.



## IV. AMENAZAS AL BOSQUE MESÓFILO EN LA SIERRA DE LAS MINAS

La alta productividad del Bosque Mesófilo, la presencia de abundantes recursos naturales (incluyendo los hídricos) y las características socioeconómicas de los sitios en que existe han ocasionado que este ecosistema enfrente graves amenazas a nivel nacional. Dichas amenazas afectan potencialmente a al menos uno de los dos aspectos siguientes: su existencia o su calidad (CONABIO, 2010). Por otro lado, los BMM mexicanos se reconocen como sitios que han sido esenciales para la domesticación de cultivos de gran importancia: maíz, frijol, chile y tabaco (Luna–Vega et ál. 2001), lo que destaca su importancia como bancos de diversidad genética y como fuentes de especies con usos realizados o potenciales.

De esta manera, el Bosque Mesófilo de Montaña se considera un ecosistema sumamente frágil, lo que es resultado tanto de su limitada distribución mundial como del margen estrecho de condiciones ecológicas necesarias para su existencia (Brujinzeel y Hamilton, 2000; Hosttetter, 2002; Bubb et ál. 2004; Brujinzeel et ál. 2010). Actualmente, el BMM se distribuye únicamente en zonas restringidas de 59 países (Hosttetter, 2002). Las amenazas que enfrenta este tipo de ecosistema son principalmente de carácter antropogénico y afectan su permanencia o su calidad (CONABIO, 2010). De manera general, estas amenazas están relacionadas con la modificación del paisaje (Ponette–González et ál. 2010a; 2010b), el cambio de uso de suelo (Rzedowski, 1996; Challenger, 1998), el aprovechamiento irracional de los recursos y servicios que existen en tal ecosistema (Martínez et ál., 2009) y el cambio climático acelerado por las actividades humanas (Still et ál. 1999; Ponce–Reyes et ál. 2012; Monterroso–Rivas et ál. 2013).

Figura 24. Sierra de las Minas aloja los últimos fragmentos bien conservados de Bosque Mesófilo en la zona



### A. Principales amenazas

La Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad ha identificado que las amenazas que enfrentan los Bosques Mesófilos de México atentan contra la permanencia y la calidad de estos ecosistemas. Esta clasificación de amenazas fue utilizada para regionalizar los BMM del país, como se muestra en el Mapa A2.2. Mediante este análisis se consiguieron definir doce áreas en el país: Cañadas de Ocosingo, Centro de Veracruz, Cordillera Costera del Sur, Cuenca Alta del Río Balsas, Huasteca Alta Hidalguense, Montañas del Norte y Altos de Chiapas, Serranías de Nayarit, Sierra de Los Tuxtlas, Sierra Madre del Sur y franja Neovolcánica de Jalisco, Sierras del Sur de Chiapas, Sierra Madre Oriental Plegada y Sierra Norte de Oaxaca. (CONABIO, 2010).

Como se ha mencionado, la Sierra de Las Minas se ubica dentro de la región de los Bosques Mesófilos del Centro de Veracruz, en la subregión Sierra Norte de Puebla–Sierra de Chinconquiaco. Se considera que el cambio climático y el cambio de uso de suelo son las amenazas de mayor importancia para la existencia de los BMM de esta subregión. En las siguientes secciones se presenta información puntual acerca de estos dos fenómenos que ponen en riesgo la existencia de los Bosques Mesófilos del Centro de Veracruz.



Figura 25. Amenazas a los Bosques Mesófilos de México

### 1. Cambio de uso de suelo en la Sierra de Las Minas

En México, el BMM ha disminuido drásticamente su superficie y en la actualidad cubre menos del 1% con respecto al total de la superficie del país (Rzedowski, 1996; Challenger, 1998; INEGI, 2005). La pérdida de áreas cubiertas por Bosque Mesófilo en gran medida se debe a su reemplazo por zonas agrícolas (Barbier, 2002), tendencia que surgió desde la época pre-Colombina y se vio continuada por el establecimiento de cultivos de caña de azúcar a partir del siglo XVI. Posteriormente, la conversión de Bosque Mesófilo se llevó a cabo para establecer cafetales, lo que alcanzó su punto álgido entre el último cuarto del siglo XIX y hasta 1960 (Rzedowski; 1978; Challenger, 1998). Además, a finales del siglo XIX también se establecieron industrias textiles en la zona. Estas actividades fomentaron la construcción de caminos y asentamientos humanos, lo que agravó el proceso de fragmentación del hábitat de especies de flora y fauna de la región. Así, los factores que en la actualidad están involucrados en la deforestación forman una red compleja de que debe abordarse desde diferentes perspectivas para poder ser disminuida (López, 2012). Por ejemplo, se considera que en la actualidad la deforestación de las zonas boscosas del país está relacionada con el aumento de ganancias en zonas marginadas circundantes y el transporte de productos foráneos a través de sistemas de caminos en mal estado (Alix-García et ál., 2013).



Figura 26. Fenómenos asociados con el cambio de uso de suelo en la Sierra de Las Minas

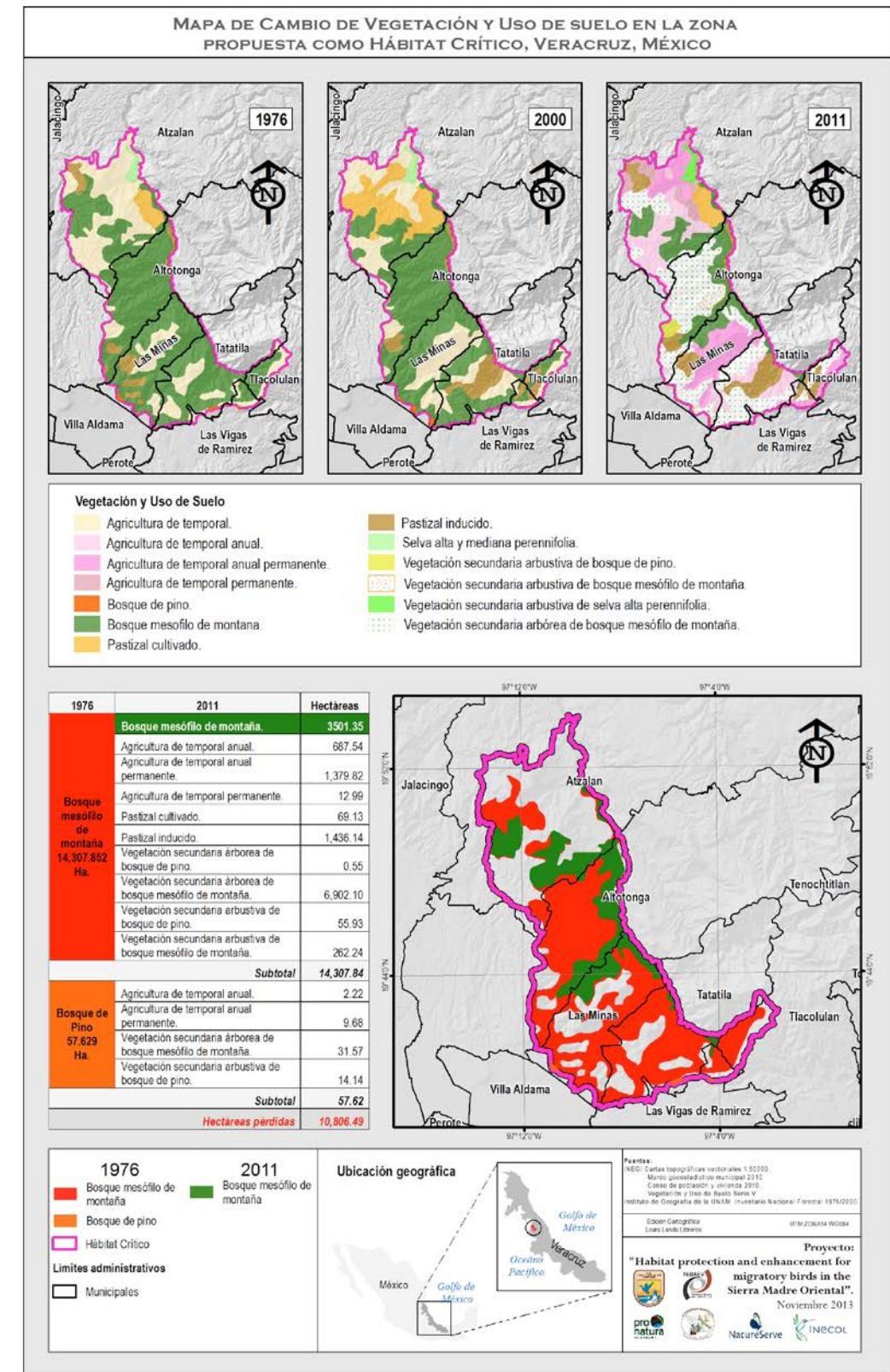
En la actualidad, el grado de pérdida de Bosque Mesófilo en el estado de Veracruz es tan acentuado que este ecosistema sólo se encuentra en porciones de 36 municipios (Márquez-Ramírez y Márquez-Ramírez, 2009). En la región central de Veracruz, la superficie del BMM ha disminuido drásticamente en las últimas décadas (Metzger, et ál.2006): en 1990, esta región tenía un área boscosa de 56,100 ha con 86.8% de su superficie cubierta por BMM (48,700 ha). Hacia 2003, la conversión del BMM a potreros y zonas agrícolas, redujeron esa área en más del 50% (27,900 ha) (Muñoz-Villiers y López-Blanco, 2008). Una muestra del cambio de cobertura del BMM en la zona de interés se presenta en el Mapa 9.

La importancia del cambio de uso de suelo como amenaza reside en que la magnitud de este fenómeno, además de generar pérdida directa de cobertura forestal, limita la regeneración natural de los bosques y su establecimiento en zonas adecuadas.

Algunas actividades humanas relacionadas con el cambio de uso de suelo en la zona de interés son la reforestación mono-específica con pinos, la ganadería, la expansión de la frontera agrícola, la tala ilegal, la densidad poblacional y de caminos y la extracción de materiales para construcción. De hecho, la región de la Sierra de Norte de Puebla-Sierra de Chinconquiaco es la que enfrenta mayor presión por densidad poblacional en todo el país y la densidad de caminos más elevada para los BMM mexicanos junto con la región de la Cuenca Alta del Balsas. El grado de conversión de bosque primario a ecosistemas secundarios es tal que los Bosques Mesófilos del Centro de Veracruz se encuentran inmersos en una matriz de vegetación transformada, donde predominan los potreros, los cafetales y los caminos, además de la presencia constante de centros poblacionales de tamaño variable (Fig. 25). Las actividades de pastoreo y la tala selectiva ilegal están relacionadas con el cambio de uso de suelo y afectan negativamente la calidad de los BMM al socavar la diversidad del sotobosque y del dosel.

De acuerdo a datos de cobertura de 1976, la superficie cubierta por BMM en la zona de interés abarcaba 14,307.85 ha. Actualmente, la superficie cubierta por este ecosistema es de 3,501.35 ha, lo que implica una pérdida estimada del 75.53% (Mapa 9). Este nivel de pérdida excede por mucho el estimado para el resto de la región de los Bosques Mesófilos del Centro de Veracruz, lo que la Sierra de Las Minas requiere de protección urgente.

Además de los efectos negativos generales a nivel genético y ecológico, (e.g. disminución en el tamaño de las poblaciones, menor número de visitas de los polinizadores a las plantas, menor variabilidad genética., etc.) (Hamilton, et ál. 1995; Aguilar, et ál.2008), la pérdida de zonas cubiertas por Bosque Mesófilo incide negativamente en los servicios ambientales que este proporciona en la zona de interés. Muñoz-Villiers et ál. (2011) concluyeron que la sustitución de BMM por pastizal en el centro de Veracruz está relacionada con mayores escurrimientos superficiales en respuesta a la precipitación, lo que redundo en que deja de captarse agua de buena calidad en los cuerpos de agua superficiales, disminuyendo la disponibilidad de agua a corto plazo.



Mapa 9. Sucesión histórica del cambio de vegetación y uso de suelo en la Sierra de Las Minas

## 2. Vulnerabilidad ante fenómenos relacionados con el cambio climático

El clima a nivel mundial está cambiando a una velocidad sin precedentes. Debido a la industrialización global, la concentración de los gases invernadero está en constante aumento. Esto trae como consecuencia diversos impactos en el clima, tal como el aumento de la temperatura, cambios en la precipitación, cambios en los patrones de viento, aumento del nivel del mar, incremento en el número de eventos climáticos extremos (como huracanes y sequías), derretimiento de la capa de hielo los polos y cambios en la composición química de la atmósfera y de los océanos. Todas estas modificaciones al clima afectan a los ecosistemas del mundo y a sus especies, elevando su riesgo de extinción debido a la pérdida de hábitat. Para los Bosques Mesófilos de montaña se estima que el cambio climático global tendrá efectos devastadores. Como se ha mencionado con anterioridad en este documento, la dependencia de los BMM a la alta humedad, ya sea en forma de lluvia o de neblina (Villaseñor, 2010), implica que cambios en el ciclo hídrico pueden ser fatales para la persistencia de este ecosistema (Foster 2001). Modelos estadísticos que predicen los cambios del clima para las siguientes décadas (IPCC, 2007), han sido usados para estimar estos efectos en el ciclo hidrológico: al aumentar la temperatura de la superficie del mar, se evaporará más agua, misma que se incorporaría a la tropósfera. Esto, en primer instancia, podría parecer que produciría más nubes, pero estudios muy detallados han demostrado que pasaría lo contrario: las nubes a baja altitud, que cubren a los bosques de niebla tenderían a desaparecer (Still et ál. 1999). Entonces, si además se considera la reducida extensión de los BMM a nivel mundial y el alto nivel de fragmentación que presentan debido a su distribución natural en un patrón archipelágico o en islotes, este tipo de ecosistema es uno de los más vulnerables al cambio climático.

Desde finales de la década de los noventas, Still et ál. (1999) estudiaron los efectos de los cambios del clima en la cubierta nubosa en los BMM de cuatro partes del mundo: Costa Rica, Colombia, Borneo y África. Comprobaron que la capa de nubes que actualmente cubre a los Bosques Mesófilos de montaña, se elevaría en altitud debido a los cambios de temperatura. Ello trae como consecuencia una respuesta de los animales: los patrones de abundancia de algunas especies de aves, lagartijas y anuros (ranas y sapos) estaban vinculados con cambios en el clima y la presencia de nubes. Por ejemplo, especies de aves cuya distribución se restringía a altitudes más bajas, empezaban a colonizar los BMM. En cambio, poblaciones de lagartijas y de muchos anuros declinaron ó desaparecieron (Pounds et ál. 1999).

En México ya se ha estimado el impacto del cambio climático en los BMM para el año 2080 (Ponce Reyes et ál. 2012). La perspectiva presentada por ese estudio fue dramática, pues se estimó que una gran proporción (68%) del los lugares que actualmente cuentan con el clima ideal para la supervivencia de estos bosques se perderán. Aunque las áreas mas resistentes a cambios medioambientales fueron las de la vertiente del Atlántico (Veracruz y Oaxaca). A esta pérdida de hábitat, si se le añade el cambio de uso de suelo, en el que aquellos bosques que no se encuentren bajo protección legal (dentro de un Área Natural Protegida, por ejemplo), incrementa las posibilidades de extinción de tan valiado bosque en un 99%. Pero al desaparecer el BMM, las especies que ahí viven, especialmente las endémicas, tienen un mayor riesgo de extinguirse (Ponce Reyes et ál. 2012, Ponce Reyes et ál. 2013).

Con estos antecedentes es importante investigar cómo se prevé que el cambio climático afecte a los bosques de la zona de estudio. En este caso, investigamos el impacto de cambio climático para el año 2020 y para el año 2040 (Mapa 10). Utilizando siete diferentes modelos de circulación global (mismos que analizan los efectos de diferentes estimaciones de concentraciones de gases invernadero en el clima) se desarrolló un modelo de distribución potencial de los BMM en la Sierra de Las Minas. Aún utilizando el escenario más dramático, en el que se presume un calentamiento global de hasta 6°C para el año 2070, el impacto en esta zona no es tan fuerte. Actualmente, se estima la existencia de aproximadamente 1,024 km<sup>2</sup> de BMM en la zona de estudio. Para el año 2020, debido al cambio climático el 5% (55 km<sup>2</sup>) de estos bosques se encuentran en áreas vulnerables, mientras que para el 2040, aumenta al 9% (88 km<sup>2</sup>). Tal pareciera que estos bosques no se verían muy afectados por los cambios en el clima, pero es importante recalcar que aquí solamente se analizó hasta el 2040, mientras que se espera que los cambios más extremos en los patrones climáticos sean notorios hasta el año 2050 (IPCC, 2007).

A pesar de que el cambio climático no pareciera ser un factor determinante en la permanencia de los BMM en la zona de estudio, es de vital importancia que se declare esta zona hábitat crítico, para detener el cambio de uso de suelo en esta área y así asegurar la existencia de la mayor extensión del BMM en áreas menos vulnerables al cambio climático.

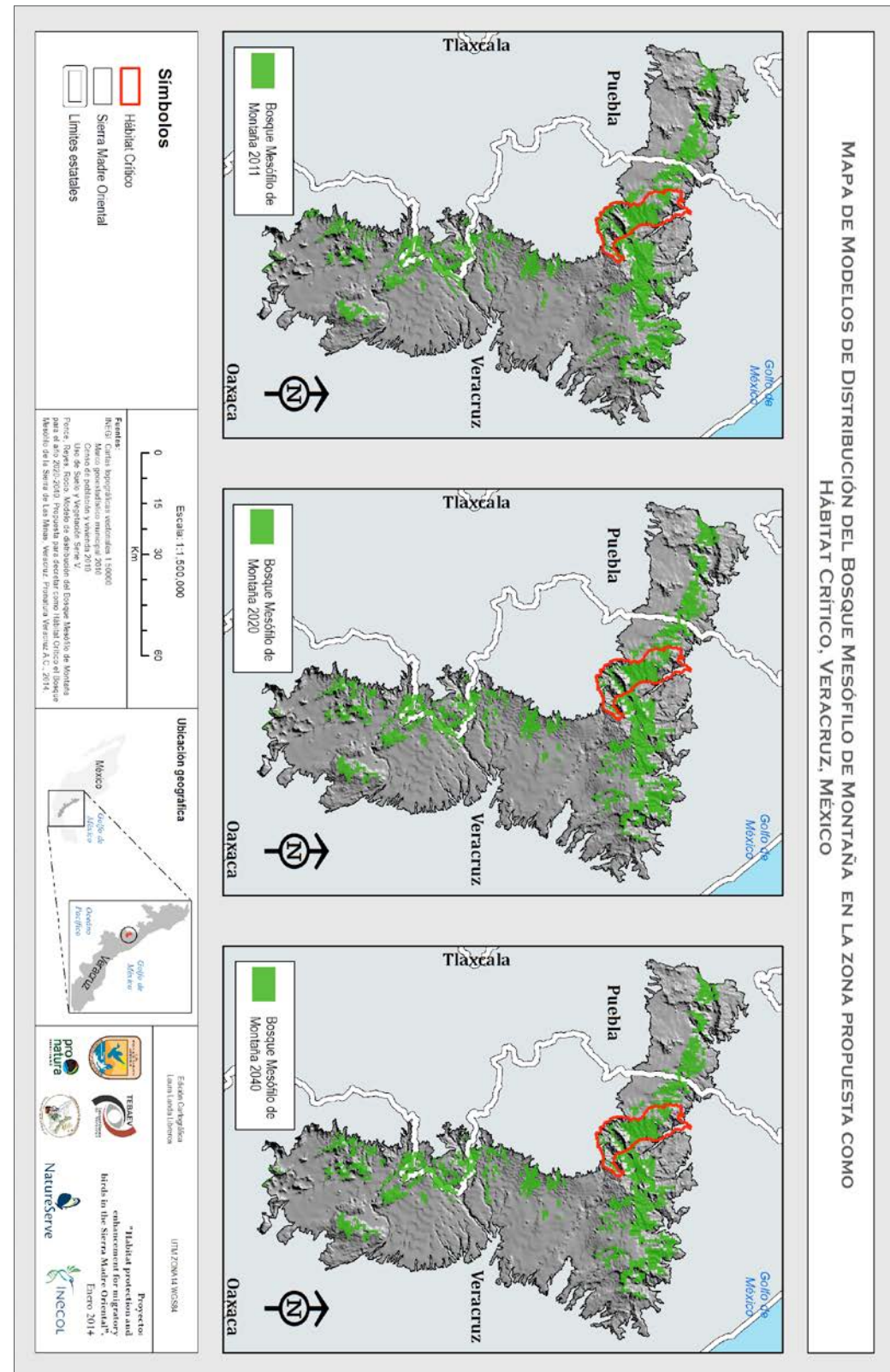
Además, se considera que mantener altos valores de biodiversidad en un paisaje funciona como un *buffer* que disminuye los efectos negativos del cambio climático en los ecosistemas naturales y manejados al favorecerse la existencia de una red de interacciones bióticas que favorecen la resiliencia del sistema en conjunto, como la polinización (Bartomeus et ál. 2013). Se considera que el *Hotspot* Mesoamérica, en el que está incluida la Sierra de Las Minas, es una zona de prioridad mundial para establecer medidas de adaptación al cambio climático en los ecosistemas naturales y en los agroecosistemas. Estas medidas deben garantizar la integridad de los ecosistemas primarios y la productividad de los agroecosistemas. Al favorecer la conservación de la biodiversidad en la zona de interés, además de generar beneficios para la productividad agrícola, se promoverían efectos de reducción de pobreza y salvaguarda de los servicios ambientales (Larsen et ál. 2012; Hannah et ál. 2013).



Mantener altos valores de biodiversidad en un paisaje funciona como un *buffer* que disminuye los efectos negativos del cambio climático en los ecosistemas naturales y favorece la existencia de un red de interacciones bióticas que favorecen la resiliencia del sistema en conjunto.







Mapa 10. Distribución potencial de los BMM del Centro de Veracruz en tres panoramas: 2013, 2020 y 2040

## B. Esquemas de protección de la biodiversidad

Entre las principales herramientas de protección de la biodiversidad es el establecimiento de esquemas para priorizar sitios con altos valores de diversidad biológica y el establecimiento de áreas protegidas con diferentes categorías de protección. Hasta hace algunos años, la definición de áreas protegidas se hacía con base en disponibilidad de terrenos que podían o no contener sitios representativos de uno o más ecosistemas o contener o no especies amenazadas. Sin embargo, a partir de finales de la década de 1990, comenzaron a usarse métodos estadísticos y cartográficos para definir las zonas con los valores de biodiversidad más interesantes desde el punto de vista de la conservación biológica y el desarrollo sustentable. Uno de los análisis más interesantes en este rubro es el de Vacíos y Omisiones o "análisis GAP", que muestra que sitios que aún no están protegidos tienen rasgos valiosos y deben ser integrados a sistemas de conservación de la naturaleza. En los siguientes párrafos se presentan algunas de las figuras de priorización que tienen en cuenta a la zona propuesta como Hábitat Crítico. También se presenta la información del análisis nacional de Vacíos y Omisiones llevado a cabo recientemente y cómo la Sierra de Las Minas está incluida en este análisis.

### 1. Figuras de priorización en que se incluye la Sierra de Las Minas

La Sierra de Las Minas está incluida dentro de varios esquemas de priorización para la conservación que han surgido a partir de finales de la década de 1990. Una de los esquemas de priorización para la conservación con más antigüedad en que se incluyen zonas de la región central del estado es el de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS) (Benítez et ál., 1999). Este esquema fue establecido por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), un organismo trinacional del que forman parte Canadá, Estados Unidos y México, y que a su vez fue creado según los términos del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), derivado del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Se consideró que la conservación eficaz de la avifauna compartida por los tres países de América del Norte exige la acción conjunta de las tres naciones. En la actualidad, esta iniciativa contribuye a fomentar los esfuerzos coordinados en el monitoreo y conservación de aves migratorias en el ámbito regional y transnacional. La Sierra de Las Minas está incluida en el AICA número 150, "Centro de Veracruz" (Mapa 11).

El enfoque de Regiones Prioritarias surgió a partir de talleres con expertos, realizados entre 1996 y 1999. Existen tres tipos de Regiones Prioritarias en México: Hidrológicas, Terrestres y Marinas, pero solamente los dos primeros son de importancia para este análisis.

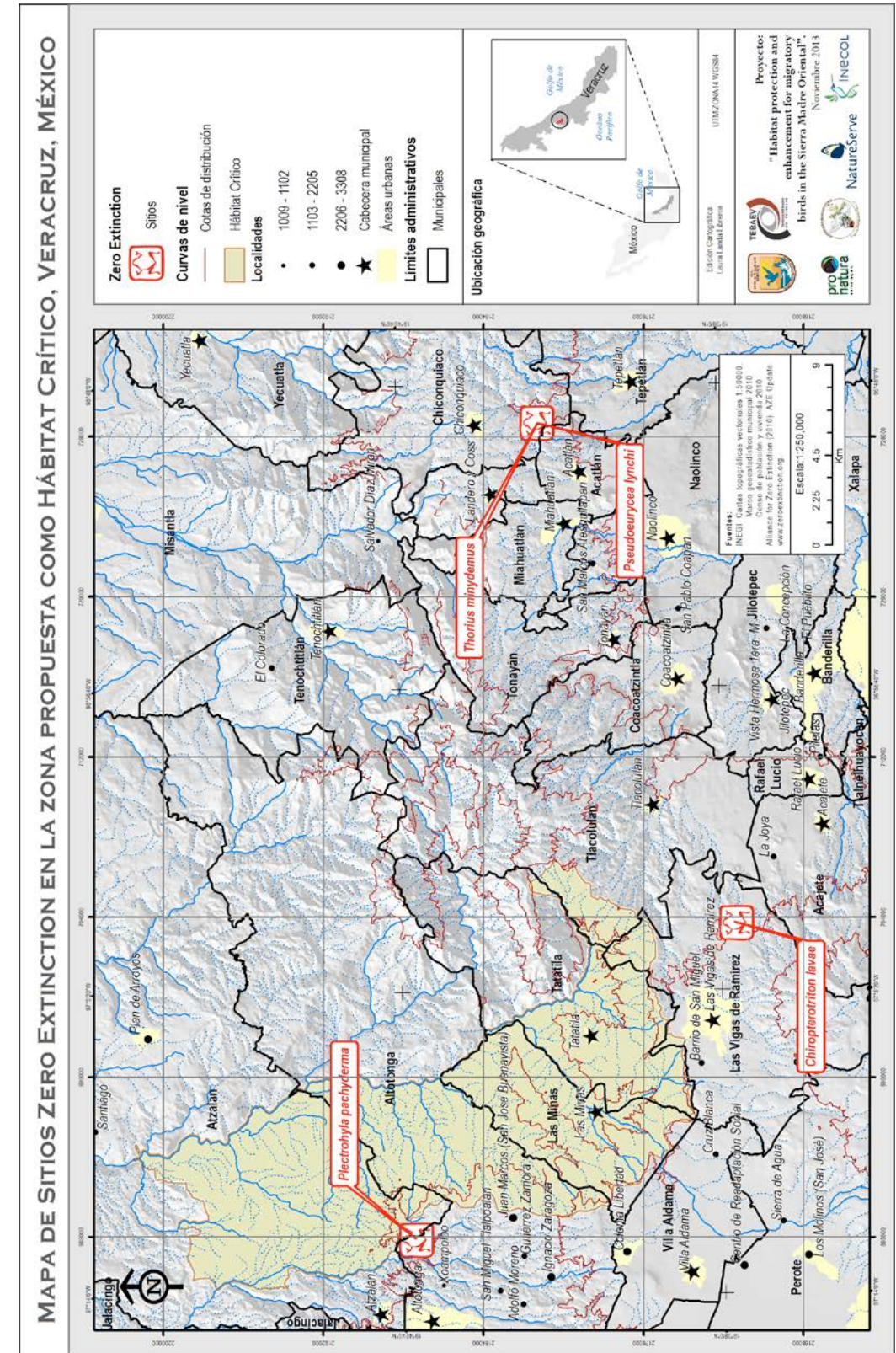
El sistema de Regiones Terrestres Prioritarias se compone de 152 sitios con alta biodiversidad que fueron definidos con base en criterios de tipo biológico (e.g.: importancia como corredor biológico entre regiones, presencia de localidades de migración), de amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad, (e.g.: grado de fragmentación de la región, presión sobre especies clave o emblemáticas) y de oportunidad para su conservación (e.g.: proporción de áreas bajo algún tipo de manejo, importancia de los servicios ambientales). También se usaron sistemas de información geográfica y cartografía actualizada. Además, esta delimitación concuerda espacialmente con rasgos topográficos, cuencas hidrológicas, aéreas naturales protegidas, tipos de sustrato y de vegetación de estos sitios. La Sierra de Las Minas se ubica en la zona de influencia de las RTP 105 "Cuetzalan" y 122 "Pico de Orizaba-Cofre de Perote" (Arriaga-Cabrera et ál., 2000; 2009) (Mapa 11).

Un análisis global de las zonas más importantes para la conservación es el de *Hotspots* de biodiversidad, también denominados "Ecorregiones Prioritarias". En este análisis se definieron amplias zonas del mundo en donde existe evidencia





Mapa 12. La Sierra de las Minas en el contexto de los Hotspots de biodiversidad



Mapa 13. La Sierra de las Minas en el contexto del análisis de Cero Extinciones de Anfibio

## 2. Vacíos y omisiones en conservación

El análisis de Vacíos y Omisiones realizado por CONABIO et ál. (2007) generó propuestas de áreas terrestres que deben ser protegidas en el país, buscando evitar la desaparición de las especies de anfibios, reptiles, aves, mamíferos y plantas que están incluidas en alguna categoría de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre los tipos de vegetación que son más importantes para conservación están los Bosques Mesófilos, debido al alto grado de impacto humano que enfrentan.

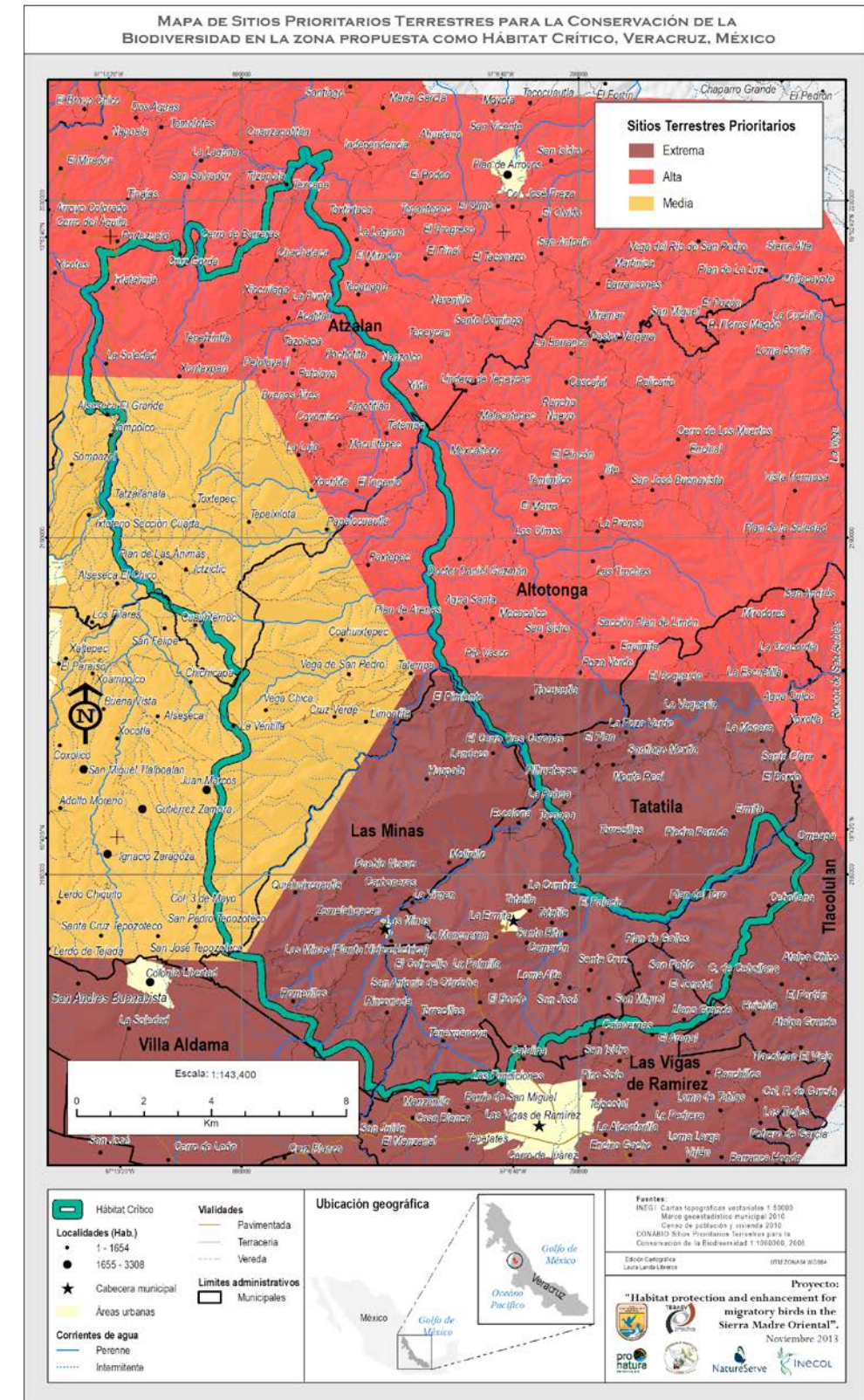
Debido a lo restringido y fragmentado de la distribución del BMM a nivel nacional, se hace evidente la urgencia de acciones de conservación. Además, ya que sólo el 12% del BMM del país se encuentra en el esquema de áreas protegidas, se ha sugerido que las acciones de conservación que deben implementarse son realizar inventarios de biodiversidad, ejecutar de programas de educación ambiental e incluir zonas de ecosistemas prioritarios con buen grado de restauración en el sistema nacional de ANP, lo que favorecerá el éxito de otros proyectos compatibles con la conservación y el desarrollo sustentable.

Las Áreas Naturales Protegidas del país generan gran cantidad de beneficios. Se calcula que el valor de los servicios ambientales del sistema nacional de ANP es, por sí mismo, mayor a 50,000 millones de pesos por año. En tal caso, el índice de beneficio apunta a que por cada peso invertido en el sistema mexicano de ANP, se generan 53 pesos de beneficio (Bezaury-Creel, 2009). Por tanto, la inclusión en este esquema de protección de sitios adicionales tiene el potencial para aumentar los beneficios directos e indirectos percibidos por los habitantes del país.

En el esquema de priorización de Bosques Mesófilos de Montaña de México realizado por CONABIO, la Sierra de Las Minas queda ubicada dentro de la región "Centro de Veracruz", en la subregión 5.1 "Sierra Norte de Puebla-Chinconquiaco". Se considera que la subregión 5.1 tiene una prioridad de conservación alta, aunque con tendencia a crítica debido a la magnitud de las amenazas que enfrenta el BMM de esta zona. La gravedad de estas amenazas ya se ha abordado previamente, pero a esto se suma que sólo un porcentaje territorial muy bajo (0.15%) se encuentra dentro de alguna ANP. Por otro lado, este análisis permite saber que también existen fortalezas para la conservación y la restauración de esta área, como el interés de pequeños propietarios locales en restaurar zonas de bosque y que es una de las zonas de Bosque Mesófilo mejor conocidas del país (Cruz Angón et ál. 2010).



La inclusión en este esquema de protección de sitios adicionales tiene el potencial para aumentar los beneficios directos e indirectos percibidos por los habitantes del país.



Mapa 14. La Sierra de Las Minas en el contexto de niveles de prioridad de conservación de los Bosques Mesófilo de Montaña de México

### 3. Oportunidades y sinergias para la conservación

Entre las oportunidades con mayor peso para la conservación del BMM se consideraron la presencia de predios inscritos en programas de **PSA** hidrológicos, la participación de comunidades y los diversos grupos de investigación que trabajan en el área. Una superficie muy reducida del *BMM* (aproximadamente el 0.15%) se encuentra dentro de las áreas protegidas debido a que no hay **ANP** que incluyan este intervalo altitudinal. Cabe resaltar que a lo largo de toda la región se identificó la cafecultura de sombra como una oportunidad importante para el mantenimiento del BMM, por su función de amortiguador en términos de microclima y de hábitat para varias especies nativas. Además, se han identificado oportunidades atractivas de restauración ya que existe un número importante de campesinos (con parcelas de tamaño pequeño) que se pueden incorporar a esquemas privados de conservación.

Por otro lado, los graves niveles de marginación en la Sierra de Las Minas hacen urgente generar estrategias de desarrollo amigables con el entorno. Una de las alternativas incipientes en la zona es el establecimiento de centrales minihidroeléctricas (PLADEYRA, 2002). Los Bosques Mesófilos son un ecosistema especialmente atractivo para estas iniciativas por la generación de caudal hidrológico. En los últimos años, se han generado empresas de este tipo con una faceta que genera una red de beneficios tanto para los empresarios como para los pobladores locales, cumpliendo objetivos de sustentabilidad y de equidad social (Harrison et ál. 2007).

El potencial de generación de proyectos comunitarios también es notable en lo tocante a la producción a escala local de productos gourmet, que pueden colocarse en mercados selectos y generar ganancias importantes (Fig. 26). Durante las temporadas de recopilación de datos en campo se detectaron varios de estos proyectos y se realizaron entrevistas con los dirigentes de los mismos. Asimismo, debido al potencial forestal de la zona, se considera que pueden establecerse sistemas agroforestales que generen beneficios a la población local (Gunatileke y Chakravorty, 2003). Entre los proyectos productivos ya en marcha destacan la producción de quesos finos de cabra y la explotación sustentable de minerales semipreciosos. El desarrollo de estos productos puede encuadrar en estrategias de comercialización sustentable y precio justo (CONABIO, 2008b, Millard, 2011). Además, existe evidencia de que los bosques conservados o restaurados pueden mejorar la calidad de vida de las comunidades locales inclusive en el caso de no comercializar productos forestales, sino con la alternativa de autoconsumo (Mitchell y Hobby, 2010).

Otro instrumento para el uso sustentable del capital natural es la creación de UMA. En México existen numerosos casos exitosos de establecimiento de unidades de manejo que compaginan con el desarrollo armónico de las comunidades y el aprovechamiento racional del capital natural. Como ejemplo, el establecimiento de UMA es una medida empleada en el Corredor Biológico Mesoamericano, la estrategia de desarrollo rural sustentable más ambiciosa en el país (Robles de Benito, 2009).



Figura 27. Alternativas productivas en la Sierra de Las Minas

Dada la abundancia de recursos y servicios ecosistémicos en la región, es factible desarrollar modelos de negocio basados en biodiversidad o fomentar la participación de las empresas existentes en conservación de capital natural. Desde la perspectiva de los inversionistas, es posible hacerles ver la conveniencia de tener inversiones tanto en negocios que generen problemas ambientales como en aquellos que participen en la resolución como una forma de ampliar su abanico de inversiones. Esto puede fomentar la inversión local de industrias de cualquier género, principalmente si se hace evidente el valor originado a largo plazo por los servicios ambientales, de los cuales cualquier empresa depende, como agua e insumos materiales y energéticos (Lambooy y Levashova, 2011)

Por otro lado, algunos de los beneficios que no pueden medirse en escala económica son de índole cultural. Existe evidencia de que al fomentar el uso sustentable del capital natural, valores como la herencia cultural y la identidad ayudan a una mejor cohesión social y mayor gobernabilidad (Tengberg et ál., 2012). Esto desencadena efectos cascada que suelen conducir a condiciones sociales deseables.

De esta manera, la apropiación y uso del capital natural en la Sierra de Las Minas es una alternativa viable para reducir los índices de marginación y aumentar la calidad de vida de las comunidades locales.

## V. VALORACIÓN DE LA SIERRA DE LAS MINAS

Entre todos los tipos de bosque presentes en México, se considera que el Bosque Mesófilo de Montaña ofrece una de las gamas más amplias de bienes y servicios y que es el tipo de bosque más importante para los servicios hidrológicos debido a la captura de agua por precipitación horizontal (Muñoz–Piña et ál., 2008). Con base en el abastecimiento de agua y en servicios recreativos se ha estimado que algunas zonas del Bosque Mesófilo de Montaña del centro de Veracruz genera un valor de USD \$ 728 /ha/año, aunque el valor real debe ser mucho mayor, ya que este valor no incluye los montos de otros servicios como la captura de carbono, la retención de suelo, la polinización o el uso de la biodiversidad (Martínez et ál., 2009). Por ejemplo, en el último rubro, muchas especies de árboles que se encuentran en el Bosque Mesófilo de Montaña (géneros *Quercus*, *Junglas*, *Dalbergia*, *Podocarpus*, *Liquidambar*, etc.) tienen madera de buena calidad, que se emplea localmente para fines diversos, aunque no existen explotaciones forestales comerciales.

Por otro lado, cada vez se reúne más evidencia del papel que tienen algunos elementos bióticos silvestres en las iniciativas productivas. Un ejemplo de estos elementos es el papel de fauna nativa en el control de plagas de los cultivos. Karp et ál. (2013) evaluaron el valor económico que representa el consumo de insectos con potencial como plagas por parte de aves y murciélagos en cafetales aledaños a zonas boscosas en Costa Rica. El valor estimado se encuentra entre USD\$75 y USD\$30 /ha/año, lo que significa que la simple presencia de estos grupos de animales evita pérdidas por los montos estimados. Dado que estos grupos anidan en los bosques aledaños a los cultivos, dañar estos ecosistemas de manera que afecte negativamente a aves y murciélagos conlleva la pérdida de estos beneficios a la agricultura.

Incorporar costos en un marco de inversiones amplía las posibilidades de incluir áreas no detectadas con base en otros criterios usualmente empleados para definir zonas prioritarias de conservación, como la vulnerabilidad y la irremplazabilidad (Underwood et ál 2009). Dado que la valoración de los servicios ambientales es una herramienta importante para generar y priorizar acciones concretas de conservación, se utilizó la modelación y valoración de diversos servicios ambientales de la Sierra de Las Minas por el método de transferencia

### A. Valor de los Servicios Ambientales en la Sierra de Las Minas

Con base en consulta de literatura especializada, se estimó el valor promedio de los servicios ambientales de una hectárea de BMM. Se contrastó con valores de producción de diversos cultivos presentes en la región (Cuadro 2).

Cuadro 2 Comparación del valor económico generado por el BMM y algunos tipos de cultivo importantes en la región

| TIPO DE VEGETACIÓN                                | VALOR TOTAL GENERADO (\$ USD/HA/AÑO) |
|---|--------------------------------------|
| Bosque Mesófilo de Montaña                        | \$4,645.00                           |
| Cafetal   |                                      |
| Especializado                                     | \$ 285.90                            |
| Policultivo tradicional                           | \$ 24.70                             |
| Policultivo comercial                             |                                      |
| • Café–Plátano–Naranja–Chalahuite                 | \$ 2,512.60                          |
| • Café–Plátano                                    | \$ 842.00                            |
| Rusticano   | –\$ 25.80                            |
| Sol   | –\$ 23.40                            |
| Maíz  | \$ 585.32                            |
| Todos los cultivos, distrito Martínez de la Torre | \$ 1,648.79                          |

El valor económico estimado de los S.A. presentes en el BMM es mucho mayor que el de dos de los cultivos más importantes en la Sierra de Las Minas (café y maíz). Este valor también es mayor al del promedio de todos los cultivos del distrito productivo "Martínez de la Torre", al que pertenece parte del área de interés. Esto permite considerar que la conservación de áreas de BMM en la Sierra de Las Minas puede generar valores económicos mayores que los generados por otros usos de suelo.

Además de este análisis con datos bibliográficos se modeló el valor de tres servicios ambientales en la Sierra de Las Minas: almacenamiento de carbono, provisión superficial de agua y retención de sedimentos. Estos SA fueron seleccionados con base en su importancia en la región, la sencillez de su valoración y por ser contemplados en programas oficiales de PSA, especialmente en la Agenda ante el Cambio Climático. Los métodos detallados y resultados en extenso del proceso de modelación se presentan en el Anexo VII.

Además de los valores de los tres servicios ambientales detallados, fue posible estimar el valor económico del control biológico, la regulación del clima y el hábitat para la zona propuesta como Hábitat Crítico (Cuadro 3).

*Cuadro 3 Valores por hectárea por año de seis servicios ambientales en la Sierra de las Minas*

| SERVICIO AMBIENTAL   | VALOR TOTAL GENERADO (\$ USD/HA/AÑO) |
|----------------------|--------------------------------------|
| Captura de carbono   | 2,090                                |
| Control biológico    | 45                                   |
| Regulación del clima | 31                                   |
| Control de erosión   | 2,300                                |
| Hábitat              | 37                                   |
| Provisión de agua*   | 3,706                                |
| <b>Total</b>         | <b>6,609</b>                         |

La suma de los valores modelados en está por encima del valor estimado con los montos que aparecen en literatura especializada (Cuadro 2). La diferencia es cercana a los USD \$ 2,000, lo que indica que la importancia de la zona es mayor a la de otros BMM.

**La pérdida de los ecosistemas forestales de la región, en particular del Bosque Mesófilo implicaría la pérdida de miles de dólares anuales en beneficios generados por esos sistemas naturales, con bajas de recuperación a corto plazo, salvo que se iniciaran proyectos integrales de restauración ecológica.**

Aunque el precio de estos proyectos pudiera parecer elevado, existe evidencia de que en los primeros años, los proyectos de restauración pueden generar valores importantes de servicios ecosistémicos.

## B. Efectos económicos y sociales de la pérdida de BMM en el área de interés

Los cambios que ocurren durante la transformación del BMM a otro uso de suelo, tienen costos intrínsecos porque se pierden los servicios ambientales como, la regulación hídrica, polinización, control de erosión, almacenamiento de agua, pérdida de hábitats y biodiversidad, belleza escénica, materias primas, entre otros (Martínez, et ál. 2009).

Un ejemplo de la importancia de la importancia infravalorada de algunos servicios ambientales y de la dificultad de su recuperación una vez que son alterados por la pérdida de ecosistemas puede verse en los servicios edafológicos. Los suelos proveen seis principales servicios ambientales: amortiguamiento y regulación del ciclo hidrológico; sustrato físico para las plantas; retención y provisión de nutrientes para las plantas; recepción de desechos orgánicos e inorgánicos; renovación de la fertilidad del suelo; y regulación de los ciclos biogeoquímicos mayores (Daily et ál. 1997). Una vez que se transforma el Bosque Mesófilo y se da otro uso al suelo, la pérdida de estos servicios ambientales requiere de decenas de años para restablecer las condiciones originales. Sin embargo, la restauración ecológica es esencial para recuperar los servicios ambientales perdidos (Rey Benayas et ál. 2009). El costo estimado de restauración de una hectárea de Bosque Mesófilo en la Sierra Madre Oriental va desde 800,000 hasta 1, 100,000 pesos mexicanos durante cinco años, el plazo mínimo para llevar a cabo labores adecuadas de reforestación en esta zona.

Otras consecuencias de ésta pérdida de bosque en ocasiones pueden ser imperceptibles, como la falta de polinizadores o la protección contra deslaves, pero en otros casos son muy evidentes. Por ejemplo, la gran inundación que aconteció en 1999 y que afectó a cerca del 40% de los municipios de Veracruz, causó daños por hasta 2,800 millones de pesos, y tuvo que ver con la falta de cobertura vegetal que detuviera deslaves y retuviera agua (Aguirre y Macías, 2006). La percepción de cuáles servicios ecosistémicos son más importantes puede afectar la manera en que las personas hacen uso o desperdician los beneficios derivados de los fenómenos ecosistémicos (Martín-López et ál. 2012).

En Veracruz, el BMM se encuentra rodeado de agroecosistemas de gran importancia económica como los cultivos de café y la caña de azúcar. Se calcula que las pérdidas de Bosque Mesófilo en algunas zonas del centro de Veracruz son cercanas al 93%, mientras que otros tipos de uso de suelo lo han sustituido, como los pastizales inducidos, que ocupan el 53 % de la superficie perdida, con la consecuente pérdida de servicios ambientales generados por los bosques y que, a fin de cuentas, afecta también a los cultivos establecidos y a cualquier uso que pueda darse a la tierra (Martínez et ál., 2009).

“

**En los primeros años, los proyectos de restauración pueden generar valores importantes de servicios ecosistémicos.**

”

Sin embargo, a menudo esta pérdida es pasada por alto, ya que sólo se toman en cuenta los beneficios inmediatos, sin que se valoren los servicios a mediano y largo plazo. Las partes bajas de la cuenca, incluyendo las costas, son los sitios en que los efectos de mediano y largo plazo originados por las pérdidas de servicios ambientales en los bosques templados de las cabeceras de cuenca. Por ejemplo, en se ha estimado que el valor la tierra y de los servicios ambientales de efecto inmediato en la costa de Veracruz ronda los 106,000 USD /ha, mientras que una hectárea en la zona costera puede alcanzar valores de 45,000 a 600,000 USD/ha en Costa Esmeralda, de USD \$190,000 /ha a USD \$910,000 /ha en Chachalacas y de USD\$1x106/ha a USD\$6x106/ha en Boca del Río. Aparentemente, el valor de la hectárea sobrepasa con creces el valor de los servicios ambientales. Sin embargo, los valores no mercantiles, como la protección contra eventos meteorológicos (inundaciones, huracanes, tormentas) y la pérdida de belleza paisajística y de otros valores de apreciación han probado ser esenciales para la estabilidad a largo plazo de las poblaciones humanas, lo que sobrepasa el valor que se puede dar de manera inmediata a los terrenos (Mendoza–González et ál. 2012). Además, los impactos negativos en las cabeceras de cuenca repercuten de manera importante en los servicios ambientales de la parte baja.

*Esta pérdida imperceptible de servicios ambientales tiene implicaciones sociales muy amplias, pues se ha relacionado con pobreza, injusticia social y problemas de gobernabilidad (Adams et ál. 2004; Corbera y Pascual, 2012). (Adams et ál. 2004) consideran que para que los planes de conservación sean adecuados, deben integrarse las necesidades de las poblaciones locales en la planeación de estrategias y en el establecimiento de zonas protegidas. Además, la percepción de beneficio por conservar debe ser evidente y debe ofrecerse un acceso facilitado a los programas de desarrollo sustentable que se generen en el marco de las estrategias de conservación.*

Por su parte, Corbera y Pascual (2012) señalan que basar la protección de un sitio únicamente en el pago de servicios ambientales inmediatos genera grandes desigualdades sociales y de acceso a apoyos y recursos además de omisiones de las necesidades sociales por los tomadores de decisiones. Las estrategias de conservación que se basan únicamente en la valoración de los ecosistemas dejan de lado las motivaciones intrínsecas, lo que lleva a comportamientos sociales indeseables, y que de hecho, impiden conseguir los objetivos de conservación (Muradian et ál. 2013). Así, aunque es esencial incluir la faceta de los servicios ambientales en el esquema de conservación que se propone, es aún más importante abordar la conservación de la zona propuesta como Hábitat Crítico desde una perspectiva holista, en donde se integren los valores sociales locales, beneficios equitativos para las poblaciones y la iniciativa privada dentro de la zona proyectada y el aseguramiento del desarrollo adecuado de los procesos ecosistémicos en la Sierra de Las Minas. Este enfoque integrador ha permitido el éxito en el manejo y la conservación de los bosques en diversas partes del mundo a la vez que se favorece el manejo comunitario y la gobernabilidad (Persha et ál. 2011).

## VI. PROPUESTA DE PLAN RESTAURACIÓN DE CAPITAL NATURAL PARA LA SIERRA DE LAS MINAS

En esta sección se muestra el escenario básico de restauración del capital natural para la Sierra de Las Minas con base en un análisis de costo – inversión.

El polígono de la Sierra de Las Minas fue definido con base en zonas con óptimas para las políticas de Conservación, Protección y Restauración distinguidas en el Programa de Ordenamiento Territorial del Río Bobos y Solteros (GOEV, 2008). El área total del polígono es de 23,704 ha. Esta propuesta de Hábitat Crítico contempla un plan de restauración a 10 años, divididos en cinco ciclos bianuales. De acuerdo al POETB, el área total de restauración 15,267 ha. De esta superficie, se considera que 2,242.36 ha son prioritarias, por corresponder a corredores riparios y estar relacionados directamente con los servicios de captación hídrica y retención de sedimentos. Como meta del primer ciclo se proyecta la restauración de un 20% de las zonas prioritarias para la restauración ecológica (448.47 hectáreas). Este porcentaje corresponde a las zonas de mayor importancia para la captación hídrica de acuerdo con el modelo InVest. Con ello se generarán 35 empleos permanentes por ciclo bianual, de los cuales 10 corresponden a empleos para profesionistas y 25 a empleos sin calificación especial. La inversión necesaria estimada es de \$ 8,969,440.00 por año. Este monto incluye los salarios de los empleos generados y gastos de insumos y materiales.

El Cuadro 4 muestra la inversión federal estimada promedio para el ciclo 2012 – 2013. Estos datos corresponden a consultas en el sistema IFAI y en las páginas oficiales de tres dependencias federales: SEDESOL, CONAFOR y SAGARPA. Aunque existen otras dependencias que tienen programas de apoyo relacionadas con el uso y aprovechamiento racional del capital natural, no se incluyen pues el propósito de este análisis es exploratorio. Por otro lado, no se dispone de montos certeros para la inversión estatal ya que al momento la información no está disponible.

El contraste de los montos invertidos por el gobierno federal contra el costo de la restauración de zonas prioritarias en la Sierra de Las Minas permiten afirmar que, dados los beneficios que conlleva la restauración del capital natural, la direccionalización de recursos a esta propuesta es plausible. Con base en el éxito de las metas de restauración que se detallan al principio de esta sección, será posible observar cómo las labores de restauración



pueden modificar de manera positiva la forma de vida de las comunidades involucradas o presentes en el proyecto. Los aspectos que se evaluarán son las dimensiones ecológicas, sociales, económicas y de gestión de la labor de restauración. Mediante esto, será posible medir la manera en que los modos de vida locales perciben beneficios económicos, de empleo, de educación y de salud a partir de los esfuerzos de restauración.

Los empleos generados corresponden a las cuadrillas de restauración en el esquema trabajado por Pronatura Veracruz. Cada cuadrilla estará compuesta por dos profesionistas (sueldo mensual: \$10,000 c/u): uno para el puesto de "cartógrafo" y otro para el puesto de "restaurador". El resto de la cuadrilla se deberá componer de cinco personas sin requerimientos especializados de formación (cinco jornales diarios de \$ 120.00 c/u): un chofer y cuatro reforestadores. Cada cuadrilla será responsable de realizar las tareas de restauración de dos hectáreas mensualmente. De esta manera, al final del primer ciclo bianual, se podrán restaurar 240 hectáreas. Estas labores de restauración son en la modalidad activa, es decir, cuando se realizan diferentes métodos de eliminación selectiva de vegetación y de nucleación y reforestación.

Las técnicas que se utilizará han sido probadas en bosques mesófilos de Veracruz por el equipo Ecoforestal de Pronatura Veracruz durante tres años con resultados óptimos. Además, existe evidencia en diferentes localidades de Latinoamérica del éxito de estas técnicas, que rescatan tecnología autóctona y manejo silvoforestal. Hasta el momento, los resultados muestran que existe recuperación de la estructura arbórea (Douterloun et ál, 2008), de composición y dinámicas edáficas (Bautista et ál., 2005) y de que se favorece la restauración pasiva de predios aledaños a las zonas de restauración activa (Vaca et ál., 2012).

De manera general, el esquema de restauración manejado por Pronatura Veracruz sigue estos pasos:

1. **Concertación y protección:** según necesidades del proyecto.
2. **Prospección ecológica:** identificación de áreas susceptibles y prioritarias mediante manejo de SIG y toma directa de datos.
3. **Diagnóstico detallado del medio físico:** agua, suelo, salinidad, pH, exposición, etc.
4. **Plan de restauración:** diseño y calendario de restauración.
5. **Implementación:** recolecta de semillas, producción de plantas, cercado, siembra y técnicas de nucleación.
6. **Seguimiento y monitoreo:** biomonitoreo, monitoreo de estructura arbórea y de parámetros físicoquímicos

Los mecanismos de financiamiento que deben explorarse corresponden en la primera etapa bianual a la subvención federal y estatal del hábitat crítico mediante la direccionalización de recursos ya existentes y aplicados en la Sierra de Las Minas.

Una segunda etapa puede financiarse mediante esquemas locales de PSA. Se considera que esto es factible ya que una parte de la Sierra de Las Minas es susceptible de Pagos por Servicios Hidrológicos al encontrarse en una Región Hidrológica Prioritaria. Los últimos pagos realizados por CONAFOR en la región por este concepto promedia \$23,000 por hectárea, una suma ligeramente mayor a la requerida para las labores de restauración en este esquema.

Por último, existe la alternativa de compaginar los beneficios de protección ambiental que otorgan los bosques conservados y restaurados en esquemas de generación de ingresos por prevención de desastres naturales, con opción de ser financiados por el FONDEM o por ayuntamientos, empresas y distritos agrícolas beneficiados por las labores de restauración y protección. Un análisis de la plausibilidad de estos mecanismos es dado por Kreimer et ál. 1999.

Cuadro 4. Inversión requerida e inversión federal anual promedio realizada en la Sierra de Las Minas

| PROPUESTA HC                           | SUPERFICIE (HA) | INVERSIÓN ANUAL REQUERIDA HC | MONTO ANUAL GENERADO SA | INVERSIÓN FEDERAL PROMEDIO (2012 - 2013) |                 |                 |
|--|-----------------|------------------------------|-------------------------|--|-----------------|-----------------|
|  |                 |                              |                         | Social                                   | Forestal        | Agropecuaria    |
| Conservación                           | 99.00           | \$ 0.00                      | \$ 6,542,910.00         | -  | -               | -               |
| Protección                             | 8176.00         | \$ 0.00                      | \$ 540,351,840.00       | -  | -               | -               |
| Restauración                           | 15,267.00       | \$ 305,340,000.00            | \$ 1,008,996,030.00     | -  | -               | -               |
| Corredores riparios                    | 2242.36         | \$ 44,847,200.00             | \$ 148,197,572.40       | -  | -               | -               |
| Corredores riparios prioritarios (20%) | 448.47          | \$ 8,969,440.00              | \$ 29,639,514.48        | -  | -               | -               |
| Aprovechamiento                        | 162.00          | \$ 0.00                      | \$ 10,706,580.00        | -  | -               | -               |
| Montos totales                         | 23,704.00       | \$ 8,969,440.00              | \$ 29,639,514.48        | \$ 9,916,976.64                          | \$ 1,606,686.20 | \$ 1,134,461.75 |

## VII. FUENTES DE INFORMACIÓN CITADAS

Acosta, S. 2004. Afinidades de la flora genérica de algunos Bosques Mesófilos de montaña del nordeste, centro y sur de México: un enfoque fenético. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 75(1): 61–72.

Adams, W. H., R. Aveling, D. Brockington, B. Dickson, J. Elliott, J. Hutton, D. Roe, B. Vira y W. Wolmer. 2004. Biodiversity Conservation and the eradication of poverty. *Science* 306: 1146–1149

Adger, W.N., K. Brown, R. Cervigni y D. Moran. 1995. Total Economic Value of Forests in Mexico. *Ambio* 24 (5): 286–296

Aguilar, R., M. Quesada, L. Ashworth, Y. Herrerías-Diego y J. Lobo. 2008. Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations: susceptible signals in plant traits. *Molecular Ecology* 17: 5177–5188

Aguilar-Rodríguez, S. H. 2000. Registro de la perdiz veracruzana o chivizcoyo (*Dendrotyx barbatus*) en la sierra norte de Oaxaca, México, Huitzil 1: 9-11 ([www.ecosurgroo.mx/huitzi/](http://www.ecosurgroo.mx/huitzi/))

Aguirre, B. E. y J. M. Macías M. 2006. Las inundaciones de 1999 en Veracruz y el paradigma de la vulnerabilidad. *Revista Mexicana de Sociología*, Abril-Junio, 209-230.

Albers, H. J., A. C. Fisher. y W. M. Hanemann. 1996. Valuation and Management of Tropical Forests. *Environmental and Resource Economics* 8: 39–61

Alcántara, C., J.L. 1993. Evaluación avifaunística de Veracruz: Un análisis de la distribución espacial para la conservación, tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Alcántara, O., Luna, I., & Velázquez, A. 2002. Altitudinal distribution patterns of Mexican cloud forests based upon preferential characteristic genera. *Plant Ecology* 161: 167–174.

Alcántara-Ayala, I. 2010. Disasters in Mexico and Central America: a little bit more than a century of natural hazards. Pp: 75–98. In: Latrubesse, E. (Ed.), *Natural Hazards and Human Exacerbated Disasters in Latin America*, Elsevier, The Netherlands.

Alix-García, J., C. McIntosh, K. R. E. Sims y J. R. Welch. 2013. Ecological Footprint of Poverty Alleviation: Evidence from Mexico's Oportunidades Program. *The Review of Economics and Statistics* 95 (2): 417–435

Alliance for Zero Extinction (AZE). 2006. Pinpointing and conserving epicenters of imminent extinctions. Disponible en: <http://www.zeroextinction.org>. Revisado: 3.08.2013

AmphibiaWeb: Information on amphibian biology and conservation. 2013. Berkeley, California: AmphibiaWeb. Disponible en: <http://amphibiaweb.org/>. Consultado: 1 Agosto de 2013.

Andam, K. S., Ferraro, P. J., Pfaff, A., Sanchez-Azofeifa, G. A., y J. A. Robalino. 2008. Measuring the effectiveness of protected area networks in reducing deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105 (42): 16089–94.

Arbeláez-Cortés, E., A. S. Nyári, y A. G. Navarro-Sigüenza. 2010. The differential effect of lowlands on the phylogeographic pattern of a Mesoamerican montane species (*Lepidocolaptes affinis*, Aves: Furnariidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57(2): 658–68.

Arellano, L., Favila, M. E., y C. Huerta. 2005. Diversity of dung and carrion beetles in a disturbed Mexican tropical montane cloud forest and on shade coffee plantations. *Biodiversity and Conservation* 14(3): 601–615.

Arias, R. M., G. Heredia-Abarca, V. J. Sosa y L. E. Fuentes-Ramírez. 2011. Diversity and abundance of arbuscular mycorrhizal fungi spores under different coffee production systems and in a tropical montane cloud forest patch in Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems* 85(1): 179–193.

Aronson, J., D. Reninson, J.O. Rangel-Ch., S. Levy-Tacher, C. Ovalle y A. Del Pozo 2007. Restauración del Capital Natural: sin reservas no hay bienes ni servicios. *Ecosistemas* 16 (3): 15-24.

Aronson, J. D., S. J. Milton y J. N. Blignaut. 2007. Aronson. 2007. Restoring natural capital : science, business, and practice. Island Press. E.U.A.

Arriaga, V., A. Córdoba y Vázquez. 2006. Manual del proceso de ordenamiento ecológico. SEMARNAT. México. 235 pp.

Arriaga-Cabrera, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. URL: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tlistado.html> consultado en abril 2009

Arriaga-Cabrera, L., V. Aguilar y J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga-Cabrera, L., V. Aguilar y J. M. Espinoza. 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO pp. 433–457.

Aylward, B., K. Allen, J. Echeverría y J. Tosi. 1996. Sustainable ecotourism in Costa Rica: the Monteverde Cloud Forest Preserve. *Biodiversity and Conservation* 5: 315–343.

Baker, A. J., D. F. Withacre, O. A. Aguirre-Barrera y C. M. White. 2000. The Orange-breasted Falcon *Falco deiroleucus* in Mesoamerica: a vulnerable, disjunct population? *Bird Conservation International* 10: 29–40

Balvanera P, G. C. Daily, P. R. Ehrlich, T. H. Ricketts, S. A. Bailey, S. Kark, C. Clement y H. Pereira. 2001. Conserving biodiversity and ecosystem services. *Science* 291: 2047–2047

Balvanera, P., H. Cotler et ál. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 185–245

Barbier, E.B. 2002. Institutional constraints and deforestation: An application to Mexico. *Economic Inquiry* 40 : 508–519.

Bartomeus, I. M. G. Park, J. Gibbs, B. N. Danforth, A. N. Lakso y R. Winfree. 2013. Biodiversity ensures plant–pollinator phenological synchrony against climate change. *Ecology Letters*.

Bautista-Cruz, A., y R. F. del Castillo. 2005. Soil Changes During Secondary Succession in a Tropical Montane Cloud Forest Area. *Soil Science Society of America Journal* 69(3): 906.

Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México.

Bernabe, N., Williams-Linera, G., & Palacios-Rios, M. 1999. Tree Ferns in the Interior and at the Edge of a Mexican Cloud Forest Remnant : Spore Germination and Sporophyte Survival and Establishment. *Biotropica* 31(1): 83–88.

Bezaury-Creel J. E. 2009. El Valor de los Bienes y Servicios que las Áreas Naturales Protegidas Proveen a los Mexicanos. The Nature Conservancy Programa México – Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.

Bildstein, K. L. 2004. Raptor migration in the neotropics: Patterns, processes, and consequences. *Ornitología Neotropical* 15: 83–99

Bildstein, K. L., y J. Zalles. 2001. Raptor migration along the Mesoamerican Land Corridor. Pages 119–141. En: K. L. Bildstein y D. Klem, Jr. (eds.). *Hawkwatching in the Americas*. Hawk Migration Association of North America, North Wales, Pennsylvania.

Bird Studies Canada. 2006. "Avibase: The World Bird Database." Disponible en: <http://www.bsc-eoc.org/avibase/avibase.jsp?pg=home&lang=EN>. Revisado: Mayo 2013.

Bishop, J. y N. Landell-Mills. 2003. Los servicios ambientales de los bosques: información general. En: pp: S. Pagiola, J. Bishop y N. Landell-Mills (eds.). *La venta de servicios ambientales forestales*. SEMARNAT-INE-CONAFOR. Pp: 43–75

Blaustein, A.R. y D.B. Wake, 1990, Declining amphibian populations: A global phenomenon, *Trends in Ecology and Evolution* 5:203–204.

Blaustein, A.R. y D.B. Wake, 1995, The puzzle of declining amphibian populations, *Scientific American* 272: 56–61

Blaustein, A.R., D.B. Wake y W.P. Sousa, 1994, Amphibians declines: Judging stability, persistent, and susceptibility of populations to local and global extinctions, *Conservation Biology* 8: 60–71

Blaustein, A. R., B. A. Han, R– A. Relyea, P. T.J. Johnson, J. C. Buck, S. S. Gervasi y L. B. Kats. 2011. The complexity of amphibian population declines: understanding the role of cofactors in driving amphibian losses. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223: 108–119

Bockstael, N. E., A. M. Freeman, R. J. Kopp, P. R. Portney y V. K. Smith. 2000. On measuring economic values for nature. *Environmental Science and Technology* 34: 1384–1389

Bode M., J. E. M. Watson, T. Iwamura y H. P. Possingham. 2008a. The cost of conservation: response to Kremen et ál. *Science*, 321: 340

Bode M., K. Wilson, M. McBride y H. P. Possingham. 2008b. Optimal dynamic allocation of conservation funding among priority regions. *Bulletin of Mathematical Biology*, 70:2039–2054

Bockstael, N. E., A. M. Freeman R. J. Kopp, P. R. P. Ortney y V. K. Smith. 2000. *Environmental Science and Technology* 34: 1384-1389

Boyd, J. y S. Banzhaf. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63 (2–3) (2007), pp. 616–626

Brauman, K. A., G. C. Daily, T. K. Duarte, y H. R. Mooney. 2007. The Nature and Value of Ecosystem Services: A focus on hydrology. *Annual Review of Environment and Resources* 32:67-98

Breedlove, D. E. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico). En: A. Graham (ed.), *Vegetation and Vegetational History of Northern Latin America*. Elsevier Scientific Publ. Co. Amsterdam, pp. 146–165

Brown, K. S. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. En: Collins N.M. y Thomas J.A. (eds.) *Conservation of Insects and their Environments*. Academic Press, London, pp. 349–404.

Brown, K. S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*, 1, 25 – 42

Bruijnzeel, L. A. 2001. Hydrology of tropical montane cloud forests: a reassessment. *Water Resources Research* 1, 1–18

Bruijnzeel, L.A., 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? *Agriculture Ecosystems and Environment* 104, 185–228.

Bruijnzeel, L.A., 2005. Tropical montane cloud forest: a unique hydrological case In: M. Bonell y L. A (eds.) *Forests, Water and People in the Humid Tropics*. Cambridge University Press. Pp: 462–483

Bruijnzeel, L. A., y L. S. Hamilton. 2000. Decision time for cloud forests. UNESCO.

Bruijnzeel, L.A., F. N. Scatena y L. S. Hamilton. 2010. *Tropical montane cloud forests. Science for conservation and management*. Cambridge University Press, Cambridge

Bubb, P., I. May, L. Miles y J. Sayer. 2004. *Cloud Forest Agenda*. UNEP–WCMC, Cambridge, UK.

Buchanan, G.M., P. F. Donald y S. H. M. Butchart. 2011. Identifying Priority Areas for Conservation: A Global Assessment for Forest-Dependent Birds. *PLoS ONE* 6(12): e29080.

Buschbacher, R. J. 1990. Natural Forest Management in the Humid Tropics: Ecological, Social, and Economic Considerations. *Ambio*, 19 (5): 253–258

Carvajal Hernández, C. I. 2011. Riqueza pteridológica en muestras de bosque mesófilo de montaña bajo diferentes grados de perturbación. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO), Universidad Veracruzana. México

Casas–Andreu, G., F.R. Méndez–de la Cruz y X. Aguilar– Miguel, 2004, Anfibios y Reptiles, en A.J. García–Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones–Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, UNAM–Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza–World Wildlife Fund, México, pp.375–390

Castillo – Campos 2005. Contribucion al conocimiento del endemismo de la flora vascular de Veracruz. *Acta Botanica Mexicana* 73: 19-57

CCA. 1999. Áreas importantes para la conservación de aves en América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montréal. 369 pp.

Ceballos, G. y G. Oliva, 2005, *Los mamíferos silvestres de México*, Conabio/Fondo de Cultura Económica, México, 981 pp.

Ceballos, G., E. Díaz Pardo, H. Espinosa, Ó. Flores Villela, A. García, L. Martínez, E. Martínez Meyer, A. Navarro, L. Ochoa, I. Salazar y G. Santos–Barrera. 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México, pp. 575–600, En: CONABIO. *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México.

Ceballos, G. y J. Arroyo–Cabrales. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. Nueva Época 2(2): 27–80

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro. CONABIO–Instituto de Biología, UNAM–Agrupación Sierra Madre, México.

Chan K. M. A., M. R. Shaw, D. R. Cameron, E. C. Underwood y G. C. Daily. 2006. Conservation planning for ecosystem services. 4(11): e379

Chapman, F. M. 1916. *The travels of birds*. Appleton, New York, New York.

Chernetsov, N. 2012. *Passerine Migration– Stopovers and Flight*. Springer Berlin Heidelberg. Berlín. 184 pp.

Chiabai, A. C. M. Travisi, A. Markandya H. Ding y P. A. L. D. Nunes. 2011. Economic Assessment of Forest Ecosystem Services Losses: Cost of Policy Inaction. *Environment and Resource Economics* 50:405–445

Chiappy–Jhones, Gama, Soto–Esparza, Geissert y Chávez 2002 *Regionalización Paisajística del Estado de Veracruz*, México. Universidad y Ciencia Volumen 18 Número 36

Churchill, S.P., H. Balsey, E., Fororero, J.L. Luteyn. 1993. Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests. *Proceedings of a symposium*, New York Botanical Garden, 21–26

Cicuzza, D., A. Newton y S. Oldfield. 2007. The Red List of Magnoliaceae. *Flora & Fauna International*. 52 pp.

Collins, J. P. y A. Storfer. 2003. Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions* 9, 89–98

CONABIO–CONANP–TNC–PRONATURA–FCF, UAN L. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy– Programa México, Pronatura, A.C., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

CONABIO (comp.) 2008a. Catálogo de autoridades taxonómicas de los hongos (Fungi) de México. Base de datos SNIB–CONABIO. México.

CONABIO. 2008b. Comercio Sustentable por un consumo responsable y comprometido con el medio ambiente. CONABIO

CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: amenazas y oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F., México.

Contreras–Medina, R. e I. Luna–Vega. 2007. Species richness, endemism and conservation of Mexican gymnosperms. *Biodiversity and Conservation*.16:1803–1821

Corbera E., C. González Soberanis y K. Brown. 2009. Institutional dimensions of Payments for Ecosystem Services: An analysis of Mexico’s carbon forestry programme. *Ecological Economics* 68: 7 4 3 – 7 6 1

Corbera, E. y U. Pascual. 2012. Ecosystem services: heed social goals. *Science* 335, 655–656.

Costanza R., R. d’Arge, R. S. de Groot, S. Farber, M. Grasso y B. Hannon. 1997. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253–260

Cotler A., H., A. Garrido, V. Bunge y M. L. Cuevas. 2010. Las cuencas hidrográficas de México: priorización y toma de decisiones. Pp: 210 – 215. En: H. Cotler Ávalos (coord.). *Las cuencas hidrográficas de México*. Diagnóstico y priorización, Instituto Nacional de Ecología. México.

Cruz Angón, A., F. Escobar Sarria, P. Gerez Fernández, M. Á. Muñiz Castro, F. Ramírez Ramírez y G. Williams Linera. 2010. V. Centro de Veracruz. En: CONABIO. *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: amenazas y oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F., México. Pp: 80–87

Cusak, D. F., W. W. Chou, W. H. Yang, M. E. Harmo y W. L. Silver. 2009, Controls on long–term root and leaf litter decomposition in neotropical forests. *Global Change Biology* 15 (5), 1339 – 1355

Daily, G.C (ed.). 1997. *Nature services. Social dependence on natural ecosystems*. Island Press. Washington, D.C.

Daly, H. E. y J. Farley. 2010. *Ecological Economics. Principles and applications*. Island Press

De Groot, R.S., 1992. *Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*. Wolters–Noordhoff, Groningen

De Groot, R. S., M. A. Wilson y R. M. J. Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics* 41: 393–408

De Jong, B. H. J., R. Tipper y G. Montoya–Gómez. 2000. An economic analysis of the potential for carbon sequestration by forests: evidence from Southern Mexico. *Ecological economics* 33: 313–327

Deininger, K. y Minten B. 1999. Poverty, Policies and Deforestation: The case of Mexico. *Economic Development and Cultural Change*, 47(2): 313–344

Deloya–López, A. C. 2011. Escarabajos coprófagos y necrófagos (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae). Pp: 383-390. En: La Biodiversidad de Veracruz, volumen II, A. Cruz Aragón (Coord). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del estado de Veracruz.

Deloya, C., Parra–Tabla, V. y H. Delfín–González. 2007. Fauna de Coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al Bosque Mesofilo de Montaña, cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el Centro de Veracruz, México. *Neotropical Entomology* 36(1):5–21.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2005. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Reforma del 23–02–2005, México.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM–059–ECOL–SEMARNAT–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. Reforma del 30–12–2010. México.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2013a. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Reforma del 070–06–2013, México.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2013b. Ley General de Vida Silvestre. Reforma del 070–06–2013, México.

Dieringer, G. y L. Delgado. 1994. Notes on the biology of *Cyclocephala jalapensis* (Coleoptera:Scarabeidae): an endemic of Eastern Mexico. *Southwestern Entomologist* 19(3): 309–311

Doumenge, C., D. Gilmour, M. Ruiz Perez, y J. Blockhus. 1993. Tropical Montane Cloud Forests: Conservation Status and Management Issues. In: Hamilton et ál. 1993. (Eds.) Tropical Montane Cloud Forests – Proceedings of an International Symposium at San Juan, Puerto Rico, 31 May–5 June 1994, East–West Center, Honolulu, Hawaii, USA. Pp: 17–24

Douterlungne, D., S. I. Levy-Tacher, D. J. Golicher y F. R. Doñaobeytia. 2008. Applying Indigenous Knowledge to the Restoration of Degraded Tropical Rain Forest Clearings Dominated by Bracken Fern. *Restoration Ecology*. 18 (3): 322 – 329

Duellman, W. E. 2001. The Hylid Frogs of Middle America. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, in Cooperation With the Natural History Museum of. 1 y 2. USA.

eBird. 2013. eBird: An online database of bird distribution and abundance [aplicación web]. eBird, Ithaca, New York. Disponible en: <http://www.ebird.org>. Fecha de consulta: 19 de abril 2013.

Eitnienar, J.C., S. Aguilar R., V. González, R. Pedraza y J.T. Baccus. 2000. New records of Bearded Wood Partridge, *Dendrortyx barbatus* (Aves: Phasianidae) in México, *The Southwestern Naturalist* 45: 238-241.

Escalante, P., A.G. Navarro y A.T. Peterson. 1993. A geographical, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico. Pp. 281-307. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *The Biological Diversity of Mexico*, Oxford University Press, Oxford.

Escalante, T., V. Sánchez–Cordero, J. J. Morrone y M. Linaje. 2007. Areas of endemism of Mexican terrestrial mammals: a case study using species' ecological niche modeling, parsimony analysis of endemism and Goloboff Fit. *Interciencia* 32 (3): 151–159

Escalona Aguilar, M. A. 2010. Los tianguis y mercados locales de alimentos ecológicos en México: su papel en el consumo, la producción y la conservación de la biodiversidad y cultura. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

Escamilla Prado, E. A. L. Licona Vargas, S. Díaz Cárdenas, H. V. Santoyo Cortés, R. Sosa y L. Rodríguez Ramírez. 1994. Los esquemas de producción de café en el centro de Veraruz. Un análisis tecnológico. *Revista de Historia* 30: 41–67

Espejo Serna, A.; A. R. Lopez–Ferrari, R. Jiménez Machorro y L. Sánchez Saldana. 2005. Las orquídeas de los cafetales en México: una opción para el uso sostenible de ecosistemas tropicales. *Revista de Biología Tropical* 53 (1–2): 73-84

Espinosa, D. y S. Ocegueda. 2007. Introducción. En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.) *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. UNAM. CONABIO. Pp: 5–6

Estrada A. y R. Coates–Estrada. 2002. Dung beetles in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11: 1903–1918.

Estrada A., R. Coates–Estrada, A. Anzures y P. Cammarano. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rainy forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 14: 577–593.

Farley, J. y R. Constanza. 2010. Payments for ecosystem services: From local to global. *Ecological Economics* 69 (2010) 2060–2068

Favila M.E. y G. Halffter. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana* 72: 1–25

Fisher, B., R. K. Turner y P. Morling. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68: 643 – 653

Flores–Villela, O. y A. G. Navarro. 1993. Un análisis de los vertebrados terrestres endémicos de Mesoamérica en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 44: 387–395.

Flores Villela, Ó., y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo (p. 439). CONABIO. UNAM.

Flores-Villela O. y L. Canseco-Marquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de Mexico. *Acta Zoologica Mexicana* (n.s) 20 (2): 115-144

Foley J.A., R. Defries, G. P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S. R. Carpenter, F. S. Chapin, M. T. Coe, G. C. Daily, H. K. Gibbs, J. H. Helkowski, T. Holloway, E. A. Howard, C. J. Kucharik, C. Monfreda, J. A. Patz, I. C. Prentice, N. Ramankutty y P. K. Snyder. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309: 570–574

Foster, P. 2001. The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews* 55: 73–106

Freeman, A. M. 1993. *The Measurement of Environmental Benefits: Theory and Methods*, Resources for the Future. Ramsar, Gland, Suiza.

Frías–Álvarez, J. J. Zúñiga–Vega y O. Flores–Villela. 2010. A general assessment of the conservation status and decline trends of Mexican amphibians. *Biodiversity and Conservation*. 19: 3699–3742

Frost, D. R. 2012. *Amphibian Species of the World: an online reference*. Version 5.6 (1 October 2012). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Gaberšcik, A. y J. Murlis. 2011. The role of vegetation in water cycle. *Ecohydrology and Hydrobiology* 11(3–4): 175–181

Gaceta Oficial del Estado de Veracruz (GOEV). 2004. Decreto de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Cuenca del Río Bobos, publicado en el No.111, el 3 de junio de 2004.

Gaceta Oficial del Estado de Veracruz (GOEV). 2008. Programa de Ordenamiento Ecológico Cuencas de los Ríos Bobos y Solteros, Ver., publicado en el Tomo CLXXVIII, Num. Ext. 81 el 12 de marzo de 2008.

Gage, M. 2011. Biodiversity in an isolated suburban reservation: amphibians. Tesis de Maestría. University of Massachusetts Boston.

Gallardo del Ángel, J. C. y S. H. Aguilar Rodríguez. 2011. Aves: diversidad, distribución y conservación. Pp: 559-578. En: CONABIO. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

Gallina-Tessaro, S., A. González-Romero y J. García-Burgos. 2011. La conservación de la diversidad de mamíferos medianos: la importancia de los cafetales. Pp. 593-600. En: CONABIO. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

Gallina, S. 2012. Is sustainability Possible in Protected Areas in Mexico? Deer as an Example of a Renewable Resource. *Sustainability* 4, 2366-2376; doi:10.3390/su4102366

García J., J. y F. Garza O. 2001. Conocimiento de los hongos de la familia Boletaceae en México. *Ciencia UANL* 4 (3): 336–343.z

Gardner, T. A. J. Barlow, R. Chazdon, R. M. Ewers, C. A. Harvey, C. A. Peres y N. S. Sodhi. 2009. Prospects for tropical forest biodiversity in a human–modified world. *Ecology Letters* 12: 561–582

Gillespie, T. W., B. Lipkin, L. Sullivan, D. R. Benowitz, S. Pau y G. Keppel. 2012. The rarest and least protected forests in biodiversity *hotspots*. *Biodiversity and Conservation* 21, 3597–3611

Godínez–García, L.M., I. Hinojosa–Díaz. y O. Yáñez–Ordóñez. 2004. Melitofauna (Insecta:Hymenoptera) de algunos Bosques Mesófilos de montaña. In: Luna, I., Morrone, J. J. y Espinosa, D. (eds.), Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. Las Prensas de Ciencias, México D. F. pp 321–337.

Goller, R., W. Wilcke, K. Fleischbein, C. Valarezo y W. Zech 2006. Dissolved Nitrogen, Phosphorus, and Sulfur Forms in the Ecosystem Fluxes of a montane forest in Ecuador. *Biogeochemistry* 77: 57–89

Gomez–Peralta, D., S. F. Oberbauer, M. E. McClain y T. E. Philippi. 2008. Rainfall and cloud–water interception in tropical montane forests in the eastern Andes of Central Peru. *Forest Ecology and Management*, 255(3–4), 1315–1325

González–Cózatl, F. X., D. S. Rogers y E. Arellano Arenas. 2009. Diversidad críptica en la CNMA: descubriendo nuevas especies de roedores mexicanos. 60 años de la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología, UNAM. Aportaciones al Conocimiento y Conservación de los Mamíferos Mexicanos (pp. 55–64).

González–Espinosa, M., J.A. Meave, N. Ramírez–Marcial, T. Toledo–Aceves, F.G. Lorea–Hernández y G. Ibarra–Manríquez. 2012. Los bosques de neblina en México: conservación y restauración de su componente arbóreo. 21: 36–52.

Goodrich, L. J., y J.P. Smith. 2008. Raptor migration in North America. Pp. 37–153. In: K.L. Bildstein, J.P. Smith, E. Ruelas Inzunza, y R.R. Veit (eds.), *State of North America's Birds of Prey. Series in Ornithology* 3. Nuttall Ornithological Club, Cambridge, MA, and American Ornithologist's Union, Washington, DC.

Gunatilleke, H. y U. Chakravorty. 2003. Protecting Forests Through Farming. *Environmental and Resource Economics* 24: 1–26

Guzmán, G. 1997. Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina, CONABIO, Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz

Guzmán, G., 1999. Las especies del género *Psilocybe* conocidas en Veracruz. *Acta Botánica Mexicana* 49: 35–46

Guzmán, G. 2008. Análisis de los estudios sobre los macromycetes de México. *Revista Mexicana de Micología*. 28: 7–15

Guzmán, G. 2011. La diversidad de los hongos del género *Psilocybe*. Pp: 33–40. En: CONABIO. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

Guzmán–Guzmán, S. y A. Méndez, 1993, Comercio de fauna silvestre (mascotas) en Xalapa, Veracruz, Memorias del XI Simposio sobre fauna silvestre, UNAM/Gobierno del Estado de Tabasco/YUMKA, pp: 266–277

Guzmán–Guzmán, S., J. E. Morales–Mávil y E. O. Pineda Arredondo. 2011. Anfibios. En: CONABIO. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. Pp: 517–529

Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*, John Wiley and Sons, New York, vol. 1: XV+600+90, 2: VI+601–1181+90.

Hafner, M.S., Light, J.E., Hafner, D.J., Brant, S.V., Spradling T.A. y J.W. Demastes. 2005. Cryptic species in the Mexican pocket gopher *Cratogeomys merriami*. *Journal of Mammalogy* 86: 6

Hamilton, L.S. 1995. Mountain cloud forest conservation and research: A synopsis. *Mountain Research and Development* 15: 259–266.

Hamilton, L.S., Juvik, J.O., Scatena, F.N. (Eds.). 1995. *Tropical Montane Cloud Forests*. Ecological Studies, vol. 110. Springer, Verlag, New York, pp. 1–16

Hamilton, L.S., J.O. Juvik y F.N. Scatena. 1993. *Tropical Montane Cloud Forest*. Proceedings of an international Symposium, San Juan Puerto Rico.

Hanken, J. y D. B. Wake, D. B. 1998. Biology of the tiny animals: Systematics of the minute salamanders (Thorius: Plethodontidae) from Veracruz and Puebla, Mexico, with descriptions of five new species. *Copeia* 1998 (2): 312–345

Hannah L., M. Ikegami, D. G. Hole, C. Seo, S. H. M. Butchart, A. T. Peterson y P. R. Roehrdanz. 2013. Global Climate Change Adaptation Priorities for Biodiversity and Food Security. *PLoS ONE* 8(8): e72590.

Harrison, D., J. Opperman y B. Richter. 2007. Can hydropower be sustainable? *International Water Power & Dam Construction*. October. 22–25

Hayes, T.B. P. Falso, S. Gallipeau y M. Stice. 2010. The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's perspective. *Journal of Experimental Biology* 213: 921–933

Heredia Abarca, G., R. M. Arias Mota y S. A. Gómez Cornelio. 2011. Hongos microscópicos: especies en restos vegetales y del suelo. En: CONABIO. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. Pp: 41–49.

Hernández, A., C. A. Delfín Alfonso y V. Sosa Fernández. 2011. Análisis regional de las principales amenazas para las especies de mamíferos de Veracruz incluidas en la NOM–059–SEMARNAT–2010–2001 En: Cruz–Angón et ál. (eds.) Biodiversidad Veracruzana. CONABIO México, D. F.

Hernández–Baños, B. E., A. T. Peterson, A. G. Xavarró–Siguenza y B. P. Escalante–Pliego. 1995. Bird faunas of the humid montane forests of Mesoamerica: biogeographic patterns and priorities for conservation. *Bird Conservation International* 5:251–277

Hernández–Baz, F. 2001. La seda nativa: Un recurso potencial para el estado de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 3(2): 53–56.

Hernández–Baz, F. 2005. Índice Bibliográfico de la Fauna del Estado de Veracruz, México (Siglos XVI al XX) Universidad Veracruzana 180p. ISBN. 968–834–696–9

Hernández–Baz, F., y L. G. Iglesias Andreu. 2001. La diversidad del orden Lepidoptera en el estado de Veracruz, México: una síntesis preliminar. *Cuadernos de Biodiversidad*, (7), 7–10.

Hernández–Baz, F. y L. N. Quiroz–Robledo. 2001. La familia Uraniidae (Insecta: Lepidoptera) en el municipio de Xalapa, Veracruz, México. *Dugesiana* 8(2): 1–7. (ISSN: 1405–4094).

Hernández–Baz, F., J. E. Llorente–Bousquets, A. Luis–Martínez e I. Vargas–Fernández. 2010. Las Mariposas de Veracruz: guía ilustrada. Gobierno del Estado de Veracruz.

Hernández–Baz, F. 2011. Palomillas tigre (Insecta: Lepidoptera: Arctiidae). Pp. 677–682 + apéndices. En: La Biodiversidad de Veracruz, volumen II, A. Cruz Aragón (Coord). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del estado de Veracruz.

Hernández–Baz, F., González, J. M., y Vinson, S. B. 2012a. Ecology and Conservation of *Coreura albicosta* Draudt, 1916 (Lepidoptera : Erebidae : Arctiinae : Ctenuchina ), an Endemic Species of Mexico. *Southwestern Entomologist*, 37(3), 369–378.

Hernández–Baz, F., J. M. González, y P. Tamez–Guerra. 2012b. Geographical distribution of *Apeplopa mecrida* (Druce, 1889) (Erebidae: Arctiinae: Arctiini: Euechroina) with notes about its natural history. *Journal Lepidopterists' Society* 66(4): 225–229

Hernández–Baz, F., R. Coates, J.A. Teston y J. M. González. 2013. *Scena propylea* (Duce) (Lepidoptera: Erebidae) an endemic species of México. *Neotropical Entomology* 42:246–251

Hernández–Ladrón de Guevara, O. R. Rojas–Soto, F. López–Barrera, F. Puebla–Olivares y C. Díaz–Castelazo. 2012. Dispersión de semillas por aves en un paisaje de Bosque Mesófilo en el centro de Veracruz, México: Su papel en la restauración pasiva. *Revista Chilena de Historia Natural*. 85 (1): 89–100.

Hernández–Ortiz, V. 2011. Invertebrados. En: La Biodiversidad de Veracruz, volumen II, A. Cruz Aragón (Coord). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del estado de Veracruz. Pp: 213–216

Holwerda, F., L.A. Bruijnzeel, L.E. Muñoz–Villers, M. Equihua, H. Asbjornsen. 2010. Rainfall and cloud water interception in mature and secondary lower montane cloud forests of central Veracruz, Mexico. *Journal of Hydrology* 384: 84–96

Hosttetter, S. 2002. Tropical montane cloud forests: a challenge for conservation. *Bois et Forêts des Tropiques* 274 (4), 19–31.

Ina, P., A. Bruce y D. Jeff. 2013. Monitoring payments for watershed services schemes in developing countries. *Munich Personal RePEc Archive* pp. 1–36

INECC. 2013. El sector privado y el cambio climático. Instituto de ecología y Cambio climático. Disponible en: [http://cambio\\_climatico.inec.gob.mx/sectprivcc/mercado\\_bono\\_carbono.html](http://cambio_climatico.inec.gob.mx/sectprivcc/mercado_bono_carbono.html). REvisado: Agosto 2013.

INEGI. 2005. Anuario Estadístico de los Estados Unidos. Mexicanos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2012. El sector alimentario en México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México

IPCC. 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change

Isasi–Catalá, E. 2011. Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en la ecología de la conservación. *Interciencia* 36 (1): 31 – 38

IUCN .2013a. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org>. Consultado: 2 Julio. 2013.

IUCN . 2013b. Amphibians. Geographic patterns. Disponible en <http://www.iucnredlist.org/initiatives/amphibians/analysis/geographic-patterns>. Consultado: octubre. 2013

Jax, K., D. N. Barton, K.M.A. Chan, R. de Groot, U. Doyle, U. Eser, C. Görg, E. Gómez–Baggethun, Yuliana Griewald k, Wolfgang Haber l, Roy Haines–Young, U. Heink, T. Jahn, H. Joosten, L. Kerschbaumer, H. Korn, G. W. Luck, B. Matzdorf, B. Muraca, C. Neßhöver, B. Norton, K. Ott, M. Potschin, F. Rauschmayer, C. von Haaren, S. Wichmann. 2013 Ecosystem services and ethics. *Ecological economics* 93: 260–268.

Johansson, P.–O. 1987. *The Economic Theory and Measurement of Environmental Benefits*. Cambridge University Press.

Juárez–Romero, E. 2011. Situación actual y potencial para establecer plantaciones dendroenergeticas en Cinco Palos municipio de Coatepec, Veracruz. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Xalapa

Joque, M., M.P.M. Vanhove, T.J. Creedy, O. Burdekin, J.M. Nuñez–Miño y J. Casteels. 2013. Jewel scarabs (*Chrysina* sp.) in Honduras: Key species for cloud forest conservation monitoring? *Journal of Insect Science* 13 (21): 1–18

Karp et ál. 2013. Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield. *Ecology letters*. doi: 10.1111/ele.12173

Koleff, P. y T. Urquiza–Haas (coords.). 2011. Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México

Komar, O. 2006. Ecology and conservation of birds in coffee plantations: a critical review. *Bird Conservation International* 16:1–23.

Kreimer, A. et ál. 1999. Managing disaster risk in Mexico Market Incentives for Mitigation Investment. World Bank Disaster Management Facility.

Lambeck, R. 1997. Focal species: A multi–species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology* 11: 849–856.

Lambert–Izquierdo, L. 2000. Anfibios y reptiles de la reserva ecológica Pancho–Poza, municipio de Altotonga, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología–Xalapa. Universidad Veracruzana.

Lambooy, T. y Y. Levashova. 2011. Opportunities and challenges for private sector entrepreneurship and investment in biodiversity, ecosystem services and nature conservation, *International Journal Science, Ecosystem Services & Management*, 7:4, 301–318

Larsen, F.W., W. R. Turner y T. M. Brooks. 2012. Conserving Critical Sites for Biodiversity Provides Disproportionate Benefits to People. *PLoS ONE* 7(5): e36971. doi:10.1371/journal.pone.0036971

Lennox, G. H. y P. R. Armsworth. 2013. The Ability of Landowners and Their Cooperatives to Leverage Payments Greater Than Opportunity Costs from Conservation Contracts. *Conservation Biology* 27(3): 625–634

Lips, K.R., J.R. Mendelson, A. Muñoz–Alonso, L. Canseco–Márquez y D.G. Mulcahy. 2004. Amphibian population declines in montane southern Mexico. *Biological Conservation*. 119: 555–564.

Long, A. J. 1995. The importance of Tropical Montane Cloud Forests for endemic and threatened birds. *Tropical Montane Cloud Forests Ecological Studies* 110, 79–106.

López, A. 2012. Deforestación en México: un análisis preliminar. CIDE. México. 46 pp.

Lot, A. 2004. Flora y vegetación de los humedales de agua dulce en la zona costera del Golfo de México, M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (comps.), en *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*, vol. I, Instituto Nacional de Ecología, México, pp. 521–554.

Luis–Martínez, M. A., J. Llorente, I. Vargas y A. D. Warren. 2003. Biodiversity and biogeography of Mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea), *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 105 (1):209–224.

Luis–Martínez, A. L., J. Llorente Bousquets e I. Vargas Fernández. 2005. Una megabase de datos de mariposas y la regionalización biogeográfica de México. En: Llorente J. y J. J. Morrone (eds.). *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines: Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES. XII.I–CYTED)*. UNAM. Pp 269–294.

Luis–Martínez, M. A., J. E. Llorente–Bousquets, I. Vargas–Fernández y F. Hernández–Baz. 2011. Mariposas diurnas Papilionoidea y Hesperioidea (Insecta: Lepidoptera). 339–354 + apéndices. En: *La Biodiversidad de Veracruz*, volumen II, A. Cruz Aragón (Coord). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del estado de Veracruz.

Luna–Vega, I., Almeida, L., Villers, L., y Lorenzo, L. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del Bosque Mesófilo de Montaña de Teocelo, Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana*, 48, 35–63.

Luna Vega, I., O. Alcántara Ayala, D. Espinosa Organista. y J. L. Morrone. 1999. Historical relationships of the Mexican cloud forests: a preliminary vicariance model applying Parsimony Analysis of Endemicity to vascular plant taxa. *Journal of Biogeography*, 26(6), 1299–1305.

Luna–Vega, I., J.J. Morrone, O. Alcántara Ayala y D. Espinosa Organista. 2001. Biogeographical affinities among Neotropical cloud forests. *Plant Systematics and Evolution* 228: 229–239.

Luna–Vega, I., O. Alcántara–Ayala, R. Contreras–Medina y A. Ponce–Vargas. 2006. Biogeography, current knowledge and conservation of threatened vascular plants characteristic of Mexican temperate forests. *Biodiversity and Conservation*. 15: 3773–3799.

M. A. (Milleniun Ecosystem Assesment). 2003. *Ecosystems and human well–being: Current state and trends*. Washington, DC: Island Press.

M. A. (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and human well–being: Current state and trends*. Washington, DC: Island Press.

Maginnis, S. y W. Jackson. 2003. The Role of Planted Forests in Forest Landscape Restoration. En: UNFF Intersessional Experts Meeting on the Role of Planted Forests in Sustainable Forest Management. Pp: 87–98

Manson, R. H. 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. *Maderas y Bosques*, 10, 3–20.

Manson, R. H., V. Hernández–Ortiz, S. Gallina y K. Mehltreter. 2008. Agrosistemas cafetaleros de Veracruz. *Biodiversiad, manejo y conservación*. INECOL, México.

Margules, C., y S. Sarkar. 2009. Planeación sistemática de la conservación. UNAM–CONABIO. , México

Márquez–Ramírez, W. y J. Márquez–Ramírez. 2009. Municipios con mayor biodiversidad de Veracruz. 11: 43–50. *Foresta Veracruzana*.

Martín–López B, Iniesta–Arandia I, García–Llorente M, Palomo I, Casado–Arzuaga I, et ál. 2012. Uncovering Ecosystem Service Bundles through Social Preferences. *PLoS ONE* 7(6): e38970. doi:10.1371/journal.pone.0038970

Martínez, M. L., O. Pérez–Maqueo, G., Vázquez, G., Castillo–Campos, J., García–Franco, K., Mehltreter, M., Equihua y R. Landgrave. 2009. Effects of land use change on biodiversity and ecosystem services in tropical montane cloud forests of Mexico. *Forest Ecology and Management*, 258(9), 1856–1863.

Martínez–Salinas, A. y F. DeClerk. 2010. El papel de los agroecosistemas y bosques en la conservación de aves dentro de corredores biológicos. *Mesoamericana* 14 (3): 35–41

Masera, O. R., G. Guerrero, A. Ghilardi, A. Velázquez, J. F. Mas, M. J. Ordoñez, R. Drigo y M. A. Trossero. 2003. Fuelwood “Hot spots” in Mexico :a case study using WISDOM –Woodfuel Integrated Supply–Demand Overview Mapping. *FAO*.

McCarter P.S. y C. E. Hughes. 1984. *Liquidambar styraciflua* L.– A species of potential for the Tropics. *Commonw. For. Rev.* 63 (3): 207–216

McGeoch M.A. y Chown S.L. 1998. Scaling up the value of bioindicators. *Trends in Ecology and Evolution* 13: 46–47.

McNeely, J.A., Miller, K.R., Reid, W.V., Mittermeier, R.A. y T.B. Werner, 1990, *Conserving the world’s biological diversity*, IUCN, Gland, Switzerland, WRI, CI, WWF–US, and the World Bank, Washington, D.C., 193 pp.

Medel, R. 2007. Especies de ascomicetes citados de México IV: 1996–2006. *Revista Mexicana de Micología*. 25: 69–76.

Medel R. y S. Chacón. 2011. Morillas, gachupines, trufas y hongos relacionados (Ascomicetes). En: CONABIO. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C.

Medina–Chena, A., T. E. Salazar Chimal y J. L. Álvarez Palacios. 2011. Fisiografía y suelos. Pp: 30–42. En: Florescano, E. y J. Ortiz Escamilla. *Atlas del patrimonio Natural, Histórico y Cultural de Veracruz*. Tomo I. Patrimonio Natural. Gobierno del Estado de Veracruz.

Mendoza–González, G., M.L. Martínez, D. Lithgow, O. Pérez–Maqueo y P. Simonin. 2012. Land use change and its effects on the value of ecosystem services along the coast of the Gulf of Mexico. *Ecological Economics* 82 (2012) 23–32.

Merino, L. 2006. Agua, bisques y participación social. La experiencia de la comunidad San Pedro Chichila, Guerrero. *Gaceta Ecológica*. (80): 33–49

Metzger, M.J., Rounsevell, M.D.A., Acosta–Michlik, L., Leemans, R., Schroter, D., 2006. The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture Ecosystems and Environment* 114: 69–85.

Millard, E. 2011. Incorporating agroforestry approaches into commodity value chains. *Environmental Management* 48:365–377

Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México –V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río de las Balsas. *Revista de la sociedad Mexicana de Historia Natural* 8: 95–113.

- Miranda y A. J. Sharp. 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of Eastern Mexico, *Ecology*, 31(3):313–333
- Mitchell, D. y T. Hobby. 2010. From Rotations to Revolutions: Non-timber Forest Products and the New World of Forest Management. *Journal of Ecosystems and Management, North America* 11 (1–2): 27–38.
- Moguel P. y V. M. Toledo. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13: 1–12.
- Montaño, N. M., Alarcón, A., Camargo–Ricalde, S. L., Hernández–Cuevas, L. V., Álvarez–Sánchez, J., González–Chávez, M. D. C. A y R. Ferrera–Cerrato. 2012. Research on arbuscular mycorrhizae in Mexico: an historical synthesis and future prospects. *Symbiosis* 57 (3): 111–126.
- Montejo Díaz, J. y A. McAndrews. 2006. Listado de las Aves de Veracruz, México. Boletín de Divulgación No.1 Endémicos Insulares A.C. 28 pp.
- Monterroso–Rivas, A. I., J. D. Gómez–Díaz y J. A. Tinoco–Rueda. 2013. Bosque Mesófilo de Montaña y escenarios de cambio climático: una evaluación en Hidalgo, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 19(19): 29–43
- Moore, F.R. y F. Spina. 1999. Stopover ecology of migrant landbirds. Pp. 801–802. En: Adams, N.J. & Slotow, R.H. (eds.) *Proceedings of the 22th International Ornithology Congress, Durban, Johannesburg. BirdLife South Africa*.
- Moore, F.R., M.S. Woodrey, J.J. Buler, S. Woltmann, T.R. Simons. 2005. Understanding the stopover of migratory birds: a scale dependent approach. *Forest Service Gen. tech. Rep. PSW–GTR–191*.
- Morales–Mávil, J.E., J.T., Villa–Cañedo, S.H., Aguilar y L. Barragán, 1997, Mortalidad de vertebrados silvestres en una carretera asfaltada de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México, *La Ciencia y El Hombre* 27: 7-23.
- Morón, M. A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología– Soc.Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 204p.
- Morón, A. y C. V. Rojas–Gómez. 2011. Escarabajos de mayo y mayates (Insecta: Coleoptera: Melolonthidae). Pp: 391-397+ apéndices. En: *La Biodiversidad de Veracruz, volumen II, A. Cruz Aragón (Coord). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del estado de Veracruz*.
- Morón, M. Á. y J. Márquez. 2012. Nuevos registros estatales y nacionales de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) y comentarios sobre su distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83 (3): 698–711.
- Mulligan, 2010. Modelling the tropics–wide extent and distribution of cloud forest and cloud forest loss, with implications for conservation priority. In: Bruijnzeel, L.A., Scatena, F.N., Hamilton, L.S. (Eds.), *Tropical Montane Cloud Forests Science for Conservation and Management*. Cambridge University Press, UK.
- Muñoz–Piña, C., A. Guevara, J. M. Torres y J. Braña. 2008. Paying for the hydrological services of Mexico's forests. *Ecological Economics* 65: 725–736
- Muñoz–Villers L.E. y J. López–Blanco. 2008. Land use/cover changes using landsat tm/etm images in a tropical and biodiverse mountainous area of central–eastern Mexico. *International Journal of Remote Senses* 29:71–93.
- Muñoz–Villers, L.E., M. Equihua, C. Tobón, y F. Gutiérrez–Mendieta. 2011. Efectos del uso de suelo en la hidrología de cuencas de montaña del centro oriente de México. En: *Retos de la Investigación del Agua en México*. U. Oswald Spring, I. Sánchez Cohen, R. Pérez, A. Martín, J. Garatuzza, E. Gómez y C. Watts (Eds.)(UNAM–CRIM, RETAC, CONACYT, Cuernavaca–Morelos, México). Pp. 754. ISBN: 78–3–926979–81–0.
- Muradian, R., M. Arsel, L. Pellegrini, F. Adaman, B. Aguilar, B. Agarwal, E. Corbera, D. Ezzine de Blas, J. Farley, G. Froger, E. García–Frapolli, E. Gómez–Baggethun, J. Gowdy, N. Kosoy, J. F. Le Coq, P. Leroy, P. May, P. Méral, P. Mibielli, R. Norgaard, B. Ozkaynak, U. Pascual, W. Pengue, M. Perez, D. Pesche, R. Pirard, J. Ramos–Martin, L. Rival, F. Saenz, G. van Hecken, A. Vatn, B. Vira y K. Urama, 2013. Payments for Ecosystem Services and the fatal attraction of win–win solutions. *Conservation Letters* \* 1–6
- Murrieta–Galindo, R., A. González–Romero, F. López–Barrera y G. Parra–Olea. 2013. Coffee agrosystems: an important refuge for amphibians in central Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems*. 87 4): 767-779
- Myers, N. 1997. The world's forests and their ecosystem services. In: G. Daily, ed. *Natures Services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press. Washington, D.C. p:215–235.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity *hotspots* for conservation priorities. *Nature* 403 : 853–858.
- Natural Capital Project. 2012. InVEST models. Disponible en: <http://www.naturalcapitalproject.org/models/models.html>. Consultado. Agosto 2013.
- Navarro, S., A.G., E.A. García–Trejo, A.T. Peterson y V. Rodríguez–Contreras. 2004, Aves, en A.J. García–Mendoza, M.J. Briones–Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca, Instituto de Biología, UNAM/Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/World Wildlife Fund, México*, pp. 391-421.

Newton, I. 2008. *The migration ecology of birds*. Academic Press. Londres.

Ochoa–Ochoa, L. M. y O.A. Flores–Villera, 2006, Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana, UNAM/Conabio, México, 211 pp.

Ochoa-Ochoa L, Urbina-Cardona JN, Vázquez L-B, Flores-Villera O, Bezaury-Creel J (2009) The Effects of Governmental Protected Areas and Social Initiatives for Land Protection on the Conservation of Mexican Amphibians. *PLoS ONE* 4(9): e6878. doi:10.1371/journal.pone.0006878

Ortiz–Pulido R y R. Díaz. 2001. Distribución de colibríes en la zona baja del centro de Veracruz, México. *Ornitología Neotropical*, 12: 297–317

Parra–Olea, G., S. M. Rovito, L. Márquez–Valdelamar, G. Cruz, R. Murrieta–Galindo y D. B. Wake. 2010. A new species of Pseudoeurycea from the cloud forest in Veracruz, México. *Zootaxa* 2725: 57–68

Pearce, D. 1998. Auditing the Earth: The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 40:2, 23–28

Pearce, D. 2007. Do we really care about Biodiversity? *Environment and Resource Economics* 37:313–333

Pereyra D., D. y J. A. Pérez S. 2008. Hidrología de superficie y precipitaciones intensas 2005 en el estado de Veracruz. En: A. Tejeda Martínez y C. Welsh. Rodríguez. *Inundaciones 2005 en el estado de Veracruz*. Universidad Veracruzana. México. Pp: 81–99

Perez-Higareda, G. y L. D. Navarro. 1980. The faunistic districts of the low plains of Veracruz, Mexico, based on reptilian and mammalian data. *Bulletin of the Maryland Herpetology Society*. 16: 54–69.

Pérez-Higareda G, López-Luna MA & Smith HM. 2007. Serpientes de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México. *Guía de Identificación Ilustrada*. Instituto de Biología, UNAM. 189pp.

Pérez–Maqueo, O. L. Muñoz–Villers, G. Vázquez, M. Equihua Zamora y P. León Romero. 2011. Hidrología. En: CONABIO. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. Pp: 289–292

Perfecto I., R. Rice, R. Greenberg y M. van der Voort. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46: 598–608.

Perfecto, I., J. Vandermeer, P. Hanson & V. Cartin. 1997. Arthropod diversity loss and the transformation of a tropical agroecosystem. *Biodiversity and Conservation* 6: 935–945

Perfecto, I., I. Armbrrecht, S. M. Philpott, L. Soto–Pinto y T. V. Dietsch. 2007. Shaded coffee and the stability of rainforest margins in northern Latin America. En T. Scharntke, C. Leuschner, M. Zeller, E. Guhardja and A. Bidin (eds.) *The stability of tropical rainforest margins, linking ecological, economic and social constraints of land use and conservation*, Springer Verlag Berlin, pp 227–263.

Persha, L., A. Agrawal y A. Chhatre. 2011. Social and Ecological Synergy: Local Rulemaking, Forest Livelihoods, and Biodiversity Conservation. *Science*, 331:1606–1608.

Personal, M., Archive, R., Ina, P., Bruce, A., & Jeff, D. 2013. Monitoring payments for watershed services schemes in developing countries

Peterson, A. T., L. S., Egbert, V. Sánchez–Corderoy K. P. Price. 2000. Geographic analysis of conservation priority : endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biological Conservation*, 93, 85–94.

Pineda, E. y G. Halffter. 2004. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation* 117:499–508.

PLADEYRA. 2002. Asesoría sobre el Potencial de recarga de acuíferos y estabilización de ciclos hidrológicos de áreas forestadas. Cuenca del Río Gavi-lanes, Coatepec, Ver. PLADEYRA, S.C.

Ponce–Reyes, P., V.H. Reynoso Rosales, J.E.M. Watson, J. VanDerwal, R.A. Fuller, R. L. Pressy, H.P. Possingham. 2012. Vulnerability of cloud forest reserves in Mexico to climate change. *Nature Climate Change* 2: 448–452.

Ponce-Reyes, R., Nicholson, E., Baxter, P. W. J., Fuller, R. a., y H. Possingham. 2013. Extinction risk in cloud forest fragments under climate change and habitat loss. *Diversity and Distributions*, 19(5-6), 518–529.

Ponette–González, A. G. K. C. Weathers y L. M. Curran. 2010a. Tropical land–cover change alters biogeochemical inputs to ecosystems in a Mexican montane landscape. *Ecological Applications*, 20 (7), 1820–1837.

Ponette–González, A. G., K. C. Weathers y L. M. Curran. 2010b. Water inputs across a tropical montane landscape in Veracruz, Mexico: synergistic effects of land cover, rain and fog seasonality, and interannual precipitation variability. *Global Change Biology*, 16(3), 946–963.

Pounds, J. A., M. P. L. Fogden, y J. H. Campbell. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398:611–615.

Postel, S.L., y B. H. Thompson, 2005. Watershed protection: capturing the benefits of nature's water supply services. *Natural Resources Forum* 29: 98–108.

Price, Martin F, Georg Gratzler, Lalisa Alemayehu Duguma, Thomas Kohler, Daniel Maselli, and Rosalaura Romeo (ed.) 2011. Mountain Forests in a Changing World – Realizing Values, addressing challenges. FAO/MPS, SDC. Rome.

Puig, H. 1976. Végétation de la Huasteca, Mexique. Mission Archéologique et Ethnologique Française au Mexique, México, 531 pp.

Ramírez–Barahona, S., I. Luna–Vega y D. Tejero–Díez, D. 2011. Species richness, endemism, and conservation of American tree ferns (Cyatheales). *Biodiversity and Conservation*, 20(1), 59–72.

Ramírez–Bautista, A. y A. Nieto–Montes de Oca, 1997, Ecogeografía de anfibios y reptiles, en S.E. González, R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.), *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM, México, pp. 524–532

Rangel–Salazar, J.L., P.L. Enríquez R. y T. Hill, 2005, Diversidad de aves en Chiapas: prioridades de investigación para su conservación. Pp. 265–296. En: González–Espinosa, M., N. Ramírez–Marcial, L. Ruiz–Montoya (eds.), *Diversidad Biológica en Chiapas*, El Colegio de la Frontera Sur/COCYTECH/Plaza y Valdés, México.

Rappole, J. 1995. The ecology of migrant birds. A neotropical perspective. Washington, D.C., Smithsonian Institution Press.

Rey Benayas, J. M., A. C. Newton, A. Diaz y J. M. Bullock. 2009. Enhancement of Biodiversity and Ecosystem Services by Ecological Restoration. *Science*. 325: 1121–1124.

Reynoso–Rosales, V.H., F. Mendoza–Quijano, C.S. Valdespino–Torres y X. Sánchez Hernández. 2005. Cap. 11. Anfibios y Reptiles. Pp: 241–260. En: J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.), *Biodiversidad del Estado de Tabasco*, Instituto de Biología, UNAM/Conabio, México.

Ricketts, T.H., E. Dinerstein, T. Boucher, T.M. Brooks, S.H.M. Butchart et ál. 2005. Pinpointing and preventing imminent extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102 : 18497–18501.

Robles de Benito, R. 2009. Las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre y el Corredor Biológico Mesoamericano México. CONABIO

Rös, M., F. Escobar, y G. Halffter. 2012. How dung beetles respond to a human–modified variegated landscape in Mexican cloud forest: a study of biodiversity integrating ecological and biogeographical perspectives. *Diversity and Distributions*, 18(4), 377–389.

Ruelas–Inzunza, E., S.W. Hoffman, L.J. Goodrich y R. Tingay. 2000. Conservation Strategies for the World's Largest Known Raptor Migration Flyway: Veracruz the River of Raptors, en Chancellor, R.D. y B.U. Meyburg (eds.), *Raptor at Risk*, WWGBP/Hancock House. British Columbia and Washington, pp. 591–595.

Ruelas–Inzunza, E., L. J. Goodrich y S. W. Hoffman. 2010a. North American population estimates of waterbirds, vultures and hawks from migration counts in Veracruz, México. *Bird Conservation International* 20:124–133

Ruelas–Inzunza, E., L.J. Goodrich, y S.W. Hoffman. 2010b. Cambios en las poblaciones de aves rapaces migratorias en Veracruz, México, 1995–2005. *Acta Zoológica Mexicana* 26: 495–525.

Rüger, N., Williams–Linera, G., Kissling, W. D., y A. Huth. 2008. Long-Term Impacts of Fuelwood Extraction on a Tropical Montane Cloud Forest. *Ecosystems* 11(6): 868–881

Ruiz–Jiménez, C. A., J. Meave y J. L. Contreras. 2000. El Bosque Mesófilo de la región de Huautla de Jiménez (Oaxaca), México: análisis estructural. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 65:23–37

Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los Bosques Mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25–44

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.

Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions of the University of Michigan Herbarium* 9:1–123.

SAGARPA. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado: agosto de 2013.

Sánchez, O., M. A. Pineda., H. Benítez., B. González. y H. Berlanga. 1998. Guía de identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México protegidos por la C.I.T.E.S. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)–Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D.F.

Sánchez–Cordero, V., P. Iloldi–Rangel, M. Linaje, S. Sarkar y A. T. Peterson. 2005. Deforestation and extant distributions of Mexican endemic mammals. *Biological Conservation* 126: 465–473

Sánchez–Ramos, G., R. Dirzo y M. A. Balcázar–Lara. 1999. Especificidad y herbivoría de Lepidoptera en el BMM de El Cielo. *Acta Zoologica Mexicana*. 78: 103–118

Sandoval–Comte, A., E. Pineda y J. L. Aguilar–López. 2012. In search of critically endangered species: the current situation of two tiny salamander species in the Neotropical Mountains of Mexico. *PLoS ONE* 7(4): e34023.

Santana y Graf. 2009. Planeación y gestión ambiental municipal en las regiones prioritarias de México. En: *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO

Santos–Barrera, G., L. Canseco–Márquez y L. Carrillo 2010. *Incilius cristatus*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Consultado: 2.VIII.2013

Sarkar, S. 1999. Wilderness Preservation and Biodiversity Conservation – Keeping Divergent Goals Distinct. *Bioscience* 49: 405 – 412

Savage, J. M. 1987. Systematics and distribution of the Mexican and Central American Rainfrogs of the *Eleutherodactylus gollmeri* group (Amphibia: Leptodactylidae). *Fieldiana* 33: 1–57

Scatena, F.N., Bruijnzeel, L.A., Bubb, P. y S. Das. 2010. Setting the stage. In: Bruijnzeel, L.A., Scatena, F.N., Hamilton, L.S. (Eds.), *Tropical Montane Cloud Forests Science for Conservation and Management*. Cambridge University Press, UK.

SEFIPLAN. 2013. Sistema de Información Municipal. Cuadernillos Municipales (Altotonga, Atzalan, Las Minas, Las Vigas, Tatatila, Tlacolulan, Villa Aldama). Subsecretaría de Planeación. Gobierno del Estado de Veracruz. México.

SEMARNAT. 2006. Manual del proceso de ordenamiento ecológico. SEMARNAT. México, 335 pp.

SEMARNAT. 2012. Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal (2012–2030). SEMARNAT. México.

Semmens, D. J., J. E. Diffendorfer, L. López–Hoffman y C. D. Shapiro. 2011. Accounting for the ecosystem services of migratory species: Quantifying migration support and spatial subsidies. *Ecological Economics* 70: 2236–2242

Seppelt R. C, F. Dormann, F. V. Eppink, S. Lautenbach y S. Schmidt. 2011. A quantitative review of ecosystem service studies: Approaches, shortcomings and the road ahead. *Journal of Applied Ecology* 48(3): 630–636

Statterfield, A.J., M.J. Crosby, A.J. Long y D.C. Wege. 1998. *Endemic Bird Areas of the World*, BirdLife International Series No. 7, Cambridge.

Stadtmüller, T. y N. Agudelo. 1990. Amounts and variability of cloud moisture input in a tropical cloud forest. *Int. Assoc. Hydrol. Sci. Publ.* 193, 25–32

Still, C.J., Foster, P.N. y S. H. Schneider. 1999. Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forests. *Nature* 398: 608–610.

Stuart, S. N. J.S. Janson, N.A. Cox, B.E. Young, S.L. Rodríguez, D.L. Fischman, R.W. Waller. 2004. Status and trends in of amphibian declines and extinction worldwide. *Science* 306: 1783–1785.

Taylor, L.O. y V. K. Smith. 2000. Environmental amenities as a source of market power. *Land Economics* 76 (4), 550–568

Tengberg, A. S. Fredholm, I. Eliasson, I. Knez, K. Saltzman y O. Wetterberg. 2012. Cultural ecosystem services provided by landscapes: Assessment of heritage values and identity. *Ecosystem Services* 2: 14–26.

Tejero–Díez, D., A. Torres–Díaz, J. Mickel, K. Mehltreter y T. Krömer. 2011. Helechos y licopodios. En: CONABIO. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. Pp: 97–115.

Tiza Arias, G. 2010. Propagación in vitro de las orquídeas *Dendrobium*, *Laelia anceps*, *Phalaenopsis* y *Sobralia xantholeuca*. Tesis de Licenciatura en



Ingeniero Químico Agrícola. Facultad de Ciencia. Universidad Veracruzana

Toledo Aceves, T. J. A. Meave, M. González–Espinoza y N. Ramírez–Marcial. 2011. Tropical montane cloud forests: current threats and opportunities for their conservation and sustainable management in Mexico. *Journal of Environmental Management* 92: 974–981.

Trejo D., R. Ferrera–Cerrato, R. García, L. Varela, L. Lara, A. Alarcón 2011. Efectividad de siete consorcios nativos de hongos micorrízicos arbusculares en plantas de café en condiciones de inver–nadero y campo. *Revista Chilena de Historia Natural* 84:23–31

Turner y Daily, 2008. The Ecosystem Services Framework and Natural Capital Conservation. *Environment and Resource Economics* 39:25–35

Uetz, P. 2000. Worldwide Diversity of Reptiles (as of June 2000), Disponible en <<http://www.reptile-database.org/db-info/diversity.html>> Consultado: Octubre 2013.

Underwood, E. C., M. R. Shaw, K. A. Wilson, P. Kareiva, K. R. Klausmeyer, M. F. McBride, M. Bode, S. A. Morrison, J. M. Hoekstra y H. P. Possingham. 2008. Protecting biodiversity when money matters: maximising return on investment. *PLoS One*, 1: e1515

Underwood, E. C., K. Klausmeyer, S. A. Morrison, M. Bode y M. R. Shaw. 2009. Evaluating conservation spending for species return: A retrospective analysis in California. *Conservation Letters* 2: 130–137

Vaca RA, Golicher DJ, Cayuela L, Hewson J, , M. Steininger. 2012. Evidence of Incipient Forest Transition in Southern Mexico. *PLoS ONE* 7(8): e42309. doi:10.1371/journal.pone.0042309

Vázquez Domínguez, O. 2011. Tree Ferns of Central Veracruz: Harvest and Conservation. Master of Arts Thesis. The University of Texas at Austin.

Valdez Tamez, V., P. Foroughbakhch y F. G. Alanías. 2003. Distribución relictual del Bosque Mesófilo de Montaña en el noreste de México. *Ciencia UANL*, VI(3), 360–365.

Vázquez Torres, M., J. Campos J. y A. Cruz P. 2006. Los helechos y plantas afines del Bosque Mesófilo de Montaña de Banderilla, Veracruz, México. *Polibotánica*, 22, 63–77

Vázques Torres, M., C. J. Carvajal Hernández y A. M. Aquino Zapata. 2011. Áreas Naturales Protegidas. Pp: 250–274. En: Florescano, E. y J. Ortiz Escamilla. Atlas del patrimonio Natural, Histórico y Cultural de Veracruz. Tomo I. Patrimonio Natural. Gobierno del Estado de Veracruz.

Venter, O., Laurance, W.F., Iwamura, T., Wilson, K.A., Fuller, R. & Possingham, H.P. 2009 Harnessing carbon payments to protect biodiversity. *Science* 326, 1368.

Venter . O., L. Hovani, M. Bode y H. Possingham. 2013. Acting optimally for biodiversity in a world obsessed with REDD+. *Conservation Letters* 00 (2013) 1–8

Vergara, C. H. y E. I. Badano. 2009. Pollinator diversity increases fruit production in Mexican coffee plantations: The importance of rustic management systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129(1–3), 117–123.

Viccon-Esquivel, J. 2009. Riqueza y composición florística de las epífitas vasculares del Bosque Mesófilo de Montaña de las localidades de Atzalan y Zongolica, Veracruz. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Veracruzana

Villaseñor, J. L. 2010. El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico–taxonómico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. México. 40 pp.

Vinciguerra, R., P. Lozano R., F. Hernández–Baz y J. M. González. 2011. Observation on *Athis thysanete* (Dyar, 1912) (Lepidoptera, Castniidae) from Mexico and comparative notes to other species in the family. *Biodiversity Journal* 2(4): 189–194.

Vogelman, H. M. 1973. Fog precipitation in the cloud forests of Eastern Mexico. *BioScience* 23(2): 96–100

Vovides, A. P., V. Luna y G. Medina. 1997. Relación de algunas plantas y hongos mexicanos raros, amenazados o en peligro de extinción y sugerencias para su conservación. *Acta Botánica Mexicana* 39: 1–42.

Vovides, A. P., J. A. González–Astorga y M. A. Pérez–Farrera. 2011. Nuestro conocimiento sobre la diversidad de las cícadas (Zamiaceae, Cycadales). En: CONABIO. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. Pp: 117–128

Wake, D.B, 1987, Adaptive radiation of salamanders in Middle American cloud forest. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 242-264

Williams–Línera, G. 2007. El Bosque Mesófilo de Montaña del centro de Veracruz: Ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO–Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.

Williams–Línera, G., M. Toledo–Garibaldi y C. Gallardo H. 2013. How heterogeneous are the cloud forest communities in the mountains of central Veracruz, Mexico? *Plant Ecology* 214 (5): 685-701

Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 2005. Mammal species of the world. Vol. 2. 3rd Edition. The John Hopkins University Press.

Wilson LD, Mata–Silva V, Johnson JD. 2013. A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure. *Amphibian & Reptile Conservation* 7(1): 1–47 (e61).

Young, B.E., S.N. Stuart, J.S. Chanson, N.A. Cox T.M. Boucher. 2004. Joyas que están desapareciendo: El estado de los anfibios en el Nuevo Mundo. Natu–reserve, Arlington, Virginia.

Zhang, Zhi–Quiang. 2011. Editorial. En: Z.–Q. Zhang. Animal biodiversity: An outline of higher–level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa Monograph*. Magnolia Press. Pp: 7–12

## VIII. ANEXOS

---

- Anexo I. Glosario
- Anexo II. Distribución y amenazas del BMM a nivel global y nacional
- Anexo III. Reseña estadística de los municipios incluidos en la Sierra de Las Minas
- Anexo IV. Inversión gubernamental detallada en la Sierra de Las Minas
- Anexo V. Políticas del POETB
- Anexo VI. Conceptos básicos de valoración de Servicios Ambientales
- Anexo VII. Modelado de servicios ecosistémicos de la Sierra de Las Minas
- Anexo VIII. Listado de especies amenazadas de la Sierra de Las Minas
- Anexo IX. Fichas técnicas de taxones focales: Anfibios y Aves

## ANEXO I. GLOSARIO

Este glosario contiene términos científicos básicos en ecología y legislación ambiental. Los términos están organizados por orden alfabético.

**Abiótico:** se usa para referirse a los elementos no vivos de un ecosistema o bioma. Ejemplos de elementos abióticos son el clima, los minerales del suelo, el agua, el oxígeno, el dióxido de carbono y el fuego.

**Anaeróbico:** que carece de oxígeno o que puede vivir en ausencia de este elemento.

**Ascomiceto:** tipo de hongo que se caracteriza por la presencia de órganos sexuales denominados "ascas"

**Aves migratorias neárticas:** aves que provienen de Norteamérica (E.U.A. – Canadá) y que pasan hasta la mitad o dos tercios de su ciclo de vida en México.

**Aves migratorias terrestres:** aves que no planean al vuelo, sino que vuelan haciendo paradas temporales entre la vegetación

**Anfibios:** animales vertebrados que pasan su vida entre el agua y la tierra, su piel desnuda tiene numerosas glándulas, cuyas secreciones ayudan a protegerla manteniéndola húmeda cuando se encuentran fuera del agua. Además de los pulmones, su piel actúa como órgano de respiración. Se agrupan en la clase Amphibia, que contiene tres tipos actuales: anuros (ranas y sapos), caudados (salamandras y titones) y gymnophiona (cecilas).

**Ascomicetos:** grupo o división de hongos que se distinguen por presentar estructuras reproductivas llamadas "ascas". Es el grupo de hongos más grande, a él pertenecen especies de importancia forestal y comercial, por ejemplo, las "colmenillas", del género *Morchella*.

**Biodiversidad:** variedad de la vida y las formas y fenómenos asociados a ella, lo que incluye (pero no se limita a) diversidad de genes, de especies y de ecosistemas.

**Biorremediación:** es cualquier proceso que utilice microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para retornar un ecosistema alterado por contaminantes a una condición original o deseable.

**Biotecnología:** es el tipo de tecnología que aprovecha y manipula los mecanismos e interacciones de los seres vivos para generar beneficios para el ser humano.

**Cambio climático:** aquel cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada en periodos de tiempo comparables. Este proceso que involucra un aumento en la temperatura mundial en el corto plazo debido a causas humanas.

**Categoría de riesgo:** las categorías de riesgo o conservación son parte de un sistema para clasificar a la especies de acuerdo al riesgo de que se extingan. Existen diferentes sistemas que agrupan categorías de riesgo para las especies, entre las más usadas en México están la NOM–059–SEMARNAT–2010 y los listados de la IUCN.

**Complejidad estructural:** característica de un ecosistema determinada en función del número de especies presentes, de sus abundancias respectivas y de sus interacciones entre ellas y de cómo se integran en el tiempo y el espacio.

**Deforestación:** acción que involucra la destrucción de la cubierta vegetal, contrario a reforestación.

**Diversidad alfa:** es la diversidad local, que indica el número de especies en un área pequeña en un momento definido.

**Diversidad beta:** medida de diferencia o recambio de especies de un hábitat a otro o de un momento a otro.

**Diversidad específica:** medida de la variedad de especies en un sitio dado. La diversidad de especies (a veces mencionada como "diversidad ecológica") es una faceta de la biodiversidad que se compone de la riqueza de especies y de la abundancia proporcional y equitativa. A menudo, la diversidad de especies es utilizada como un subrogado de biodiversidad.

**Diversidad genética:** variedad de características genéticas que posee una población determinada o una especie. A mayor diversidad genética, las especies tienen mayores probabilidades de sobrevivir a cambios en el ambiente.

**Ecoregiones prioritarias:** regiones con altos valores de biodiversidad y que deben ser incluidas en esquemas de conservación de manera urgente.

**Ecotono o zona de ecotonía:** región limítrofe entre dos ecosistemas distintos.

**Endémico:** que pertenece o es nativo a un sitio en particular. A menudo se usa para referirse a especies que han evolucionado en determinado sitio y no pueden encontrarse en ningún otro sitio en el mundo. Por ejemplo, si la especie se encuentra de manera natural en varios estados de México, se dice que es una especie endémica de México. Si la especie sólo se encuentra en los Bosques Mesófilos del Centro de Veracruz, se dice que es endémica de esa área.

**Endogamia:** reproducción entre individuos de ascendencia común; es decir, de una misma familia o linaje.

**Especie residente:** una especie de ave que no hace migraciones estacionales.

**Externalidades ambientales:** efectos externos y utilidades (o desutilidades) externas, o también como efecto vecindad (*neighborhood effect*) o efecto derrama (*spillover effect*), a los efectos económicos colaterales a las relaciones de las personas en un mercado, es decir que están fuera de este.

**Fidelidad ecológica (Alta fidelidad de sitio):** Grado de restricción de una especie a una situación en particular (i.e.: una especie que tiene una fuerte preferencia por una comunidad o que se restringe siempre a ella posee fidelidad ecológica), lo que establece diferentes categorías.

**Filo o Phylum:** jerarquía taxonómica que se ubica por debajo de la categoría "reino". Los principales grupos de seres vivos dentro de cada reino están definidos como filos, por ejemplo, los animales invertebrados con extremidades articuladas se ubican en el filo Arthropoda, que incluye a los insectos, los crustáceos y los arácnidos, entre otros.

**Fisonomía:** en ecología, hace referencia a la apariencia general de un ecosistema o de un paisaje.

**Fragmentación:** proceso complejo en el cual los fragmentos de vegetación se dividen, se separan entre sí y con ello ocurre la pérdida de hábitat de los organismos y la disminución de sus tamaños poblacionales.

**Fragmentos:** superficie de un ecosistema en particular delimitada en tamaño y forma .

**Geosistemas:** unidad conformada por un conjunto de entidades bióticas.

**Grupo focal:** en biología de la conservación, un grupo focal es aquel taxón que, después de diversos análisis, se concluye que debe ser protegido de manera enfática, ya que al conservarlo se genera una red de beneficios para diferentes aspectos de la biodiversidad de un sitio.

**Hábitat:** todas aquellas características ambientales (temperatura, cobertura de la vegetación, humedad, etc.) que se encuentran en un espacio geográfico y siempre hace referencia a un organismo.

**International Union of Conservation of Nature (IUCN):** organismo internacional dedicado a la conservación de los recursos naturales. También es una autoridad internacional para evaluar y asignar las categorías de riesgo de las especies de flora y fauna.

**Lignícolas:** organismos que se alimentan de madera. Se consideran un tipo de saprófitos.

**Mutualismo:** en ecología, es una relación entre organismos de especies diferentes en que ambos resultan beneficiados, por ejemplo, un árbol y los hongos que se encuentran en sus raíces y le ayudan a asimilar nutrientes.

**Neártico:** una de las ocho ecozonas terrestres que dividen la superficie de la Tierra. La ecozona del Neártico cubre la mayoría de Norteamérica, incluyendo Groenlandia y las montañas de México. Un taxón "neártico" es aquel cuyo patrón de distribución se ajusta a los territorios mencionados.

**Neotropical:** ecozona terrestre que incluye casi toda América del Sur, Centroamérica, Antillas, una parte de Estados Unidos y una parte de México.

**Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET):** instrumento legal relacionado con la planeación ecológica del territorio la cual debe hacer converger en el desarrollo regional bajo un esquema de sustentabilidad, en un espacio y tiempo determinados.

**Orografía:** la orografía se refiere la descripción de los patrones de elevación que existen en un territorio.

**Paisaje:** en ecología, se entiende por paisaje la unidad de agrupación en que ocurren varios ecosistemas a lo largo de un gradiente territorial.

**Pantropical:** se refiere a un área de ocurrencia geográfica. Para que una distribución de un taxón sea pantropical, debe aparecer en regiones tropicales en todos los continentes.

**Paserina:** ave perteneciente al orden Passeriformes, en el que incluyen tordos, cardenales y chipes.

**Polinización:** fenómeno por el cual las plantas vasculares llevan a cabo la reproducción sexual. Este fenómeno puede ser mediado por factores abióticos, como el viento o el agua o por actores bióticos, entre los que se encuentran insectos polinizadores (abejas, abejorros, moscas, escarabajos), colibríes o murciélagos.

**Prioridad alta:** un nivel de prioridad alto, se sugiere actuar de forma inmediata conforme a los esquemas de conservación mexicanos.

**Residentes reproductivas:** especies de aves que están presentes durante todo el año en determinada región y que se reproducen en ese sitio.

**Resiliencia:** capacidad del sistema de conservar su estructura y composición ante cualquier perturbación.

**Rizomorfo:** es una estructura varios tipos de hongo que tiene apariencia de raíz y está formado por un haz de hifas de consistencia correosa y con cierto grado de resistencia por engrosamiento de las paredes celulares.

**Saprófito:** cualquier organismo que se alimenta de los restos o desechos de otro ser vivo. Los hongos, varios tipos de insectos y la mayoría de las bacterias son organismos saprófitos.

**Servicios ambientales:** conjunto de condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los componen, sostienen y satisfacen a los seres humanos. Dentro de estos están, los servicios de polinización, control de la erosión, provisión de agua, entre otros.

**Sotobosque:** en ecología, área ubicada entre la superficie del suelo y el dosel, en que crecen hierbas y arbustos y ocurre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas y árboles jóvenes.

**Subrogado:** en ecología y biología de la conservación, un subrogado es un taxón o un factor abiótico que resume lo que ocurre en un parte del sistema al que pertenece, el cual suele ser imposible de medir directamente. Por ejemplo, las mariposas se suelen utilizar como subrogados de biodiversidad: si hay una alta variedad de mariposas en un sitio se interpreta que ese lugar tiene una biodiversidad destacable.

**Sucesión ecológica:** cambios naturales que ocurren en los ecosistemas en razón de sus mecanismos internos y que resulta en la sustitución de especies vegetales a lo largo de un periodo de tiempo hasta llegar a una etapa culmen o clímax.

**Taxón:** en biología, se refiere a un grupo de organismos perteneciente a una jerarquía determinada. Por ejemplo, si se enumeran diferentes especies de reptiles, se puede hacer referencia a ellos como "taxones" de reptiles.

**Taxonomía:** en biología, es el campo del conocimiento encargado de la clasificación de los seres vivos con base en sus relaciones de parentesco, a partir de los cuales se crean esquemas jerárquicos en que todos los seres vivos pueden ser ubicados. El sistema actual se compone de diversas categorías taxonómicas, entre las que se encuentran el reino, la familia, el género y la especie. Esta última categoría es la más importante, ya que define a las entidades que son el objeto de estudio de los seres humanos. El nombre científico de una especie siempre se compone de dos partículas que deben escribirse en cursivas.

**Tlaconete:** nombre común que se da a las salamandras en el estado de Veracruz.

**Uso de suelo:** se refiere al tipo de aprovechamiento que se hace de una unidad territorial. Este enfoque es utilizado en geografía económica y en aspectos que involucren el manejo de ecosistemas y recursos naturales.

ANEXO II.  
DISTRIBUCIÓN  
Y AMENAZAS  
DEL BMM A  
NIVEL GLOBAL  
Y NACIONAL

## A. Generalidades

El BMM es un tipo de ecosistema caracterizado por el alto nivel de humedad atmosférica. En estos bosques se efectúa retención hídrica por las raíces de la vegetación, lo que genera saturación de humedad en el suelo (Holwerda et ál., 2008; Gaberšcik y Murlis, 2011). A su vez, esto favorece a organismos anaeróbicos que se alimentan de la abundante materia orgánica procedente de los diferentes estratos del bosque, acidificando el suelo (Rzedowski, 2006; Cusak et ál. 2009). De esta forma, la humedad atmosférica constante junto a las temperaturas moderadas son factores clave para las dinámicas hidrológicas y biológicas propias de este ecosistema (Vogelman, 1973; Gómez-Peralta et ál. 2008). Esto favorece una estructura compleja en el hábitat y nichos ambientales diversos, con lo que los valores de biodiversidad son altos. Esta biodiversidad es expresada, entre otros aspectos, por el acervo genético, la riqueza de especies y la variedad y singularidad de relaciones ecológicas y fenómenos biológicos.

Una muestra de la alta biodiversidad de los BMM es que la mayoría de los grupos biológicos del planeta se encuentra en estos bosques con una gran variedad de especies. Por ejemplo, a nivel mundial se conocen aproximadamente 250,000 especies de plantas con flores, de las que aproximadamente 45,000 están presentes en los BMM neotropicales (Churchill, 1993). La pérdida de cualquier elemento biótico de los BMM implica un decremento en la cantidad y calidad de interacciones y fenómenos ecosistémicos.

Debido a la heterogeneidad local de estos bosques, han sido llamado de formas distintas, por ejemplo "bosque de neblina", "bosque caducifolio", "bosque de *Fagus*" o "bosque tropical húmedo de montaña", entre otras (Villaseñor, 2010). El nombre que se utilizará de manera preferente en este escrito es el de Bosque Mesófilo de Montaña, abreviado como BMM, por ser el término empleado en los documentos oficiales (INEGI, 2005).

Las características ambientales y fisiográficas óptimas para la existencia del BMM tienen valores muy estrechos, y son el resultado de condiciones selectivas que han existido por millones de años (Luna-Vega et ál. 1998). La especificidad de las características ambientales y fisiográficas requeridas la permanencia de los BMM actuales los hace proclives a ser afectados negativamente incluso por alteraciones mínimas.

“  
Una muestra de la alta biodiversidad de los BMM es que la mayoría de los grupos biológicos del planeta se encuentra en estos bosques con una gran variedad de especies.”



Figura A2.1. El patrón de archipiélago de los Bosques Mesófilos

## B. Distribución

El Bosque Mesófilo de Montaña es un ecosistema con distribución pantropical que se encuentra en regiones montañosas con un buen grado de conservación (Mapa A2.1). Usualmente se ubica a altitudes de entre 600 y 3000 metros. Ocupa las laderas montañosas de barlovento, lo que le proporciona la presencia continua de humedad en forma de precipitación vertical u horizontal (Challenger, 1998; Villaseñor, 2010).

La distribución espacial de los BMM presenta un patrón a manera de archipiélago (Challenger, 1998; Luna-Vega et ál. 2001), lo que indica discontinuidad y diferencias relevantes entre distintas regiones de BMM. Esas diferencias son una de las principales fuentes de biodiversidad, puesto que son el marco para procesos de especiación por aislamiento (Luna-Vega, et ál.1999; González-Cózatl et ál. 2009). Lo anterior explica en buena parte la alta proporción de especies que existen de manera exclusiva en los BMM.

A nivel mundial, el BMM ocupa entre el 2.5 y 14 % del total del área ocupada por los bosques tropicales del mundo (Bubb, et. ál. 2004; Mulligan, 2010; Scatena, et ál. 2010). La mayor proporción de Bosque Mesófilo se encuentra en Asia (43%; 92,676 km<sup>2</sup>) mientras que el 41% se encuentra en América (87,626 km<sup>2</sup>) y el 16% en África (34,328 km<sup>2</sup>) (Bubb et ál. 2004) (Mapa A2.1).

En América, el BMM se distribuye de manera discontinua en la zona tropical, que abarca desde el centro de México hasta el centro de Argentina (Luna-Vega et ál. 1988). La distribución extrema del Bosque Mesófilo de Montaña en la porción septentrional se encuentra en el estado de Tamaulipas y está rodeado principalmente por vegetación desértica. En el área austral se distribuye hasta Chile y el Noreste de Argentina (Luna-Vega, et ál. 2001; Bubb et ál. 2004).

En México, el Bosque Mesófilo de Montaña se distribuye en una amplia franja altitudinal: por arriba de los bosques tropicales más cálidos y secos y por debajo del bosque templado más seco (Miranda y Sharp, 1950; Hamilton et ál. 1993; González-Espinosa, et ál. 2012).

### C. Origen

Los fenómenos que han originado a los BMM son complejos. Se considera que los fragmentos remanentes de este tipo de bosque son de carácter relictual (Challenger, 1998; Luna-Vega et ál. 1988; Luna-Vega et ál. 2001; Valdez Tamez et ál. 2003), toda vez que los elementos biológicos característicos se originaron en diferentes periodos geológicos, desde el Cretácico hasta el Holoceno (Churchill et ál. 1993). El Bosque Mesófilo hospeda a una mezcla de elementos bióticos de dos orígenes diferentes: tropicales y árticos (Challenger, 1998), a lo que se añade el componente endémico (Luna-Vega et ál. 1999) Así, los BMM son ecosistemas en que convergen especies y fenómenos ecológicos cuyos orígenes se remontan a zonas más australes o más septentrionales, pero que por procesos geológicos, estocásticos y adaptativos ahora conforman una expresión biológica con una diversidad inusitada (Scatena et ál. 2010).



Figura A2.2. Las cícadas son uno de los elementos bióticos más antiguos de los Bosques Mesófilos



Source: Locations of tropical montane cloud forest sites as recorded in a worldwide inventory compiled by UNEP-WCMC and published in "A Global Directory of Tropical Montane Cloud Forests", Aldrich et al., 1997.

Mapa A2.1. Distribución global del Bosque Mesófilo de Montaña

## D. El estudio del Bosque Mesófilo de Montaña en México

El BMM comenzó a ser estudiado en nuestro país como un ecosistema con aspectos distintivos a partir de la década de 1940 por Faustino Miranda (1947). Los trabajos de Miranda y Sharp (1950), Rzedowski y McVaugh (1966), Puig (1976), Breedlove (1973) y Rzedowski (1996) reforzaron el concepto original.

Actualmente, además de la descripción florística de los BMM, los estudios de la abundancia y la diversidad de diferentes grupos en el BMM son usuales. Algunos de los grupos estudiados son hongos, insectos, anfibios, aves y mamíferos (Ortiz-Pulido y Díaz, 2001; Godínez-García et ál. 2004; Pineda y Halfpter, 2004; Arellano et ál. 2005; Vázquez et ál. 2006; Medel, 2007). Otros temas de estudio comprenden el desciframiento de los patrones de distribución y asociación de grupos biológicos característicos, el entendimiento de las asociaciones simbióticas, la dispersión de semillas, los aspectos sucesionales y de regeneración y la valoración de los servicios ambientales que proporciona este ecosistema (Alcántara et ál. 2002, William-Linera, 2007; Martínez et ál. 2009).

## E. Composición y Estructura del BMM en México

Los estudios del BMM en el país han permitido distinguir que este ecosistema tiene un dosel que alcanza una altura de entre 15 y 35m. En las copas de los árboles habitan una gran cantidad de epífitas, tales como bromelias, orquídeas y helechos, y en el suelo existe un sotobosque con abundantes hierbas y arbustos (Williams-Linera, 2007).

Algunos elementos arbóreos definen la fisonomía de los BMM mexicanos. Entre ellos están árboles de los géneros *Alnus*, *Carpinus*, *Carya*, *Cleyera*, *Clethra*, *Cornus*, *Dendropanax*, *Engelhardtia*, *Fagus*, *Ficus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Liquidambar*, *Magnolia*, *Miconia*, *Oreopanax*, *Ostrya*, *Persea*, *Pinus*, *Podocarpus*, *Quercus*, *Rhamnus*, *Styrax* y *Weinmannia*, entre otros (Rzedowski, 1978; Ruiz-Jiménez et ál. 2012). Algunos géneros de epífitas diversos son *Tillandsia*, *Peperomia*, *Polypodium* y *Dichaea* (Viccon-Esquivel, 2009), mientras que los helechos están representados por especies de géneros como *Asplenium*, *Elaphoglossum*, *Phlebodium* y *Vittaria*. Como no todos los elementos coinciden, cada fragmento de Bosque Mesófilo en México tiene una composición singular (Rzedowski, 1991; Ruiz-Jiménez et ál. 2000; Williams-Linera et ál. 2013). Esta mezcla compleja aunada al alto grado de endemismo, hace del BMM uno de los ecosistemas con mayor diversidad biológica en México (Bubb et ál. 2004). Así, los BMM de diferentes regiones de México tienen rasgos únicos de estructura y composición, que justifican la implementación de esfuerzos de conservación específicos (Acosta, 2004).

**Esta mezcla compleja aunada al alto grado de endemismo, hace del BMM uno de los ecosistemas con mayor diversidad biológica en México**



Figura A2.3. Arquitectura vegetal típica de un bosque mesófilo de montaña.

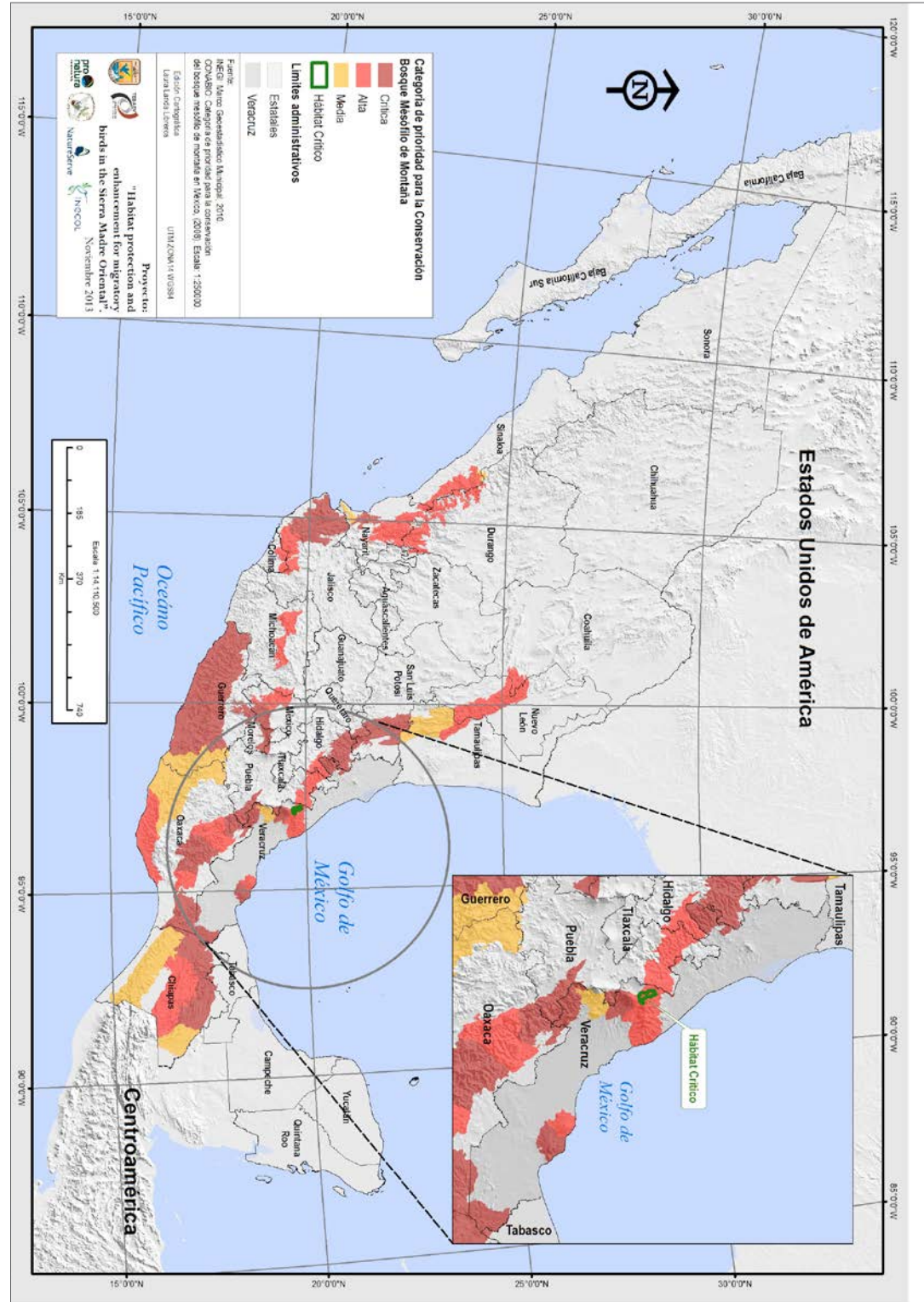
## F. Conservación del BMM en México

Pese a que existe una cantidad considerable de información generada respecto a la biodiversidad de los Bosques Mesófilos de México, aún existen grandes carencias de datos. Estas carencias se hacen mayores ante el grave embate que sufren los BMM, ya que la pérdida de superficie cubierta por este tipo de vegetación es constante y abrumadora.

Adicionalmente el mayor conocimiento de los BMM de México ha redundado en un aumento en el interés por su conservación y por su manejo racional, toda vez que se ha reconocido su importancia para la calidad de vida de las poblaciones humanas asociadas y para la producción agropecuaria de las zonas agrícolas que reciben su influencia.

Actualmente, el entendimiento de la relación entre el BMM y el ser humano ha ayudado a detectar las numerosas amenazas que enfrenta este ecosistema (urbanización, expansión de la frontera agrícola, cambio climático, extracción de flora y fauna silvestre). Entre las estrategias para aminorar las amenazas a las que se enfrentan los ecosistemas naturales está la designación de zonas en que se protegen diferentes expresiones de biodiversidad mediante diferentes reglamentos y políticas. En México, tales zonas se reúnen en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Sin embargo, hasta ahora las estrategias de conservación implementadas no han sido suficientes para proteger a este ecosistema, pues las amenazas incluso han incrementado su gravedad. Por ejemplo, se estima que el consumo de madera para leña en localidades que usan Bosques Mesófilos en Veracruz supera los 675 kg por persona y la tendencia es a aumentar debido a la demanda comercial (Rüger et ál. 2008).





MAPA SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN MÉXICO Y VERACRUZ

# ANEXO III. RESEÑA ESTADÍSTICA DE LOS MUNICIPIOS INCLUIDOS EN LA SIERRA DE LAS MINAS

Mapa A2.2. El Bosque Mesófilo de Montaña en México y su regionalización



## Diagnóstico socioeconómico por municipio

A continuación, se abordan brevemente las actividades económicas preponderantes en la zona de interés.

Actividades productivas del sector primario: para la caracterización económica del sector primario se sigue la clasificación del Plan de OET con base en rasgos productivos particulares. Se distinguen tres zonas: la alta (Las Vigas y Villa Aldama); la media (Altotonga, Las Minas, Tatatila y Tlacolulan) y la baja (Atzalan).

**Zona Alta.** El cultivo más importante es el maíz, seguido por papa, frijol y haba. En el caso del maíz, el rendimiento en los dos municipios de esta zona es mayor a 1.5 ha/ton, mientras que el de papa es de más de 13 ton/ha, con tendencia de aumento anual. Los cultivos de menor importancia son la avena, la alfalfa y la cebada.

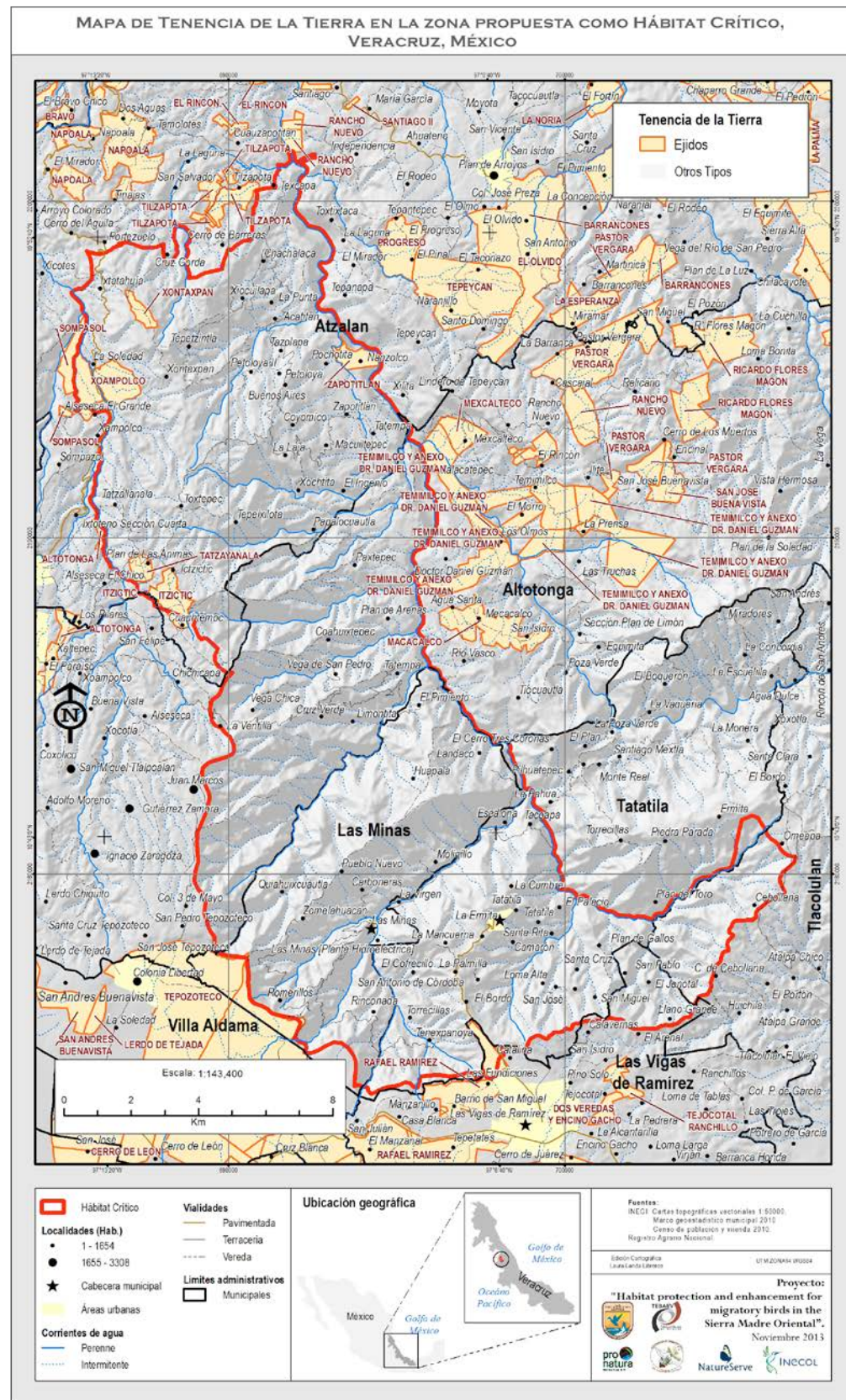
En cuanto a la actividad pecuaria, tanto el ganado ovino–caprino como el porcino tienen una presencia importante. La ganadería ovino–caprina ha disminuido en comparación con la década de 1970, pero sigue siendo importante. En cambio, el ganado porcino ha aumentado; simplemente en el municipio de Las Vigas, el número de cabezas en 1974 era de 3,600 mientras que en 1998 subió a 13,600 unidades. El ganado vacuno no ha sido especialmente importante en la región y disminuye cada año.

La actividad forestal es importante (plantaciones y extracción de pinos). En 1998 la extracción autorizada en Villa Aldama fue de 5,477.957m<sup>3</sup> y de 27,998 m<sup>3</sup> en Las Vigas.

**Existen algunos puntos estratégicos para el acopio y distribución de recursos básicos: cinco en Villa Aldama y cuatro en Las Vigas. Sin embargo, la mayor parte de los recursos son comercializados en el municipio de Perote.**

**Zona Media.** Destaca la producción de maíz, frijol y café. Mientras que el primero continúa como el principal cultivo del municipio de Tlacolulan, el segundo está en franca disminución en toda la zona. En los municipios de Altotonga, Las Minas y Tatatila el café se ha convertido en un cultivo cada vez más importante: de 1970 a 1990 el rendimiento fue al alza con los mayores valores presentando un incremento de 2 a 3 ton/ha. Adicionalmente, existen pequeños huertos de frutales como manzana, ciruela, pera y perón. La actividad pecuaria en los municipios de esta zona se ha desplomado, con disminuciones importantes en el número de cabezas de ganado bovino, ovino–caprino y porcino.

La actividad forestal es más destacable en los municipios de Altotonga y Tlacolulan, en donde los principales recursos forestales maderables son pino, encino y árboles hojosos.



Mapa A3.1. Tenencia de la tierra en la Sierra de Las Minas



Figura A3.1. Producción de maíz a baja escala y comercialización de hongos en la Sierra de Atzacan-Las Vigas

Zona baja. En 2009, los principales cultivos del municipio de Atzacan eran el café, el maíz y la naranja. En los últimos años ha existido una baja importante en el cultivo de maíz, mientras que el cultivo de naranja y otros cítricos (limón y toronja) ha repuntado. Aunque el cultivo del plátano no abarque una superficie importante, su rendimiento aumentó a partir de 1970, pasando de 12 ton/ha a 29 ton/ha en 1997. Actualmente, el cultivo de plátano presenta factores de riesgo relacionado con inundaciones y factores ambientales.

En cuanto a actividad pecuaria, hay diferencias con el patrón observable en las otras zonas, ya que el ganado bovino es el más importante, seguido del porcino y el ovino. El ganado caprino tiene valores marginales con respecto a los anteriores. Pese a estas diferencias, ha existido una reducción importante en el número de cabezas de ganado en el municipio a partir de la década de 1970.

Respecto a la agricultura, un punto en común en las tres zonas abordadas es la persistencia de cultivos tradicionales de variedades criollas. Aunque no se trata de una actividad que genere flujos importantes de dinero, sí desempeñan un papel como cultivos de subsistencia. Entre ellos destacan el frijol, el chayote, la calabacita, el chilacayote, diversas variedades de chile (ej. bolo, cascarrilla, jalapeño) y plantas arvenses usadas como verdolagas o para condimentar los alimentos.

Actividades productivas del sector secundario. Aunque las actividades del sector primario son las de mayor importancia en la zona de interés, a partir de la década de 1990 las actividades manufactureras, de servicios y de comercio han contribuido a la reducción del desempleo en los municipios de Altotonga, Atzalan y Tlacolulan. Por su parte, los municipios de Las Minas y Tatatila no han experimentado la misma tendencia, e incluso, las características fisiográficas y climáticas abaten las actividades del sector primario, lo que conduce a altos índices de marginación (Cuadro A3.1).

Como puede verse, las actividades productivas en la región son mínimas. Esto es de suma importancia debido a que se asocia a niveles de marginación altos o muy altos en los municipios de la Sierra de Las Minas. En el Cuadro 2 constatamos que las principales características sociodemográficas de la región de estudio (con datos generalizados por municipio) muestran que existen altos niveles de marginación. Acaso, en el municipio de Las Vigas de Ramírez, este nivel es disfrazado por la concentración de actividades económicas en la cabecera municipal. Sin embargo, el resto de las comunidades no tienen actividades económicas importantes que se traduzcan en elementos de desarrollo y calidad de vida. Esto también es notable en el mayor centro poblacional de la zona: Altotonga. Con alrededor de 19,000 personas, esta cabecera municipal influye en las actividades económicas regionales y en la presencia de centros distribuidores de bienes y servicios junto con Teziutlán en el estado de Puebla, y Misantla en el de Veracruz. Por tanto, existe un déficit importante en la estructura de la comercialización. Los centros de comercialización públicos principales comprenden a algunos mercados públicos y tianguis, junto con tiendas del sistema CONASUPO. La comercialización se realiza de manera preferente en Martínez de la Torre y Papantla, fuera del área de interés. Así, prácticamente no existen canales de comercialización adecuados para los productos que se generan en la zona de interés.

Sin embargo, dado que la mayoría de las localidades en esta área son menores a los 2,500 habitantes, quedan fuera de las principales actividades económicas. Por otro lado, ya que la presencia de ejidos es mínima en la zona, esto puede generar figuras de cooperación entre pequeños productores, lo que podría aprovecharse como medio para apuntalar proyectos productivos. Actualmente, existen diferentes iniciativas de microescala, entre las que se cuentan la producción de productos gourmet y el aprovechamiento de la belleza paisajística para iniciativas de turismo de naturaleza.



Figura A3.2. Queso fino de cabra producido en Rinconada, Mpio. Las Minas, Veracruz

Cuadro A3.1. Resumen de indicadores sociodemográficos de los municipios ubicados en la Sierra de Las Minas (SEFIPLAN, 2013)

| Municipio    | HABITANTES |        |        |        |      |       |      | EDUCACIÓN |          |            |              |       |     |     |
|--------------|------------|--------|--------|--------|------|-------|------|-----------|----------|------------|--------------|-------|-----|-----|
|              | Superficie |        |        | Total  | TCA  | Nac.  | Def. | P. I.     | Primaria | Secundaria | Bachillerato |       |     |     |
| Altotonga    | 328.7      | 29,014 | 31,382 | 60,396 | 1.27 | 2,179 | 272  | 2,596     | 5,099    | 5,077      | 1,709        | 1,698 | 656 | 786 |
| Atzalan      | 518.1      | 24,140 | 24,257 | 48,397 | 2.28 | 1,477 | 238  | 316       | 3,872    | 3,725      | 1,400        | 1,399 | 602 | 674 |
| Las Minas    | 50.6       | 1,468  | 1,429  | 2,897  | 0.55 | 124   | 15   | 41        | 332      | 289        | 75           | 71    | 20  | 13  |
| Las Vigas    | 99.7       | 8,889  | 9,069  | 17,958 | 3.89 | 569   | 99   | 31        | 1,430    | 1,357      | 420          | 507   | 159 | 199 |
| Tatatila     | 99.0       | 2,903  | 2,681  | 5,584  | 1.24 | 176   | 29   | 10        | 472      | 426        | 110          | 113   | 35  | 36  |
| Tlacolulan   | 136.8      | 5,189  | 5,110  | 10,299 | 1.94 | 336   | 43   | 67        | 997      | 860        | 311          | 261   | 94  | 121 |
| Villa Aldama | 51.4       | 5,333  | 5,518  | 10,851 | 2.73 | 396   | 57   | 120       | 991      | 974        | 294          | 278   | 73  | 53  |

| Municipio    | POBREZA |      |      |        | PEA POR SECTOR (%) |    |       |      |      |       |        |      |        |
|--------------|---------|------|------|--------|--------------------|----|-------|------|------|-------|--------|------|--------|
|              | Al.     | Cap. | Pat. | IDH1   | I.M.2              |    | Grado |      |      | Total |        |      |        |
| Altotonga    | 58.4    | 68.0 | 86.0 | 0.7024 | 0.5552             | A  | 1°    | 2°   | 3°   | N. E. | Total  | Des. | Total  |
| Atzalan      | 62.0    | 70.7 | 86.8 | 0.7033 | 0.9917             | MA | 42.7  | 28.0 | 28.8 | 0.4   | 20,594 | 278  | 20,872 |
| Las Minas    | 63.5    | 71.9 | 87.3 | 0.6639 | 1.1690             | MA | 67.9  | 8.6  | 23.3 | 0.02  | 15,840 | 361  | 16,201 |
| Las Vigas    | 23.5    | 31.6 | 54.8 | 0.7562 | -0.1142            | M  | 73.8  | 13.5 | 12.6 | 0.1   | 669    | 68   | 737    |
| Tatatila     | 52.0    | 61.7 | 81.8 | 0.6745 | 0.9480             | MA | 42.3  | 25.2 | 32.3 | 0.2   | 6,082  | 183  | 6,265  |
| Tlacolulan   | 55.8    | 64.9 | 83.1 | 0.6874 | 0.9545             | MA | 64.5  | 19.2 | 16.1 | 0.2   | 3,499  | 43   | 3,542  |
| Villa Aldama | 39.1    | 49.7 | 74.1 | 0.7279 | 0.2508             | A  | 54.3  | 18.6 | 26.3 | 0.08  | 3,179  | 75   | 3,254  |

Fuentes: SEFIPLAN. 2013. Cuadernillos Municipales. 1 Valores extremos de IDH: Alto  $\geq 0.8$ ; Medio  $0.5 \leq IDH < 0.8$ ; Bajo  $IDH < 0.5$ . Promedio México (2012) = 0.775. 2 Valores extremos del Índice de Marginación: mínimo = -1.52944; máximo = 2.2507. DF (2010) = -1.5294

ANEXO IV.  
INVERSIÓN  
GUBERNAMENTAL  
DETALLADA  
EN LA SIERRA  
DE LAS MINAS

| Municipio | Localidad         | OPO (Titulares) Ene-Feb 2012 | PJAM Ene-Feb 2013 | PAL Mayo-Junio 2013 | PDZP 2008-2013 | PVR 2012     | POP 2008-2013 |
|-----------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|--------------|---------------|
| Altoyonga | Coahuixtepec      | \$ 181,260.00                | \$ -              | \$ 5,550.00         | \$ 156,264.61  | \$ 60,000.00 | \$ -          |
| Altoyonga | Cruz Verde        | \$ -                         | \$ -              | \$ 2,220.00         | \$ 10,872.65   | \$ -         | \$ -          |
| Altoyonga | La Ventilla       | \$ 136,800.00                | \$ 63,000.00      | \$ 1,665.00         | \$ 141,995.33  | \$ -         | \$ -          |
| Altoyonga | Limonita          | \$ 97,470.00                 | \$ 43,000.00      | \$ -                | \$ 208,476.80  | \$ -         | \$ -          |
| Altoyonga | Paxtepec          | \$ 32,490.00                 | \$ 27,000.00      | \$ -                | \$ -           | \$ -         | \$ -          |
| Altoyonga | Plan de Arenas    | \$ -                         | \$ -              | \$ -                | \$ -           | \$ -         | \$ -          |
| Altoyonga | Tatempa           | \$ 94,050.00                 | \$ 52,000.00      | \$ -                | \$ 74,951.02   | \$ -         | \$ -          |
| Altoyonga | Vega Chica        | \$ 34,200.00                 | \$ 42,000.00      | \$ -                | \$ 154,573.36  | \$ 30,000.00 | \$ -          |
| Altoyonga | Vega de San Pedro | \$ 34,200.00                 | \$ 9,000.00       | \$ -                | \$ 37,157.38   | \$ -         | \$ -          |
| Atzacan   | Acatitán          | \$ 47,880.00                 | \$ 42,000.00      | \$ -                | \$ -           | \$ -         | \$ -          |
| Atzacan   | Buenos Aires      | \$ 11,970.00                 | \$ 15,000.00      | \$ -                | \$ -           | \$ -         | \$ -          |
| Atzacan   | Chachalaca        | \$ 167,580.00                | \$ 128,000.00     | \$ 1,110.00         | \$ 177,219.00  | \$ 30,000.00 | \$ -          |
| Atzacan   | Coyomico          | \$ 63,270.00                 | \$ 59,000.00      | \$ 555.00           | \$ 67,221.00   | \$ -         | \$ -          |
| Atzacan   | El Ingenio        | \$ 171,000.00                | \$ 8,000.00       | \$ -                | \$ -           | \$ 60,000.00 | \$ -          |
| Atzacan   | Iczticic          | \$ 171,000.00                | \$ 109,000.00     | \$ -                | \$ -           | \$ 60,000.00 | \$ -          |
| Atzacan   | Ixtlahuila        | \$ 37,620.00                 | \$ 19,000.00      | \$ -                | \$ -           | \$ -         | \$ -          |
| Atzacan   | La Laja           | \$ -                         | \$ -              | \$ -                | \$ -           | \$ -         | \$ -          |
| Atzacan   | La Punta          | \$ -                         | \$ -              | \$ -                | \$ -           | \$ -         | \$ -          |
| Atzacan   | La Soledad        | \$ -                         | \$ 12,000.00      | \$ -                | \$ -           | \$ -         | \$ -          |
| Atzacan   | Macuiltépec       | \$ 82,080.00                 | \$ 52,000.00      | \$ -                | \$ 85,554.00   | \$ -         | \$ -          |

## Desarrollo Social

## SEDESOL

|           |                         |               |              |               |               |      |      |
|-----------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|------|------|
| Atzacan   | Nanzolco                | \$ 28,560.00  | \$ -         | \$ 24,000.00  | \$ 23,940.00  | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Papalocuahtla           | \$ -          | \$ -         | \$ 25,000.00  | \$ 000,796.56 | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Petoloya                | \$ 45,000.00  | \$ -         | \$ 12,000.00  | \$ 000,611.00 | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Petoloya II             | \$ -          | \$ -         | \$ 00,000.00  | \$ 000,611.00 | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Plan de Las Ánimas      | \$ 60,000.00  | \$ -         | \$ 20,000.00  | \$ 000,780.00 | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Pochotita               | \$ -          | \$ -         | \$ 32,000.00  | \$ 00,980.00  | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Tatempa                 | \$ 46,878.94  | \$ -         | \$ 60,000.00  | \$ 83,790.00  | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Tatzallanala            | \$ 75,369.00  | \$ -         | \$ 64,000.00  | \$ 8,660.00   | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Tazolapa                | \$ 90,000.00  | \$ -         | \$ 77,000.00  | \$ 63,270.00  | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Tepelxilola             | \$ -          | \$ -         | \$ -          | \$ 3,420.00   | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Tepetzintla             | \$ 00,100.00  | \$ -         | \$ 28,000.00  | \$ 42,750.00  | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Toxtepec                | \$ -          | \$ 555.00    | \$ 128,000.00 | \$ 124,830.00 | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Xiocuilapa              | \$ 15,000.00  | \$ -         | \$ 57,000.00  | \$ 95,760.00  | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Xochitla                | \$ 18,360.00  | \$ -         | \$ 8,000.00   | \$ 20,520.00  | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Xontaxpan               | \$ -          | \$ -         | \$ 37,000.00  | \$ 32,490.00  | \$ - | \$ - |
| Atzacan   | Zapotitlán              | \$ 191,282.56 | \$ -         | \$ 214,000.00 | \$ 59,030.00  | \$ - | \$ - |
| Las Minas | Carboneras              | \$ -          | \$ -         | \$ -          | \$ 37,620.00  | \$ - | \$ - |
| Las Minas | El Pimiento             | \$ -          | \$ -         | \$ -          | \$ 88,140.00  | \$ - | \$ - |
| Las Minas | Huapala                 | \$ -          | \$ -         | \$ -          | \$ 88,140.00  | \$ - | \$ - |
| Las Minas | Landaco                 | \$ -          | \$ -         | \$ -          | \$ 119,700.00 | \$ - | \$ - |
| Las Minas | Las Minas               | \$ -          | \$ -         | \$ -          | \$ 37,620.00  | \$ - | \$ - |
| Las Minas | Las Minas (P. Hidroel.) | \$ -          | \$ -         | \$ -          | \$ 1,710.00   | \$ - | \$ - |
| Las Minas | Molinillo               | \$ -          | \$ -         | \$ -          | \$ 75,240.00  | \$ - | \$ - |
| Las Minas | Pueblo Nuevo            | \$ -          | \$ 00,011.00 | \$ -          | \$ 37,620.00  | \$ - | \$ - |
| Las Minas | Quiahuixcuautla         | \$ -          | \$ -         | \$ -          | \$ 100,890.00 | \$ - | \$ - |
| Las Minas | Rinconada               | \$ -          | \$ 00,575.00 | \$ -          | \$ 135,090.00 | \$ - | \$ - |

|                      |                        |    |            |    |            |    |           |    |              |    |   |    |              |
|----------------------|------------------------|----|------------|----|------------|----|-----------|----|--------------|----|---|----|--------------|
| Las Minas            | Romerillos             | \$ | 68,400.00  | \$ | -          | \$ | -         | \$ | -            | \$ | - | \$ | -            |
| Las Minas            | Zomelehuan             | \$ | 80,370.00  | \$ | -          | \$ | -         | \$ | -            | \$ | - | \$ | -            |
| Las Vigas de Ramirez | El Jonotal             | \$ | 18,810.00  | \$ | 8,000.00   | \$ | -         | \$ | -            | \$ | - | \$ | -            |
| Las Vigas de Ramirez | Llano Grande           | \$ | 8,550.00   | \$ | 4,000.00   | \$ | -         | \$ | -            | \$ | - | \$ | -            |
| Las Vigas de Ramirez | San Pablo              | \$ | 11,970.00  | \$ | -          | \$ | -         | \$ | -            | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | Camaron                | \$ | -          | \$ | -          | \$ | 1,110.00  | \$ | 565.00       | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | El Bordo               | \$ | 1,710.00   | \$ | -          | \$ | -         | \$ | -            | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | El Cofrecillo          | \$ | 3,420.00   | \$ | -          | \$ | 555.00    | \$ | 2,260.00     | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | El Palacio             | \$ | 8,550.00   | \$ | 4,000.00   | \$ | -         | \$ | -            | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | Escalona               | \$ | 51,300.00  | \$ | 39,000.00  | \$ | -         | \$ | 71,771.00    | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | La Cumbre              | \$ | 30,780.00  | \$ | 24,000.00  | \$ | 555.00    | \$ | 12,094.00    | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | La Ermita              | \$ | 27,360.00  | \$ | 4,000.00   | \$ | -         | \$ | 3,390.00     | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | La Hacienda            | \$ | 5,130.00   | \$ | -          | \$ | -         | \$ | 2,260.00     | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | La Mancuerna           | \$ | 194,940.00 | \$ | 119,000.00 | \$ | 1,110.00  | \$ | 270,108.00   | \$ | - | \$ | 75,000.00    |
| Tatatilla            | La Palmilla            | \$ | 8,550.00   | \$ | -          | \$ | -         | \$ | 5,650.00     | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | La Virgen              | \$ | 11,970.00  | \$ | -          | \$ | -         | \$ | -            | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | Loma Alta              | \$ | 25,650.00  | \$ | 16,000.00  | \$ | -         | \$ | 219,976.00   | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | Plan de Callos         | \$ | 6,840.00   | \$ | 17,000.00  | \$ | -         | \$ | 51,646.00    | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | San Antonio de Cordoba | \$ | 82,080.00  | \$ | 68,000.00  | \$ | 555.00    | \$ | 2,260.00     | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | San José               | \$ | 5,130.00   | \$ | -          | \$ | -         | \$ | 3,390.00     | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | San Juan Tezontemoc    | \$ | 44,460.00  | \$ | 41,000.00  | \$ | -         | \$ | 232,803.00   | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | San Miguel             | \$ | 6,840.00   | \$ | -          | \$ | -         | \$ | 4,520.00     | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | Santa Cruz             | \$ | 10,260.00  | \$ | 4,000.00   | \$ | 555.00    | \$ | 1,695.00     | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | Santa Rita             | \$ | 13,680.00  | \$ | 16,000.00  | \$ | -         | \$ | 5,650.00     | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | Tacoapa                | \$ | 1,710.00   | \$ | -          | \$ | -         | \$ | 3,390.00     | \$ | - | \$ | -            |
| Tatatilla            | Tatatilla              | \$ | 181,260.00 | \$ | 241,000.00 | \$ | 11,655.00 | \$ | 2,950,004.42 | \$ | - | \$ | 1,120,000.00 |

|  |              |           |                     |           |                  |           |                     |           |             |           |                     |           |                     |           |                   |
|--|--------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------|
| Tatatilla                                  | Tatatilla    | \$        | -                   | \$        | -                | \$        | -                   | \$        | -           | \$        | -                   | \$        | -                   | \$        | -                 |
| Tatatilla                                  | Tenexpanoya  | \$        | -                   | \$        | -                | \$        | 0,000,006           | \$        | 0,000,000   | \$        | -                   | \$        | -                   | \$        | -                 |
| Tatatilla                                  | Torreccillas | \$        | -                   | \$        | 1,110.00         | \$        | -                   | \$        | -           | \$        | -                   | \$        | -                   | \$        | -                 |
| Tlacolulan                                 | Cebollana    | \$        | -                   | \$        | -                | \$        | 40,000.00           | \$        | 0,000.00    | \$        | -                   | \$        | -                   | \$        | -                 |
| <b>Total</b>                               |              | <b>\$</b> | <b>5,800,491.61</b> | <b>\$</b> | <b>45,510.00</b> | <b>\$</b> | <b>2,215,000.00</b> | <b>\$</b> | <b>0.00</b> | <b>\$</b> | <b>2,215,000.00</b> | <b>\$</b> | <b>4,167,270.00</b> | <b>\$</b> | <b>269,000.00</b> |
| <b>Monto promedio por programa por año</b> |              | <b>\$</b> | <b>5,800,491.61</b> | <b>\$</b> | <b>45,510.00</b> | <b>\$</b> | <b>2,215,000.00</b> | <b>\$</b> | <b>0.00</b> | <b>\$</b> | <b>2,215,000.00</b> | <b>\$</b> | <b>4,167,270.00</b> | <b>\$</b> | <b>269,000.00</b> |

| Desarrollo Forestal |                   |                            |                            |                                |             |
|---------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------|
| Municipio           | Localidad         | Rest. forestal en CHP 2012 | Rest. forestal en CHP 2013 | CONAFOR                        |             |
|                     |                   |                            |                            | Rest. microcuenca ZP 2013-2013 | PROARBOL1,2 |
| Altotonga           | Coahuixtepec      | \$ 263,088.00              | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Altotonga           | Cruz Verde        | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Altotonga           | La Ventilla       | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Altotonga           | Limontita         | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Altotonga           | Paxtepec          | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Altotonga           | Plan de Arenas    | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Altotonga           | Tatempa           | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Altotonga           | Vega Chica        | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Altotonga           | Vega de San Pedro | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Atzalan             | Acatitán          | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Atzalan             | Buenos Aires      | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Atzalan             | Chachalaca        | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Atzalan             | Coyomico          | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Atzalan             | El Ingenio        | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Atzalan             | Ictzictic         | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Atzalan             | Ixtatahuá         | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Atzalan             | La Laja           | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Atzalan             | La Punta          | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Atzalan             | La Soledad        | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |
| Atzalan             | Macuiltepec       | \$ -                       | \$ -                       | \$ -                           | \$ -        |

|           |                         |                 |               |               |               |
|-----------|-------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Atzalan   | Nanzolco                | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Papalocuautila          | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Petoloya                | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Petoloya II             | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Plan de Las Ánimas      | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Pochotita               | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Tatempa                 | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Tatzallanala            | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Tazolapa                | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Tepelxilota             | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Tepetzintla             | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Toxtepec                | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Xiocuilapa              | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Xochtitla               | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Xontaxpan               | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Atzalan   | Zapotitlán              | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Las Minas | Carboneras              | \$ 1,253,012.00 | \$ 175,416.20 | \$ 821,143.00 | \$ -          |
| Las Minas | El Pimiento             | \$ -            | \$ 77,134.00  | \$ -          | \$ -          |
| Las Minas | Huapala                 | \$ -            | \$ 39,847.00  | \$ -          | \$ -          |
| Las Minas | Landaco                 | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Las Minas | Las Minas               | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ 493,146.00 |
| Las Minas | Las Minas [P. Hidroel.] | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |
| Las Minas | Molinillo               | \$ -            | \$ -          | \$ -          | \$ -          |



|                      |                 |              |      |      |      |
|----------------------|-----------------|--------------|------|------|------|
| Las Minas            | Pueblo Nuevo    | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Las Minas            | Quiahuixcuautla | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Las Minas            | Rinconada       | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Las Minas            | Romerillos      | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Las Minas            | Zomelahuacan    | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Las Vigas de Ramírez | El Jonotal      | \$ 26,580.00 | \$ - | \$ - | \$ - |
| Las Vigas de Ramírez | Llano Grande    | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Las Vigas de Ramírez | San Pablo       | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | Camarón         | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | El Bordo        | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | El Cofrecillo   | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | El Palacio      | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | Escalona        | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Cumbre       | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Ermita       | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Hacienda     | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Mancuerna    | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Palmilla     | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Virgen       | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | Loma Alta       | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | Plan de Gallos  | \$ -         | \$ - | \$ - | \$ - |

|  |                        |                        |                      |                      |                      |
|--|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Tatatila                                   | San Antonio de Córdoba | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| Tatatila                                   | San José               | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| Tatatila                                   | San Juan Tezontémoc    | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| Tatatila                                   | San Miguel             | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| Tatatila                                   | Santa Cruz             | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| Tatatila                                   | Santa Rita             | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| Tatatila                                   | Tacoapa                | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| Tatatila                                   | Tatatila               | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| Tatatila                                   | Tatatila               | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| Tatatila                                   | Tenexpanoya            | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| Tatatila                                   | Torrecillas            | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| Tlacolulan                                 | Cebollana              | \$ -                   | \$ -                 | \$ -                 | \$ -                 |
| <b>Total</b>                               |                        | <b>\$ 1,542,680.00</b> | <b>\$ 292,397.20</b> | <b>\$ 821,143.00</b> | <b>\$ 493,146.00</b> |
| <b>Monto promedio por programa por año</b> |                        | <b>\$ 1,542,680.00</b> | <b>\$ 292,397.20</b> | <b>\$ 821,143.00</b> | <b>\$ 493,146.00</b> |

| Desarrollo Agropecuario |                   |  |               |
|-------------------------|-------------------|--|---------------|
| SAGARPA                 |                   |  |               |
| Municipio               | Localidad         | Sustentabilidad de los recursos naturales 2012 | Procampo 2012 |
| Altotonga               | Coahuixtepec      | \$ -   | \$ -          |
| Altotonga               | Cruz Verde        | \$ -   | \$ -          |
| Altotonga               | La Ventilla       | \$ -   | \$ -          |
| Altotonga               | Limontita         | \$ -   | \$ -          |
| Altotonga               | Paxtepec          | \$ -   | \$ -          |
| Altotonga               | Plan de Arenas    | \$ -   | \$ -          |
| Altotonga               | Tatempa           | \$ -   | \$ -          |
| Altotonga               | Vega Chica        | \$ -   | \$ -          |
| Altotonga               | Vega de San Pedro | \$ -   | \$ -          |
| Atzalan                 | Acatitán          | \$ -   | \$ -          |
| Atzalan                 | Buenos Aires      | \$ -   | \$ -          |
| Atzalan                 | Chachalaca        | \$ -   | \$ -          |
| Atzalan                 | Coyomico          | \$ -   | \$ -          |
| Atzalan                 | El Ingenio        | \$ -   | \$ -          |
| Atzalan                 | Ictzictic         | \$ -   | \$ 42,458.00  |
| Atzalan                 | Ixtatahuía        | \$ -   | \$ -          |
| Atzalan                 | La Laja           | \$ -   | \$ -          |
| Atzalan                 | La Punta          | \$ -   | \$ -          |
| Atzalan                 | La Soledad        | \$ -   | \$ -          |
| Atzalan                 | Macuiltepec       | \$ -   | \$ -          |

|           |                         |             |               |
|-----------|-------------------------|-------------|---------------|
| Atzalan   | Nanzolco                | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Papalocuaula            | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Petoloya                | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Petoloya II             | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Plan de Las Ánimas      | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Pochotita               | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Tatempa                 | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Tatzallanala            | \$ -        | \$ 13,975.00  |
| Atzalan   | Tazolapa                | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Tepelxilota             | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Tepetzintla             | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Toxtepec                | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Xiocuilapa              | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Xochtita                | \$ -        | \$ -          |
| Atzalan   | Xontaxpan               | \$ -        | \$ 6,500.00   |
| Atzalan   | Zapotitlán              | \$ -        | \$ -          |
| Las Minas | Carboneras              | \$ -        | \$ -          |
| Las Minas | El Pimiento             | \$ -        | \$ -          |
| Las Minas | Huapala                 | \$ -        | \$ -          |
| Las Minas | Landaco                 | \$ -        | \$ -          |
| Las Minas | Las Minas               | \$ 4,537.50 | \$ 400,601.10 |
| Las Minas | Las Minas [P. Hidroel.] | \$ -        | \$ -          |
| Las Minas | Molinillo               | \$ -        | \$ -          |

|                      |                |      |      |
|----------------------|----------------|------|------|
| Las Minas            | Pueblo Nuevo   | \$ - | \$ - |
| Las Minas            | Quiahuixcuaula | \$ - | \$ - |
| Las Minas            | Rinconada      | \$ - | \$ - |
| Las Minas            | Romerillos     | \$ - | \$ - |
| Las Minas            | Zomelahuacan   | \$ - | \$ - |
| Las Vigas de Ramírez | El Jonotal     | \$ - | \$ - |
| Las Vigas de Ramírez | Llano Grande   | \$ - | \$ - |
| Las Vigas de Ramírez | San Pablo      | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | Camarón        | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | El Bordo       | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | El Cofrecillo  | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | El Palacio     | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | Escalona       | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Cumbre      | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Ermita      | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Hacienda    | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Mancuerna   | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Palmilla    | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | La Virgen      | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | Loma Alta      | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | Plan de Gallos | \$ - | \$ - |
| Tatatila             | San Antonio    | \$ - | \$ - |

|  |                     |                     |                        |
|--|---------------------|---------------------|------------------------|
|  | de Córdoba          | \$ -                | \$ -                   |
| Tatatila                                   | San José            | \$ -                | \$ -                   |
| Tatatila                                   | San Juan Tezontémoc | \$ -                | \$ -                   |
| Tatatila                                   | San Miguel          | \$ -                | \$ -                   |
| Tatatila                                   | Santa Cruz          | \$ -                | \$ -                   |
| Tatatila                                   | Santa Rita          | \$ -                | \$ -                   |
| Tatatila                                   | Tacoapa             | \$ -                | \$ -                   |
| Tatatila                                   | Tatatila            | \$ 21,450.00        | \$ 644,940.15          |
| Tatatila                                   | Tatatila \$ -       | \$ -                |                        |
| Tatatila                                   | Tenexpanoya         | \$ -                | \$ -                   |
| Tatatila                                   | Torrecillas         | \$ -                | \$ -                   |
| Tlacolulan                                 | Cebollana           | \$ -                | \$ -                   |
| <b>Total</b>                               |                     | <b>\$ 25,987.50</b> | <b>\$ 1,108,474.25</b> |
| <b>Monto promedio por programa por año</b> |                     | <b>\$ 25,987.50</b> | <b>\$ 1,108,474.25</b> |

ANEXO V.  
POLÍTICAS  
AMBIENTALES  
DEL POETB

En el siguiente Cuadro (A5.1) se muestran las prácticas compatibles con de acuerdo a las respectivas Unidades de Gestión Ambiental definidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Río Bobos y Solteros (GOEV, 2008). Cada uno de los criterios ecológicos es descrito en el Cuadro A5.2

Cuadro A5.1

| UGA | Política   | Uso predominante | Usos compatibles | Usos condicionados   | Usos incompatibles                        | Criterios Ecológicos   |
|-----|------------|------------------|------------------|--|---|--|
| 2   | Protección | Espacio natural  | Flora y Fauna    | Agrícola<br>Turismo<br>Pecuario<br>Asentamientos humanos<br>Minería<br>Pesca y acuicultura | Forestal<br>Industrial<br>Infraestructura | Tu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23<br><br>Mi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9<br><br>Ah 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46<br><br>C 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21<br><br>Eq 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12<br><br>If 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 18<br><br>In 1, 11, 15, 19, 22<br><br>Ff1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24<br><br>Mae 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 38<br><br>Ag 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34<br><br>P 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22<br><br>F 23, 25<br><br>Pe 2, 5, 6, 9, 12, 13, 14<br><br>Ac 3, 4 |

| UGA | Política     | Uso predominante | Usos compatibles | Usos condicionados   | Usos incompatibles           | Criterios Ecológicos  |
|-----|--------------|------------------|------------------|--|------------------------------|---|
| 7   | Restauración | Espacio Natural  | Flora y Fauna    | Agrícola<br>Pecuario<br>Pesca<br>Turismo<br>Asentamientos humanos<br>Minería<br>Forestal | Industria<br>Infraestructura | Tu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23<br><br>Mi 2, 3, 9,<br><br>Ah 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46<br><br>C 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21<br><br>Eq 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12<br><br>Ff 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24<br><br>Mae 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, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40<br><br>Ag 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, 32, 33, 34,<br><br>P 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22<br><br>F 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<br><br>Pe 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14<br><br>Ac 1, 2, 3, 4, 5 |

| UGA | Política     | Usos compatibles | Usos condicionados              | Usos incompatibles   | Criterios Ecológicos  |
|-----|--------------|------------------|---------------------------------|--|---|
| 8   | Restauración | Flora y Fauna    | Infraestructura<br>Equipamiento | Agrícola<br>Pecuario<br>Asentamientos humanos<br>Industrial<br>Minería | Tu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 13, 14, 16, 17, 18<br><br>C 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 21<br><br>Eq 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12<br><br>Ff 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,<br><br>Mae 1, 8, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40<br><br>Pe 1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14<br><br>Ac 1,2, 3, 4, 5 |

<sup>1</sup>: Ac, acuicultura; Ag, agrícola; Ah, asentamientos humanos; Tu, turismo; C, construcción; Eq, equipamiento; F, forestal; Ff, flora y fauna; If, infraestructura; In, industria; Mae, manejo de ecosistemas; Mi, minería; P, pecuario; Pe, pesquero.

### Tablas de criterios ecológicos

#### Programa de ordenamiento ecológico cuencas de los ríos bobos y solteros, Veracruz

Cuadro A5.2. Tablas de criterios ecológicos del PETB 2008

| Temas                            | Cve. | N° | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Rio Bobos, Veracruz  |
|----------------------------------|------|----|--|
| <b>TEMAS</b>                     |      |    |  |
| <b>TURISMO</b>                   |      |    |  |
| Turismo alternativo              | Tu   | 1  | Se permitirá el uso ecoturístico bajo las modalidades de contemplación y senderismo.   |
|                                  | Tu   | 2  | En el desarrollo de los proyectos ecoturísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como selvas, bosques mesófilos, encinares, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos. |
|                                  | Tu   | 3  | En las unidades aptas para la conservación de la vida silvestre y turismo con restricciones ecológicas, deberán llevarse a cabo estudios específicos que establezcan las modalidades y densidades de uso que garanticen la conservación de los recursos naturales.   |
|                                  | Tu   | 4  | Se podrán promover actividades de ecoturismo (campamentos, veredas para peatones y caballos, observación de fauna, tours fotográficos etc.)  |
|                                  | Tu   | 5  | En el desarrollo de los proyectos ecoturísticos no deberán alterarse los ecosistemas ni las poblaciones de flora y fauna que se localicen dentro del área de los proyectos de desarrollo.  |
|                                  | Tu   | 6  | Podrán realizarse paseos turísticos en lancha en los cuerpos de agua, ríos y ciénaga sujetos a protección o conservación, de preferencia con lanchas de remo.  |
|                                  | Tu   | 7  | Se promoverá que los desarrollos turísticos de bajo impacto (ecoturismo) que se lleven a cabo en zonas de playas, dunas o montaña se construyan utilizando materiales naturales.   |
|                                  | Tu   | 8  | Se promoverá que en las ANP con valor arqueológico y ecoturístico (Cofre de Perote, Filobobos, Pancho Poza y Ciénaga del Fuerte) se lleven a cabo programas de restauración y reforestación con especies de vegetación nativa.   |
| Ecoturismo y turismo tradicional | Tu   | 9  | Se deberá regular la actividad de descenso de ríos (rafting) sujetándose a un estudio específico que evalúe la capacidad de carga del río (número de balsas/día) sin afectar la integridad del ecosistema y el valor paisajístico de la zona.  |
|                                  | Tu   | 10 | Se permitirán las modalidades ecoturísticas de ciclismo y alpinismo, únicamente en rutas establecidas donde no se afecte la vegetación original de las paredes verticales y senderos.  |
|                                  | Tu   | 11 | Las actividades ecoturísticas a desarrollarse en áreas protegidas o propuestas para este fin deberán integrar a la población local en los beneficios a través de programas de financiamiento y capacitación.   |
|                                  | Tu   | 12 | El desarrollo de infraestructura turística tradicional (hoteles) en la zona costera deberá considerar la capacidad de carga del sistema, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.   |
|                                  | Tu   | 13 | Las actividades de pesca deportiva recreativa deberán normarse de acuerdo con la NOM-017-PESC 1994.  |
|                                  | Tu   | 14 | Los guías turísticos deben sujetarse a los elementos establecidos en la NOM-008-TUR 1996.  |
|                                  | Tu   | 15 | Los servicios turísticos de hospedaje deberán sujetarse a los elementos normativos del seguro de responsabilidad civil para la protección y seguridad de los turistas normado en la NOM-007-TUR 1996.  |
|                                  | Tu   | 16 | Los prestadores de servicios turísticos de campamentos y paradores de casas rodantes deberán sujetarse a los requisitos mínimos de seguridad e higiene establecidos en la NOM-006-TUR 1995.  |

| Temas                | Cve. | N° | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Rio Bobos, Veracruz   |
|----------------------|------|----|---|
| <b>TEMAS MINERÍA</b> |      |    |   |
| Bancos de material   | MI   | 1  | No se permitirá la ubicación de bancos de préstamo de material, en aquellas unidades localizadas en áreas de protección ni en los cuerpos de agua, lechos de ríos y dunas costeras.   |
|                      | MI   | 2  | No se permitirá la localización de bancos de extracción de material en zonas de alto riesgo de erosión, derrumbes, deslizamientos e inundación.   |
|                      | MI   | 3  | Se deberán restaurar las áreas afectadas por los depósitos de sustancias de acuerdo a un Programa de Restauración aprobado por las autoridades competentes.   |
|                      | MI   | 4  | Toda infraestructura de extracción donde existan derrames deberá contar con diques de contención acordados al tipo y volumen de almacenamiento y conducción.  |
| Áreas de prospección | MI   | 5  | Se deberá restaurar el área afectada por las actividades de prospección minera que no resulten viables.   |
| Extracción minera    | MI   | 6  | La autorización de permisos para extracción de material pétreo deberán considerar los criterios ecológicos de preservación de los recursos naturales y la biodiversidad establecidos en el presente programa de ordenamiento ecológico. |
|                      | MI   | 9  | Los predios sujetos a explotación minera deben contar con una manifestación de impacto ambiental y cumplir con las medidas de mitigación y restauración del sitio.  |

| Temas                               | Cve. | N° | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Rio Bobos, Veracruz   |
|-------------------------------------|------|----|---|
| <b>TEMAS TURISMO</b>                |      |    |   |
| Prestadores de Servicios Turísticos | Tu   | 17 | Los prestadores de servicios turísticos deberán ser capacitados mediante cursos oficiales que integren conocimientos de los valores ecológicos y culturales de la región, así como normas y regulaciones ambientales. |
|                                     | Tu   | 18 | Se deberá promover la organización de los prestadores de servicios turísticos en una asociación que regule y evalúe las actividades a través de una certificación de calidad.   |
| Promoción                           | Tu   | 19 | Se deberán promover los criterios turísticos de la cuenca por parte de la secretaría encargada del ramo.  |
| Zonas arqueológicas                 | Tu   | 20 | Las visitas a zonas arqueológicas de reciente y/o futuro descubrimiento deberán sujetarse a los criterios y normas establecidos por el INAH   |
| Manejo de residuos                  | Tu   | 21 | Se deberá reglamentar el manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo (señalamientos, botes de basura separada, etc)   |
| Restauración                        | Tu   | 22 | La asociación de prestadores de servicios deberá promover una cuota destinada a la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico   |
| Figuras asociativas                 | Tu   | 23 | Deberán promoverse apoyos necesarios y suficientes para la integración de figuras asociativas locales para la prestación de servicios ecoturísticos por parte de los lugareños.                                       |

| Temas                            | Cve. | N° | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Rio Bobos, Veracruz  |
|----------------------------------|------|----|--|
| <b>TEMAS ASENTAMIENTOS</b>       |      |    |  |
| Reservas Territoriales           | Ah   | 2  | Las áreas de reserva territorial para crecimiento urbano deberán preservar los ecosistemas de dunas costeras, zonas ininundables y áreas de inundación y establecer una zona de amortiguamiento arbolada entre estos ecosistemas y las zonas de crecimiento.   |
| Irregulares                      | Ah   | 3  | Deberán reubicarse los asentamientos irregulares que se encuentren ocupando la zona federal destinada a restauración y/o conservación de recursos naturales y procesos ecológicos que brinden servicios ambientales.   |
| Crecimiento urbano               | Ah   | 4  | El crecimiento de los asentamientos humanos deberá limitarse a las áreas y criterios establecidos en los Programas de Desarrollo Urbano y los Programas de Conurbación.  |
| Zonas de riesgo                  | Ah   | 5  | No se permitirá el crecimiento de los asentamientos humanos en zonas de riesgo industrial, riesgo ante eventos naturales (inundación, derrumbes, etc.) y zona federal marítimo terrestre.  |
| Protección                       | Ah   | 6  | No se permitirá la creación de nuevos núcleos de población en las zonas con política de protección, restauración o conservación.   |
| Densidad                         | Ah   | 7  | El desarrollo de las zonas de reserva urbana deberá efectuarse de forma gradual y con base en una óptima densificación de las áreas urbanas existentes.  |
| Fragilidad                       | Ah   | 8  | Quedará prohibida la construcción de nuevas edificaciones y caminos en zonas de pantanos, dunas o sistemas costeros.   |
| Derecho de vía                   | Ah   | 9  | Quedará prohibida la edificación de viviendas en los derechos de vía de carreteras, ferrocarriles y líneas de alta tensión, así como en la zona federal.   |
| Reservas territoriales           | Ah   | 10 | La definición de nuevas reservas territoriales para asentamientos humanos, deberá evaluar las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas locales en congruencia con la propuesta de ordenamiento ecológico.   |
| Ocupación del suelo              | Ah   | 11 | Deberán densificarse las áreas urbanas actuales propiciando la ocupación de los lotes vacíos.  |
|                                  | Ah   | 14 | Deberá promoverse la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.  |
|                                  | Ah   | 15 | Se deberá efectuar la promoción oficial de las cartas de riesgo (inundación, deslaves, contaminación urbana e industrial, etc.), para todas las acciones de compra-venta de lotes o terrenos dedicados a la vivienda.  |
| Prevención de desastres y riesgo | Ah   | 16 | Los asentamientos humanos deberán contar con lineamientos para la construcción de obra e infraestructura relacionados con la prevención de desastres naturales, industriales y agropecuarios.  |
|                                  | Ah   | 17 | Se prohibirá la localización de asentamientos humanos en ecosistemas altamente deteriorados o con riesgo de afectación a la salud por acumulación de desechos.   |
|                                  | Ah   | 18 | Deberá preservarse la vegetación en zonas cercanas a las ciudades, particularmente en laderas con pendientes > a 20°.  |
|                                  | Ah   | 19 | El drenaje pluvial deberá estar separado del drenaje sanitario, cumpliendo las especificaciones de diseño establecidas para este tipo de sistemas.   |
|                                  | Ah   | 20 | Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la Ley Nacional de Aguas y su reglamento.   |
| Aguas residuales                 | Ah   | 21 | Las poblaciones con más de 2,500 habitantes deberán contar con plantas de tratamiento de aguas residuales, cumpliendo la NOM-001-SEMARNAT-1996.  |
|                                  | Ah   | 22 | Las aguas tratadas, provenientes de las plantas municipales de tratamiento de aguas residuales, podrán ser vertidas directamente a cuerpos receptores de propiedad nacional, siempre y cuando cumplan con el NOM-001-SEMARNAT-1996 y cuenten con el permiso correspondiente emitido por la Comisión Nacional del Agua. |
| Aguas tratadas                   | Ah   | 23 | Se promoverá la reutilización de las aguas tratadas provenientes de las plantas municipales de tratamiento de aguas residuales para riego de áreas verdes, siempre y cuando cumplan con la NOM-003-ECOL-1996; así mismo se promoverá el rehuso en la industria.  |

| Temas  | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz   |
|--|------|----|---|
| Lodos residuales                                 | Ah   | 24 | El manejo y confinamiento de los lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales deberá efectuarse en lugares adecuados promoviendo, de acuerdo a la calidad de los lodos, su uso para fines agrícolas o de otra índole.  |
| Sistemas alternativos                            | Ah   | 25 | En poblaciones menores de 2,500 habitantes se promoverá el tratamiento de aguas residuales mediante sistemas alternativos.  |
| Drenaje pluvial                                  | Ah   | 27 | En las zonas urbanas e industriales la canalización del drenaje sanitario y pluvial deberá estar separada.  |
| Extracción de agua                               | Ah   | 29 | Se deberá promover la creación de un padrón de pozos artesanos, así como un sistema de monitoreo permanente para determinar la calidad del agua extraída de los mismos, con el fin de verificar el cumplimiento de la NOM-127-SSA-1994, para uso y consumo humano.  |
| Zonas de amortiguamiento y corredores ecológicos | Ah   | 31 | Las zonas urbanas deberán contar con una franja perimetral, de desarrollo de vegetación natural, de un mínimo de 200 metros de ancho.   |
|  | Ah   | 32 | En los lotes y terrenos baldíos de las zonas urbanas se fomentará el desarrollo de la vegetación natural, o se facilitará su uso para programas alternativos de producción agropecuaria sustentable.  |
|  | Ah   | 33 | Quedará prohibida la edificación de viviendas en la zona federal de los cuerpos de agua naturales y artificiales de acuerdo a la Ley Nacional de Aguas.   |
| Protección de ecosistemas                        | Ah   | 34 | En el desarrollo de los asentamientos humanos deberá evitarse la afectación (tala, extracción, caza, captura, etc. excepto en aquellos casos en que de manera específica se permita alguna actividad) de bosques, selvas, manglares, ciénaga y dunas entre otros; así como de las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. |
|  | Ah   | 35 | En las áreas urbanas sin construcción deberá mantenerse la cubierta vegetal original y en los espacios abiertos construidos la correspondiente a los estratos arboreo y arbustivo; deberá promoverse el crecimiento de las superficies verdes en las zonas urbanas e industriales.  |
| Cubierta vegetal                                 | Ah   | 36 | En las inmediaciones de áreas urbanas que hayan sido afectadas por desmontes o por sobreexplotación forestal, se deberán establecer programas continuos de reforestación con especies nativas.  |
|  | Ah   | 37 | En las zonas aptas para el desarrollo urbano que colindan con algún área natural sujeta a protección, deberán establecerse zonas de amortiguamiento entre ambas a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento urbano.   |
| Residuos peligrosos                              | Ah   | 40 | Los asentamientos humanos deberán contar con un programa de reducción, separación y disposición de desechos sólidos.  |
|  | Ah   | 41 | La disposición final de los desechos sólidos se efectuará en rellenos sanitarios cuya localización deberá considerar los análisis de fragilidad geocológica y riesgo ante eventos naturales del presente estudio de ordenamiento.   |
|  | Ah   | 42 | Deberán buscarse alternativas eficientes a los sistemas de recolección de desechos sólidos e implementarse en aquellas localidades que carezcan de este servicio, particularmente en las localidades ribereñas.   |
| Educación ambiental                              | Ah   | 43 | Se prohíbe el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos en rellenos sanitarios; de acuerdo a la NOM-087-ECOL-1995.  |
|  | Ah   | 44 | Deberán establecerse programas educativos para incorporar a la ciudadanía en el manejo ambiental urbano (basura, ruido, drenajes, erosión, etc.), a través de material educativo y cursos específicos para las condiciones de la cuenca.  |
| Energía alternativa                              | Ah   | 45 | Se promoverá que las poblaciones con menos de 2,500 habitantes dirijan sus descargas hacia letrinas o, dependiendo de las características del medio en que se asientan, establecer sistemas alternativos (p.e. entramados de raíces) para el manejo de las aguas residuales.  |
|  | Ah   | 46 | En las zonas rurales se promoverá la instalación de fuentes de energía alternativa (eólica y solar).  |

| Temas                      | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz   |
|----------------------------|------|----|---|
| <b>CONSTRUCCIÓN</b>        |      |    |   |
| Extracción de materiales   | C    | 1  | No se permitirá la extracción de arena de las dunas costeras y piedra de río como material de construcción o relleno.   |
| Preparación del sitio      | C    | 2  | Los actuales bancos de material deberán contar con un programa de restauración para la etapa de abandono del sitio.   |
| Rescate de flora y fauna   | C    | 3  | Solo podrá desmontarse áreas de desplante para las construcciones y caminos de acceso y de conformidad al avance del proyecto.  |
| Manejo de explosivos       | C    | 4  | Para todo tipo de construcción, tales como caminos, vías de ferrocarril, ductos, líneas de alta tensión, embalses, edificaciones, etc., previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas. |
| Disposición de desechos    | C    | 5  | El uso de explosivos durante la construcción de cualquier tipo de obra, infraestructura o desarrollo, está sujeto a manifestación de impacto ambiental y a los lineamientos de la Secretaría de la Defensa Nacional.  |
| Materiales de construcción | C    | 6  | No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, ríos, lagunas, zonas inundables y áreas marinas.  |
| Protección                 | C    | 7  | Los productos primarios de las construcciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, aguas industriales, desechos tóxicos, fertilizantes, insecticidas, aguas de lavado, bloques, losetas, ventanas, etc.) deberán disponerse en confinamientos autorizados.                                       |
|                            | C    | 8  | Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.   |
|                            | C    | 9  | Se recomienda que en la construcción de instalaciones ecoturísticas se promueva la utilización de materiales naturales que no se encuentren amenazados (madera, palma, tierra, etc.).   |
|                            | C    | 10 | Estará prohibido todo tipo de construcción en las orillas de los cuerpos de agua (ríos, ciénaga y manglar); la distancia de la obra se evaluará para cada proyecto en particular.   |
|                            | C    | 11 | La construcción de cualquier obra deberá respetar el límite federal, proteger las playas, línea costera, dunas costeras y ríos que la rodean, así como la vegetación nativa de la zona.   |
|                            | C    | 12 | No se permitirá la construcción de edificaciones en áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras y zonas de manglares que estén identificadas dentro de las áreas de alto riesgo en el mapa de riesgo ante eventos naturales.   |
|                            | C    | 13 | Los campamentos de construcción deberán ubicarse dentro de las áreas de desplante de la obra; nunca sobre humedales, zona federal marítimo-terrestre o hábitats relevantes de la flora y fauna de la región.  |
|                            | C    | 14 | Los campamentos de construcción deberán contar con letrinas secas.  |
|                            | C    | 15 | Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de recolección y disposición de desechos sólidos en áreas autorizadas por el municipio.   |
|                            | C    | 16 | Queda prohibida la quema de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.   |
|                            | C    | 17 | En la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento, se deberá contar con un estudio previo de afectación a zonas de valor histórico o arqueológico.   |
|                            | C    | 18 | Las vías de comunicación deberán contar con drenajes suficientes que permitan la salida del agua, evitando su represamiento temporal en la estación de lluvias.   |
|                            | C    | 19 | El sistema de drenaje de las vías de comunicación deberá sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.   |
|                            | C    | 20 | Se deberá evitar la construcción de vías de comunicación en zonas de pendientes abruptas y con cubierta forestal, si no se cuenta con la autorización en materia de impacto ambiental.  |
|                            | C    | 21 | En aquellas zonas donde el efecto de la compactación del suelo por la construcción de carreteras impide el flujo natural del agua provocando inundaciones deberán construirse puentes carreteros.   |



| Temas               | Cve. | N° | Equipamiento  |    |    |  |
|---------------------|------|----|---|----|----|--|
| <b>TEMAS</b>        |      |    |   |    |    |  |
| Temas<br>Cve.<br>N° | Cve. | N° | Temas Ecologicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Rio Bobos, Veracruz |    |    |  |
|                     |      |    | <b>EQUIPAMIENTO</b>   |    |    |  |
|                     |      |    | Manejo de residuos sólidos  | Eq | 1  | Se prohíbe el depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento al mar o cuerpos de agua.   |
|                     |      |    |   | Eq | 2  | Los depósitos de combustible deberán someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.   |
|                     |      |    |   | Eq | 3  | Todo sitio para la ubicación de rellenos sanitarios deberá contar con un estudio específico que establezca criterios ecológicos para la selección del sitio, la construcción, la operación y la etapa de abandono del mismo, así como las medidas de mitigación del impacto al manto freático y la alteración de la vegetación presente. |
|                     |      |    |   | Eq | 4  | Estarán prohibidos los tiraderos a cielo abierto y los rellenos sanitarios sin control; se propondrán programas de recolección de basura, separación de desechos inorgánicos y orgánicos, compostaje y disposición final en basureros adecuados.   |
|                     |      |    | Manejo de residuos líquidos   | Eq | 5  | Las zonas urbanas e industriales deberán contar con plantas de tratamiento para aguas residuales.  |
|                     |      |    |   | Eq | 6  | Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NCM-001-SEMARNAAT-1996 y con la Ley Nacional de Aguas y su Reglamento.  |
|                     |      |    |   | Eq | 7  | Los desarrollos de cualquier tipo, asentamientos humanos y proyectos productivos que no se encuentren conectados al sistema de drenaje municipal deberán dirigir sus descargas hacia sistemas alternativos de tratamiento y reutilización.   |
|                     |      |    | Muelles y embarcaderos  | Eq | 8  | Se deberán realizar estudios específicos de impacto en tierra y mar para la construcción de muelles, embarcaderos y malecones.   |
|                     |      |    |   | Eq | 9  | Solo se permitirá la construcción de embarcaderos rústicos de madera.  |
|                     |      |    | Restricción Marítimo-Terrestre  | Eq | 10 | La construcción de cualquier obra deberá respetar el límite federal, proteger las playas y la línea de costa que la rodean así como la vegetación pionera nativa de la zona y la vegetación riparia.   |
|                     |      |    | Restricción en playas y dunas   | Eq | 11 | Para la ubicación de infraestructura sobre las playas y dunas, se deberá establecer una zona de restricción de construcción, basada en un estudio de procesos costeros de la zona.   |
|                     |      |    | Represas  | Eq | 12 | Cuando se requiera realizar obras de represamiento deberán realizarse estudios específicos que analicen la alteración de los flujos de agua y sedimentos.  |

| Temas                  | Cve. | N° | Equipamiento   |
|------------------------|------|----|--|
| <b>TEMAS</b>           |      |    |  |
| <b>INFRAESTRUCTURA</b> |      |    |  |
| Temas                  | Cve. | N° | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz  |
| Manejo de residuos     | If   | 1  | Con base en estudios específicos de geohidrología, impacto ambiental y análisis de riesgo, se promoverá la creación de un sistema de acopio y confinamiento adecuado de los desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos generados en la región.   |
| Áreas de protección    | If   | 2  | No se permite infraestructura de materiales permanentes en las áreas de protección a excepción de las indicadas en los Planes de Manejo correspondientes.  |
| Carreteras y caminos   | If   | 3  | Las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de caminos, deberá realizarse evitando la remoción de vegetación y el movimiento de grandes volúmenes de tierra, a menos que para la realización de dichas obras y actividades, a través de la evaluación de impacto ambiental se demuestre que no se generarán impactos ambientales significativos.  |
|                        | If   | 4  | En la construcción de carreteras en zonas inundables se deberá contar con estudios geohidrológicos específicos que consideren medidas de preservación de los flujos hidrológicos para niveles ordinarios y extraordinarios de inundación y la conservación de la vegetación natural.   |
|                        | If   | 5  | Los bordes de caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.   |
|                        | If   | 6  | Deberán construirse mayor número de alcantarillados y pasos de fauna en las carreteras actuales, principalmente en aquellas unidades que constituyen corredores biológicos para la fauna, como las zonas inundables.   |
|                        | If   | 7  | El derecho de vía de las carreteras se deberá mantener libre de maleza para disminuir el número de animales atropellados y mejorar la seguridad de los usuarios.   |
|                        | If   | 8  | Deberá evitarse el uso de plaguicidas no específicos (herbicidas, insecticidas y rodenticidas) para evitar la contaminación del suelo y manto freático, destrucción de animales benéficos y alteración de cadenas alimenticias. Su uso para deshierbar la orilla de las carreteras estará prohibido.   |
|                        | If   | 9  | No se permitirá la desecación de cuerpos de agua en general, y la obstrucción de escorrentías pluviales, para la construcción de puentes, bordos, carreteras, tercerías, veredas, muelles, canales y otras obras que puedan interrumpir el flujo y reflujo del agua; deberán diseñarse alcantarillas (pasos de agua) en número y diámetro que garanticen el cumplimiento de este criterio. |
|                        | If   | 10 | Los taludes en caminos deben estabilizarse y reforestarse con vegetación nativa.   |
| Derechos de vía        | If   | 11 | En la realización de cualquier obra o actividad deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a la zona federal marítimo terrestre.   |
| Puertos                | If   | 12 | Se prohíbe el uso de fuego y/o productos químicos en la preparación y mantenimiento de los derechos de vía.  |
| Dragado                | If   | 13 | No deberá permitirse el lavado de depósitos de aceite, combustible o residuos, ni la descarga de aguas residuales sin tratamiento y residuos sólidos en las zonas portuarias.  |
|                        | If   | 14 | Las acciones de dragado en ríos y esteros deberán realizarse de acuerdo a un estudio de impacto ambiental y análisis de riesgo que consideren las posibles modificaciones a la dinámica natural del agua.  |
|                        | If   | 15 | Los productos del dragado deberán confinarse en sitios de tiro delimitados mediante estudios de riesgo e impacto ambiental y mediante barreras contenedoras. Se prohíbe el depósito de los materiales de dragado en zonas de humedales, costa, ríos y mar.   |
| Redes meteorológicas   | If   | 18 | Se promoverá el establecimiento y modernización de redes meteorológicas (hidrológicas y climáticas).   |

| Temas                | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz  |
|----------------------|------|----|--|
| <b>TEMAS</b>         |      |    |  |
| <b>FLORA Y FAUNA</b> |      |    |  |
| UMAs                 | Ff   | 1  | En las unidades aptas para la conservación de la vida silvestre y turismo con restricciones ecológicas, deberán llevarse a cabo estudios específicos que establezcan las modalidades y densidades de uso que garanticen la conservación de los recursos naturales.   |
|                      | Ff   | 2  | Las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) deberán contar con un Programa de Manejo autorizado.  |
|                      | Ff   | 3  | Se permitirá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo extensivo para uso comercial, cinegético, repoblación o recreación.  |
|                      | Ff   | 4  | Solo se permite la extracción de especies señaladas en el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000 para pie de cría en UMAs.  |
|                      | Ff   | 5  | Se debe promover la instrumentación de proyectos productivos alternativos a la ganadería extensiva y la agricultura existentes, como criaderos de fauna silvestre, viveros de plantas nativas, etc.  |
|                      | Ff   | 6  | Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre y las incluidas en la NOM-059-ECOL-1994, salvo autorización expresa para las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) con fines de obtener cría.   |
| Especies exóticas    | Ff   | 7  | Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas sin previa autorización de la SEMARNAP.   |
| Viveros              | Ff   | 8  | Se podrán establecer viveros e invernaderos para producción de plantas de ornato y medicinales con fines comerciales, e incorporar el cultivo de especies arbóreas y arbustivas nativas con fines de reforestación de sitios sujetos a restauración o para plantaciones comerciales diversificadas.  |
| Usos tradicionales   | Ff   | 9  | Se fomentará el rescate de los usos tradicionales de los recursos naturales que no alteren los procesos ecológicos como el cultivo de frutales nativos, etc.   |
| Fragilidad ecológica | Ff   | 10 | Se impedirá la construcción de obras en zonas federales, estatales o municipales dedicadas a la protección de flora, fauna o con características naturales, sobresalientes o frágiles, sin la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental, en las manifestaciones de impacto ambiental para la ejecución de obras y actividades, se deberán proponer medidas de compensación ambiental tendientes a la restauración ecológica de áreas degradadas, acordes a la política ambiental. |

| Temas                | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz  |
|----------------------|------|----|--|
| <b>TEMAS</b>         |      |    |  |
| <b>INDUSTRIA</b>     |      |    |  |
| Explotación          | In   | 1  | La explotación y explotación de recursos no renovables por parte de la industria deberá garantizar el control de la calidad del agua utilizada, la protección del suelo y de la flora y fauna silvestres.            |
|                      | In   | 11 | Las actividades industriales y agropecuarias deberán prevenir y reducir la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente. |
| Diques de contención | In   | 15 | Toda infraestructura donde exista riesgo de derrames, deberá contar con diques de contención acordes al tipo y volumen de almacenamiento y conducción.   |
| Restauración         | In   | 19 | Se deberán restaurar las áreas afectadas por los depósitos de sustancias de desecho producto de los procesos industriales, de acuerdo a un plan aprobado por las autoridades competentes.                            |
| Impacto Ambiental    | In   | 22 | No se permitirá la edificación y obras asociadas, así como ampliaciones de las mismas sin previa autorización de impacto y riesgo ambiental, en los casos requeridos.  |

| Temas                       | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz   |
|-----------------------------|------|----|---|
| Rescate de flora y fauna    | Ff   | 11 | Se deberán fomentar y apoyar técnica y financieramente los esfuerzos comunitarios de conservación y rescate de fauna y flora silvestre.   |
| NOM 059                     | Ff   | 12 | Se deben realizar estudios específicos que permitan delimitar las áreas de reproducción de especies sujetas a estatus y elaborar planes de manejo para su conservación.   |
| Maderable doméstico         | Ff   | 13 | El aprovechamiento de leña para uso doméstico debe sujetarse a lo establecido en la NOM-012-RECNAT-1996.  |
| Manglar                     | Ff   | 14 | Se prohíbe el aprovechamiento de mangle en zonas de protección y/o de restauración. En las áreas de conservación el aprovechamiento deberá cumplir con las disposiciones de la Norma Emergente para el Aprovechamiento de Humedales.  |
| Selvas                      | Ff   | 15 | Los relictos de selva mediana y selva alta perennifolia deberán sujetarse a programas de protección y restauración.   |
| Bosque mesófilo y encinares | Ff   | 16 | Los fragmentos de bosque mesófilo y encinos deberán protegerse, a menos que a través de la evaluación del impacto ambiental para el desarrollo de obras y actividades se evidencie que su posible afectación, no compromete a la integridad funcional de los ecosistemas y además se promueva el diseño de corredores biológicos que incrementen su conectividad. |
| Tortugas                    | Ff   | 17 | Queda estrictamente prohibido capturar, perseguir, molestar o dañar en cualquier forma a ejemplares de especies o subespecies de tortuga marina o dulce acuicola así como coleccionar, poseer y comerciar con sus huevos o productos.   |
| Cocodrilos                  | Ff   | 18 | Queda estrictamente prohibido capturar, perseguir, molestar o dañar en cualquier forma a ejemplares de especies de cocodrilos, así como coleccionar, poseer sus pieles o productos.   |
| Aves                        | Ff   | 19 | Queda estrictamente prohibido la caza, captura, molestar o dañar en cualquier forma las aves residentes y migratorias que perchen, aniden o se alimenten en los manglares, ciénega y cuerpos de agua.   |
| Humedales                   | Ff   | 20 | Queda estrictamente prohibido desmontar, extraer y perturbar la vegetación original de los cuerpos de agua como pantanos, lagunas, vegetación riparia, humedales, zonas inundables, donde se refugien, alimenten, perchen, aniden, se reproduzcan las especies acuáticas y terrestres.  |
| Monos                       | Ff   | 21 | Queda estrictamente prohibido capturar, perseguir, molestar o dañar en cualquier forma las especies de monos que hay en la zona.  |
| Manglares                   | Ff   | 22 | Se prohíbe la extracción de mangle, la realización de caminos vecinales sobre manglares y la desecación de zonas donde se desarrolle esta vegetación, o especies de vegetación de ciénega.  |
| Maderas preciosas           | Ff   | 23 | Se prohíbe la extracción del medio natural de maderas finas (cedro, caoba, chico zapote, entre otras)   |
| Forestal                    | Ff   | 24 | El aprovechamiento de cedro, caoba, chico zapote, solo se podrá realizar de áreas manejadas como forestales con ejemplares provenientes de viveros.   |

| Temas                        | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz   |
|------------------------------|------|----|---|
| <b>TEMAS</b>                 |      |    |   |
| <b>MANEJO DE ECOSISTEMAS</b> |      |    |   |
| Ríos                         | Mae  | 1  | Se deberán proteger los márgenes de los ríos, manantiales y arroyos con una barrera natural de especies arbóreas nativas.   |
| Dunas                        | Mae  | 2  | Deberán protegerse las dunas costeras. Donde se requiera un acceso sobre dunas, se recomienda que la construcción sea elevada y de madera para evitar afectaciones a los procesos dinámicos de la arena.  |
|                              | Mae  | 3  | Se prohíbe practicar cualquier tipo de ganadería en las zonas dunas costeras.   |
| Recuperación de suelos       | Mae  | 4  | Se evitará cualquier tipo de modificación (compactación, eliminación de vegetación, extracción de arena, etc.) en las dunas costeras.   |
|                              | Mae  | 5  | Se deberán realizar programas de bioremediación de suelos en todas las zonas donde se detectó deterioro del recurso suelo, así como en las áreas donde se definió que existe alto riesgo de erosión.  |
|                              | Mae  | 6  | Se deberán fomentar prácticas que permitan la restauración de los suelos: por ejemplo: tinas ciegas, siembra de leguminosas, etc.   |
|                              | Mae  | 7  | Deberán conservarse todos los acahuales y fomentar su regeneración natural.   |
|                              | Mae  | 8  | Deberá conservarse todos los fragmentos de selvas y bosques de ciénaga, manglar, mesófilo de montaña, pinares y encinares, a menos que a través de la evaluación del impacto ambiental para el desarrollo de obras y actividades se evidencie que su posible afectación no compromete la integridad funcional de los ecosistemas. |
| Conservación                 | Mae  | 9  | Se recomienda la conservación in situ de especies nativas con alto potencial económico, agrícola e industrial.  |
|                              | Mae  | 10 | Se permitirá el cultivo de vainilla, palma camedor, jitlle y orquídeas, entre otros, en terrenos acahuales.   |
| Cañadas y cauces             | Mae  | 11 | Se deberá conservar la vegetación nativa en las cañadas, en caso de que se pretenda llevar a cabo obras y actividades en zonas de cañadas, se deberá contar con la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.  |
|                              | Mae  | 12 | La selección y ubicación de los parches de vegetación nativa que se deben preservar o restaurar en los predios ganaderos deberá tomar en cuenta la representatividad de las comunidades vegetales presentes y su potencial como sitios de sombra para el ganado.  |
| Corredores ecológicos        | Mae  | 13 | Los predios ganaderos y de cultivos permanentes que colinden con cuerpos de agua o cauces de ríos permanentes o estacionales deberán reforestar una franja de 50 m a ambos lados del cauce y respetar la zona federal.  |
|                              | Mae  | 14 | Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.  |
| Espacios naturales           | Mae  | 15 | En las unidades aptas para protección, únicamente se permitirá llevar a cabo las actividades recreativas, científicas o ecológicas, que contemple el programa de manejo que se diseñe para tal efecto.  |
|                              | Mae  | 16 | Se prohibirá la ampliación de las actividades productivas sobre las zonas aptas para ser protegidas.  |
| Protección                   | Mae  | 17 | En las unidades de protección ecológica se prohíbe la construcción o permanencia de algún tipo de infraestructura, (turística, de servicios, etc.)  |
|                              | Mae  | 18 | Estará prohibido todo tipo de construcción en las orillas de los cuerpos de agua (ríos y manglar), la distancia de la obra se evaluará para cada proyecto en particular.  |
| Corredores biológicos        | Mae  | 19 | Las actividades que se lleven a cabo en las unidades no deberán interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos.   |
|                              | Mae  | 20 | No deberán permitirse actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.  |
| Acuíferos                    | Mae  | 21 | Deberán mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.   |
| Escurrimientos               | Mae  | 22 | No se deberán obstruir los escurrimientos que generen el acarreo de sedimentos a las costas o cuerpos de agua.  |
| Reforestación                | Mae  | 23 | Se deberá propiciar la reforestación en las zonas bajo aprovechamiento que estén siendo afectadas por los causantes.  |

| Temas                 | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz   |
|-----------------------|------|----|---|
| Márgenes              | Mae  | 24 | Se deberán conservar los márgenes y orillas de cuerpos y flujos de agua como propiedad pública.   |
| Laderas               | Mae  | 25 | Se deberá proteger la vegetación de las laderas de las montañas.  |
| Explosivos            | Mae  | 26 | Deberá prohibirse el uso de explosivos en zonas de anidación, refugio, reproducción y ciclo de vida de la fauna silvestre.  |
| Protección costera    | Mae  | 27 | En las construcciones al borde del mar deberá respetarse estrictamente el límite federal, conservar la playa y las dunas así como la vegetación nativa, localizar accesos controlados, pero suficientes, causando el mínimo daño a las dunas y establecer capacidades de las playas.  |
|                       | Mae  | 28 | La unidad deberá contar con un programa específico de restauración que garantice su recuperación.   |
| Saneariento           | Mae  | 29 | Deberá establecerse un programa de saneamiento e corto, mediano y largo plazo para los cuerpos de agua y zonas inundables contaminadas.   |
|                       | Mae  | 30 | Deben restablecerse y protegerse los flujos naturales de agua.  |
| Plan de manglo        | Mae  | 31 | Se deberá restaurar la vegetación a la orilla de los cuerpos de agua.   |
|                       | Mae  | 32 | Se deberá restaurar la vegetación a la orilla de los ríos y arroyos utilizando especies nativas, haciendo énfasis en la vegetación nativa y las leguminosas.  |
| Manglares             | Mae  | 33 | Se deben proteger los hábitats naturales y las especies silvestres, incluyendo los nidos e individuos acuáticos y marinos. Tanto las áreas de conservación como las de protección deben contar con un plan de manejo que contemple y fomente el conocimiento de la naturaleza mediante campañas de divulgación, cursos y conferencias en las localidades del lugar y la promoción de un turismo ecológico basado en visitas, centros y senderos interpretativos, campamentos de observación, etc. |
|                       | Mae  | 34 | No se permitirá la alteración del manglar que queda en los esteros del río Nautla.  |
| Esteros               | Mae  | 35 | Deberán evitarse las construcciones sobre los esteros del río Nautla; los humedales y escurrimientos de agua no podrán ser desecados.   |
|                       | Mae  | 36 | La unidad deberá contar con un programa específico de restauración que garantice la recuperación del borde de los ríos (reforestando con especies nativas) y la calidad del agua.   |
| Restauración          | Mae  | 37 | La unidad deberá contar con un programa específico de restauración que garantice la recuperación del manglar así como la calidad del agua y los sedimentos.   |
|                       | Mae  | 38 | Las actividades de restauración ecológica a realizarse en estas unidades, tendrán especial énfasis en el restablecimiento y protección de las poblaciones afectadas de fauna y flora silvestre de importancia para los ecosistemas presentes.   |
| Programa de monitoreo | Mae  | 39 | Se deberá contar con un programa de monitoreo periódico y permanente para la calidad del agua del mar y de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos (ríos, lagunas y pantanos, pozos).  |
|                       | Mae  | 40 | Se deberá contar con un programa de monitoreo periódico y permanente para la calidad de los sedimentos marinos, así como de los ríos, lagunas y pantanos.   |

| Temas                 | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz   |
|-----------------------|------|----|---|
| <b>TEMAS</b>          |      |    |   |
| Conservación de suelo | Ag   | 1  | Se recomienda realizar prácticas tendientes a la conservación de suelos (terrazas, zanjas, acequias de ladera o tipo trinchera, bordes, barreras muertas, programas de reforestación).  |
| Alternativas          | Ag   | 2  | Se recomienda ejercer una agricultura orgánica y diversificada.   |
|                       | Ag   | 3  | Se recomienda la agricultura de cultivos bajo cubierta arbolada.  |
|                       | Ag   | 4  | Se recomienda la agricultura de cultivos perennes y diversificados (café, canela, cedro rojo, chico zapote, etc.)   |
| Cercas vivas          | Ag   | 5  | Se recomienda el establecimiento de cercas vivas de plantas perennes, principalmente frutales y /o forrajes (jobo, chico zapote, marañón, ramón, etc.).   |
| Intensiva             | Ag   | 6  | Se permitirá la agricultura intensiva en pendientes no mayores al 15 % con las especies evaluadas en el mapa anexo de cultivos recomendados.  |
|                       | Ag   | 7  | Se recomienda la agricultura intensiva y diversificada con especies de ciclo corto de acuerdo con el mapa anexo de cultivos óptimos recomendados.   |
| Pendientes            | Ag   | 8  | Las prácticas agrícolas tales como barbecho, surcado y terraceo deben realizarse en sentido perpendicular a la pendiente.   |
| Policultivo           | Ag   | 9  | Se recomienda la agricultura intensiva de cultivos múltiples o policultivos de acuerdo las especies recomendadas en el mapa anexo de cultivos óptimos.  |
| Integral              | Ag   | 10 | Se recomienda el manejo integral del sistema milpa-acahual con árboles aboneros.  |
| Perennes              | Ag   | 11 | Se recomienda el cultivo de especies perennes forrajeras: ramón (Brosimum alicastrum), guaje (Leucaena spp.) etc.   |
|                       | Ag   | 12 | En pendientes mayores al 15 % se recomienda efectuar una agricultura de cultivos perennes de acuerdo a las especies recomendadas en el mapa anexo de cultivos.  |
| Barreras vivas        | Ag   | 13 | Se recomienda el cultivo de maíz-frijol con abonos orgánicos y fertilizantes en barreras vivas (pica-pica Mucuna spp., chipilín Crotalaria spp., etc.)  |
| Curvas de nivel       | Ag   | 14 | En los terrenos abiertos a la agricultura con pendientes entre 5 y 15 % se deberán establecer cultivos en fajas siguiendo las curvas de nivel.  |
| Leguminosas           | Ag   | 15 | Se deberá promover la siembra de leguminosas leñosas en unidades de producción agrícola (Leucaena spp., Erythrina sp.)  |
| Fertilización         | Ag   | 16 | Incorporar material orgánico (galinaza, estiércol y compost) y abonos verdes (p.e. leguminosas) a los procesos de fertilización del suelo en las unidades de producción agrícolas, pecuarias y forestales.  |
| Agroquímicos          | Ag   | 17 | Se deberá llevar a cabo un estricto control de los agroquímicos (fertilizantes, herbicidas, pesticidas) en tierras productivas, particularmente en las zonas de monocultivo de frutales.  |
| Frutales              | Ag   | 18 | Para las áreas destinadas a siembra de frutales se promoverá el establecimiento de cultivos de cobertura de ciclo largo entre las hileras de árboles; preferentemente de especies cobertoras forrajeras o abonos verdes que no interfieran con las especies frutales. |
| Rotación              | Ag   | 19 | Se recomienda efectuar la rotación de cultivos de acuerdo a la siguiente sucesión: gramíneas-leguminosas-hortalizas para mantener la fertilidad del suelo.  |
| Cobertura             | Ag   | 20 | En las unidades de producción donde se cultiven especies anuales se recomienda establecer un cultivo de cobertura al final de cada ciclo del cultivo que será incorporado como abono verde o bien utilizado como forraje en el siguiente ciclo.                       |
|                       | Ag   | 21 | En las unidades de producción de temporal se deberán establecer cultivos de cobertura, por ejemplo: cultivo de chile, maíz, calabaza con cítricos.  |
| Quemas                | Ag   | 22 | Cuando sea preciso la quema de la parcela agrícola o el pasto seco, se deberá abrir una brecha cortafuego alrededor del predio.   |
| Captación de agua     | Ag   | 23 | Se promoverá la captación de agua in situ para cultivos perennes.   |
| NOM                   | Ag   | 24 | Las quemas para apertura o reutilización de terrenos deberán realizarse bajo las disposiciones de la NOM-EM-002-SEMARNAP / SAGAR-1996.  |

| Temas             | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz   |
|-------------------|------|----|---|
| Plagas            | Ag   | 25 | Se recomienda el control biológico en el manejo de plagas.  |
|                   | Ag   | 26 | Se recomienda el control físico y mecánico de insectos.   |
| Agrosilvicultura  | Ag   | 27 | Se recomienda la implementación de sistemas agrosilvícolas (árboles y cultivos de temporada).   |
|                   | Ag   | 28 | Se recomienda la práctica de sistemas agrosilvícolas (árboles, cultivos de temporada y animales/pastizales).  |
| Vegetación nativa | Ag   | 29 | Se debe mantener una franja mínima de 20 m de ancho de vegetación nativa sobre el perímetro de los predios agrosilvícolas.  |
| Cercas vivas      | Ag   | 30 | En todas las parcelas y/o unidades productivas pecuarias se fomentarán las cercas vivas con especies útiles (maderables, energéticas, frutales, medicinales, comestibles etc.)  |
|                   | Ag   | 31 | En las cercas vivas se debe promover la diversificación de especies locales (cedro, caoba, chicozapote, jobos, matalpalos, higueras, etc.)  |
| Rotación          | Ag   | 32 | En áreas agrícolas altamente productivas debe promoverse la rotación de cultivos.   |
| Diversificación   | Ag   | 33 | En áreas productivas con suelos poco aptos deben integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas (chicozapote, mamey, aguacate, mango, plátano, manche, jengibre, cardamomo, chile piquín, cítricos). |
|                   | Ag   | 34 | En las áreas agrícolas con baja capacidad productiva y de uso permanente, deben promoverse los sistemas agrosilvícolas, agroforestales, que proporcionen una cobertura forestal permanente y un sistema productivo diversificado.   |

| Temas           | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz   |
|-----------------|------|----|---|
| <b>TEMAS</b>    |      |    |   |
| <b>PECUARIO</b> |      |    |   |
| Fertilizantes   | P    | 1  | Se recomienda incorporar material orgánico (galinaza, estiércol y composta) y abonos verdes (p.e. leguminosas) a los procesos de fertilización del suelo en las unidades de producción agrícolas, pecuarias y forestales. |
| Reforestación   | P    | 2  | Los terrenos sugeridos para ganadería intensiva o extensiva, cuyas áreas incluyan pendiente mayores al 15 %, deberán ser reforestados y manejados bajo algún sistema silvopastoril.                                       |
| Extensiva       | P    | 3  | Se podrá ejercer la ganadería extensiva solo en pendientes menores al 15 % y bajo cubierta arbolada.  |
| Silvopastoriles | P    | 4  | Se recomienda el establecimiento permanente de sistemas silvopastoriles (árboles y animales/pastizales).  |
|                 | P    | 5  | Las áreas con vegetación arbustiva y/o arbórea con pendientes mayores al 15 % solo podrán utilizarse para el pastoreo en época de lluvias.  |
| Recuperación    | P    | 6  | Todos los predios enfocados a la producción ganadera deberán dejar acahualar o reforestar el 10 % de la superficie de menor rendimiento con vegetación arbórea nativa.  |
| Cerca viva      | P    | 7  | Los pastizales y/o potreros deberán contar con una cerca perimetral de árboles nativos maderables o forrajeros (p.e. palo mulato Bursera simarouba, colorín Erythrina poeppigiana y cocuite).                             |
| Pastos          | P    | 8  | Se permite la introducción de pastizales mejorados y recomendados según las condiciones del lugar y el mapa anexo de cultivos recomendados.   |
| Agostadero      | P    | 9  | Se permite la ganadería extensiva siempre y cuando los hatos no rebasen los coeficientes de agostadero asignados por la Comisión Técnica de Coeficiente de Agostadero (COTECOCA) para esta región.                        |
| Intensificación | P    | 10 | Se promoverá la intensificación de la ganadería en áreas con pendientes menores al 15 % y que tengan como uso predominante el pecuario.   |

| Temas                       | Cve. | Nº              | Temas   |
|-----------------------------|------|-----------------|---|
| <b>TEMAS</b>                |      | <b>FORESTAL</b> |   |
| Fertilizantes               | F    | 1               | Se recomienda incorporar material orgánico (gallinaza, estiércol y compostal) y abonos verdes (p.e. leguminosas) a los procesos de fertilización del suelo en las unidades de producción agrícolas, pecuarias y forestales. |
| Agrosilvopastoril           | F    | 2               | Se recomienda la práctica de sistemas agrosilvopastoriles (árboles, cultivos de temporada y animales/pastizales).   |
| Cercas de vegetación nativa | f    | 3               | Se debe mantener una franja mínima de 20 m de ancho de vegetación nativa sobre el perímetro de los predios agrosilvopastoriles.   |
| Silvopastoril               | F    | 4               | Los terrenos sugeridos para ganadería intensiva o extensiva, cuyas áreas incluyan pendiente mayores al 15 %, deberán ser reforestados y manejados bajo algún sistema silvopastoril.   |
| Regulación                  | F    | 5               | Se regulará el pastoreo de ganado caprino, bovino y ovino en zonas forestales.  |
| Ordenamiento forestal       | F    | 6               | Todas las unidades de producción forestal deberán contar con un ordenamiento forestal y un Programa de Manejo Silvícola autorizado.   |
| Diversificación             | F    | 7               | Se fomentará el cultivo diversificado de especies maderables (cedro rojo, caoba, encino, etc.)  |
| Aprovechamiento de leña     | F    | 8               | El aprovechamiento de leña para uso doméstico debe sujetarse a lo establecido en la NOM-012-RECNAT-1996.  |
|                             | F    | 9               | Debe reglamentarse el uso de leña para la elaboración de carbón.  |

|                        |      |    |  |
|------------------------|------|----|--|
| Temas                  | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz  |
| Dunas costeras         | P    | 11 | Se prohíbe el pastoreo y la quema de vegetación en las dunas costeras.   |
| Forestal               | P    | 12 | No se permitirá el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.  |
| Pendientes             | P    | 13 | No se permitirá el pastoreo en áreas cuya pendiente sea mayor al 20 %.   |
| Composteo              | P    | 14 | Los residuos de la ganadería establecida deberán ser tratados para la elaboración de composta.   |
| Regulación             | P    | 15 | Se regulará el pastoreo de ganado caprino, bovino y ovino en zonas forestales o con vegetación natural.  |
| Rotación               | P    | 16 | Se recomienda intensificar la ganadería siguiendo el esquema rotativo de potreros.   |
| Intensiva              | P    | 17 | Se recomienda la ganadería intensiva bajo una cubierta arbolada de especies arbóreas nativas o leguminosas forrajeras (guaje Leucaena spp., Ramón Brosimun alicastrum, cocotero, etc.).  |
| Diversificación        | P    | 18 | Las unidades productivas de uso pecuario deben asociarse con un uso forestal y/o silvopastoril diversificado con especies nativas forrajeras, forestales, medicinales, energéticas y frutales.   |
| Reforestación          | P    | 19 | No se permite el pastoreo en áreas de reforestación natural o artificial.  |
| Estabulación           | P    | 20 | Se deberá evitar la ganadería extensiva que ramonee libremente en el bosque; se debe promover su estabulación.   |
| Zonas bajas inundables | P    | 21 | Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas al río y/o esteros no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua. |
| Apicultura             | P    | 22 | Se debe fomentar la apicultura combinada con sistemas agrícolas, pecuarios y forestales.   |

|  |      |    |   |
|--|------|----|---|
| Temas  | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz   |
| Aprovechamientos forestales                        | F    | 10 | Se recomienda evaluar para su revocación o renovación o renovación de permisos de extracción forestal actuales, principalmente los de caoba y cedro.  |
| Plantaciones forestales                            | F    | 11 | Se promoverán las plantaciones forestales comerciales de las especies evaluadas y recomendadas en el mapa anexo de cultivos.  |
| Especies nativas                                   | F    | 12 | Se recomienda el cultivo de especies forestales nativas en los terrenos cuya pendiente excede al 15 %.  |
| Diversificación                                    | F    | 13 | En las áreas con potencialidades forestales deberá promoverse la diversificación de especies locales útiles.  |
| Acuaforestía                                       | F    | 14 | Se recomienda la acuaforestía (árboles con pesca).  |
| Mitigación de efectos del aprovechamiento forestal | F    | 15 | Se deberán mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal de acuerdo con la NOM-060-ECOL 1994.  |
|  | F    | 16 | Se deberán mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal de acuerdo con la NOM-061-ECOL 1994.   |
|  | F    | 17 | Se deberán mitigar los efectos adversos ocasionados a la biodiversidad por el aprovechamiento forestal de acuerdo con la NOM-062-ECOL 1994.   |
| Aprovechamiento de no maderables                   | F    | 18 | El aprovechamiento, transporte y almacenamiento de resina de pino deberá sujetarse a los procedimientos, criterios y especificaciones de la NOM-002-RECNAT 1996.  |
|  | F    | 19 | El aprovechamiento, transporte y almacenamiento de raíces y rizomas deberá sujetarse a los procedimientos, criterios y especificaciones de la NOM-004-RECNAT 1996.  |
|  | F    | 20 | El aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos deberá sujetarse a los procedimientos, criterios y especificaciones de la NOM-010-RECNAT 1996.  |
|  | F    | 21 | El aprovechamiento, transporte y almacenamiento de musgo y heno deberá sujetarse a los procedimientos, criterios y especificaciones de la NOM-011-RECNAT 1996.  |
| Supervisión  | F    | 22 | Los aprovechamientos forestales deberán ser supervisados técnicamente.  |
| Viveros  | F    | 23 | Se promoverá el desarrollo de viveros de especies nativas en los distintos pisos altitudinales de la cuenca.  |
| Protección de plantaciones                         | F    | 24 | Se deberán destinar recursos para la protección de nuevas plantaciones (cercado que restrinjan el acceso del ganado)  |
| Plagas e incendios                                 | F    | 25 | Se deberán destinar recursos para la prevención de incendios forestales, así como, para el control de plagas y enfermedades.  |
| Reforestación para restauración                    | F    | 26 | Se recomienda promover programas de reforestación para recuperar las comunidades originales en las áreas destinadas a restauración, que podrían incluir plantaciones comerciales siempre y cuando sean diversificadas y con especies nativas. |
| Aprovechamiento                                    | F    | 27 | Las áreas para aprovechamiento forestal, deberán regularse a través de estudios específicos que garanticen un aprovechamiento sustentable; los permisos de aprovechamiento deberán revisarse anualmente.                                      |

# ANEXO VI. CONCEPTOS BÁSICOS DE VALORACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES

| Temas                      | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz   |
|----------------------------|------|----|---|
| <b>TEMAS PESQUERO</b>      |      |    |   |
| Aprovechamiento            | Pe   | 1  | Se permitirá el aprovechamiento pesquero en los cuerpos de agua.  |
| Estudios poblacionales     | Pe   | 2  | Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas realicen estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera, así como las temporadas de veda para los cuerpos de agua (ros y lagunas) sujetos a políticas de conservación y/o restauración, particularmente para las especies de acamaya y pez bobo. |
| Pesca deportiva            | Pe   | 3  | Se fomentará la pesca deportiva-recreativa de liberación sujeta a las normas específicas.   |
|                            | Pe   | 4  | Se permite la pesca deportiva con base en las especificaciones de la NOM-017-PESC-1994.   |
| Métodos dañinos            | Pe   | 5  | Se prohíbe el uso de métodos químicos, explosivos y eléctricos para el aprovechamiento pesquero.  |
| Investigación              | Pe   | 6  | Se deberán realizar investigaciones que permitan aprovechar especies de valor comercial actualmente subexplotadas.  |
| Pesca comercial            | Pe   | 7  | Se permitirá la pesca comercial de acuerdo a las temporadas de veda, cuotas de captura y artes de pesca establecidas por las autoridades competentes con base en estudios específicos.  |
| Normas de riesgo           | Pe   | 8  | Las actividades pesqueras en el Río Bobos y sus afluentes estarán sujetas a las regulaciones establecidas por la SEMARNAT y SAGARPA y las consideraciones de riesgo en las zonas urbano-industriales.   |
| Artes de pesca             | Pe   | 9  | La captura de especies marinas y dulceacuícolas de arroyos y ríos, se debe llevar a cabo con las artes de pesca aprobadas para cada especie.  |
| Flora y fauna acuática     | Pe   | 10 | La captura de especies de flora y fauna acuáticas en aguas de jurisdicción federal deberán sujetarse a los procedimientos para determinar las épocas y zonas de veda establecidas en la NOM-009-PESC 1993.  |
| Camaron                    | Pe   | 11 | Las capturas de camarón en la zona litoral y esteros del río Nautla se sujetarán a las normas establecidas en la NOM-002-PESC 1993.   |
| Pez Bobo                   | Pe   | 12 | Deberán realizarse estudios poblacionales del pez bobo en el Río Bobos y afluentes que permitan evaluar la situación de esta especie y establecer su veda permanente o temporal.  |
| Langostino                 | Pe   | 13 | Deberá evaluarse y regularse la extracción de langostinos (acamayas) en el Río Bobos y sus afluentes, promoviendo estudios encaminados a su preservación y cultivo.   |
| Reintroducción de especies | Pe   | 14 | Se recomienda la reintroducción de especies nativas en el río.  |
| Temas                      | Cve. | Nº | Criterios Ecológicos de Ordenamiento de la Cuenca Del Río Bobos, Veracruz   |
| <b>TEMAS ACUICULTURA</b>   |      |    |   |
| Encierro                   | Ac   | 1  | Se recomienda la acuicultura de encierro con especies nativas en zonas bajas inundables y cuerpos de agua no contaminados.  |
| Especies exóticas          | Ac   | 2  | Deberá limitarse la introducción de especies exóticas (particularmente tilapia) a los cuerpos de agua con características estuarinas.   |
| Ornamentales               | Ac   | 3  | Podrá realizarse el cultivo controlado en acuarios de especies nativas o exóticas de organismos marinos ornamentales con fines comerciales bajo la normatividad establecida por la SEMARNAT y SAGARPA.  |
| Investigación              | Ac   | 4  | Deberá fomentarse el estudio de poblaciones de fauna nativa acuática susceptibles de ser cultivadas (p.e langostino y camarón).   |
| Lombricultura              | Ac   | 5  | Se recomienda ejercer la lombricultura (Eisenia foetida) para la alimentación de peces, crustáceos, etc.  |

Más allá de la importancia para el desarrollo de la vida per se, los BMM representan la existencia de recursos utilizables por el ser humano. Además, algunos fenómenos que se desarrollan en estos sitios proporcionan beneficios directos y a mediano y largo plazo para las poblaciones humanas, es decir, los BMM son una fuente importante de servicios ambientales. Los cambios en los BMM implican también cambios en la abundancia y calidad de los recursos y los servicios ambientales. El decremento en los recursos y servicios que ofrece el BMM a menudo se asocia con una disminución en la calidad de vida de poblaciones enteras y genera efectos locales y globales, por ejemplo, la pérdida de fertilidad de suelo o la disminución de disponibilidad de agua superficial. Lo anterior se traduce en perjuicios sociales y económicos que conllevan pérdidas de montos exorbitantes de recursos monetarios.

La economía sostenible y la ecológica reconocen que la naturaleza es el sistema de soporte vital de la economía (Costanza et ál. 1997; Bockstael et ál. 2000; Daly y Farley 2010), y en consecuencia las políticas públicas y las decisiones gubernamentales y empresariales deben tener en cuenta la complejidad de los sistemas socio-ecológicos. En este contexto, existen cuatro tipos de capital:

- A) *Construido*
- B) *Social*
- C) *Humano*
- D) *Natural*

El que concierne a esta sección es el capital natural, el cual se centra en los recursos naturales, que pueden ser bienes (renovables y no renovables) o servicios (ecosistémicos) (Daly y Farley, 2010). En términos económicos, el capital natural representa las reservas, ganancias e intereses generados a partir de los bienes naturales, es decir los flujos de bienes y servicios de los cuales dependen las sociedades y economías para su supervivencia (Aronson et ál. 2007). Así, el capital natural se divide a su vez en:

- 1) *Renovable (especies vivas, ecosistemas)*
- 2) *No renovable (petróleo, carbón, diamantes)*
- 3) *Recuperable (atmósfera, agua potable, suelos fértiles)*
- 4) *Cultivado (áreas y sistemas de producción agropecuaria y silvoculturales)*

El capital natural incluye todos los ecosistemas perdurables, así como, los paisajes culturales de los cuales obtenemos servicios y productos (bienes) que permiten nuestro sustento y bienestar sin costos directos de producción.

Los servicios ambientales son los fenómenos de un ecosistema que contribuyen al bienestar humano a través de la seguridad, suministro de materias primas, la salud y la cohesión social (MA, 2005). No siempre es sencillo delimitar los servicios ecosistémicos, por lo tanto los beneficios pueden darse a distintas escalas. Por ejemplo: el agua que se origina en las partes altas de las cuencas hidrológicas o cabezadas de cuenta traslada sus beneficios hacia la región de la cuenca baja. La principal preocupación radica en que en la actualidad existe un proceso de expansión de zonas urbanas y de la frontera agrícola y pecuaria que pone en riesgo a los ecosistemas y con ello a sus servicios ambientales con costos muy altos.

En esta sección se revisan los principales elementos teóricos mediante los cuales se asignan valores económicos a los servicios del Bosque Mesófilo de Montaña y se presentan algunas estimaciones del valor de los servicios ecosistémicos del BMM del Centro de Veracruz, en particular del tipo hidrológico, de captura de carbono y de polinización a manera de subrogados de la totalidad de servicios ambientales. A partir de esto se presentan los esquemas básicos de compensación y pago por servicios ambientales en México. Se concluye con los principios de un análisis de costo-beneficio de varias acciones de conservación y restauración sugeridas y plausibles para la Sierra de Atzalan – Las Vigas.

#### *A. Beneficios de la naturaleza: el enfoque de servicios ambientales*

Los servicios ambientales (SA) son las funciones que resultan de las distintas combinaciones de los procesos físicos, químicos y biológicos que contribuyen al automantenimiento de los ecosistemas. Las distintas combinaciones de estas funciones ecosistémicas sostienen y satisfacen el bienestar de las sociedades humanas (De Groot, 1992; Boyd y Banzhaf, 2007; Seppelt et ál. 2011). El concepto de servicios ambientales es importante para vincular el funcionamiento de los ecosistemas con el bienestar humano (MA 2003; Aronson et ál., 2007; Fisher et ál., 2009).



El decremento en los recursos y servicios que ofrece el BMM a menudo se asocia con una disminución en la calidad de vida de poblaciones enteras y genera efectos locales y globales. Lo anterior se traduce en perjuicios sociales y económicos que conllevan pérdidas de montos exorbitantes de recursos monetarios.



Cuadro A6.1. Funciones, bienes y servicios destacados de los ecosistemas naturales y manejados. Adaptado de Constanza et ál. (1997) y De Groot et ál. (2002)

| FUNCIONES                                     | PROCESOS Y COMPONENTES DEL ECOSISTEMA  | EJEMPLOS DE BIENES Y SERVICIOS RELACIONADOS   |
|---|--|---|
| <b>FUNCIONES REGULADORAS</b>                  |  |   |
| Regulación del clima                          | Cobertura vegetal y procesos biológicos en el clima                          | Mantenimiento de un clima favorable para la salud y las actividades humanas             |
| Calidad del agua                              | Remoción de compuestos tóxicos en el agua por seres vivos                    | Desintoxicación, remoción de sedimentos y control de contaminación del agua             |
| Regulación de nutrientes                      | Almacenamiento y reciclaje de nutrientes por seres vivos                     | Mantenimiento de ecosistemas y suelos productivos                                       |
| Prevención de desastres                       | La estructura del ecosistema retiene y almacena agua y tierra                | Protección contra tormentas e inundaciones  |
| Abasto de agua                                | Filtrado, retención y almacenamiento de agua dulce                           | Provisión de agua para consumo humano   |
| Formación de suelo                            | Desgaste de rocas, acumulación de materia orgánica                           | Mantenimiento de productividad de tierra agrícola                                       |
| Polinización                                  | Papel de los seres vivos en el intercambio de gametos florales               | Polinización de plantas silvestres y cultivadas   |
| Amortiguación de enfermedades                 | Hospederos primarios naturales de organismos hematofagos                     | Evitar la propagación de enfermedades infecciosas y sus vectores en poblaciones humanas |
| Control biológico                             | Control poblacional mediante relaciones tróficas                             | Control de plagas y enfermedades y reducción de daño en cosechas                        |
| <b>FUNCIONES DE HÁBITAT</b>                   |  |   |
| Función de refugio                            | Hábitat adecuado para la existencia de vida silvestre                        | Mantenimiento de diversidad genética y de especies                                      |
| Función de guardería                          | Hábitat adecuado para la reproducción de flora y fauna                       | Mantenimiento de especies comerciales   |
| <b>FUNCIONES PRODUCTORAS</b>                  |  |   |
| Alimento                                      | Conversión de energía solar en plantas, hongos y animales comestibles        | Presencia de especies para cacería y pesca de supervivencia y deportiva                 |
| Materias Primas                               | Conversión de energía solar en biomasa para construcción humana y otros usos | Construcción y manufactura; combustible y energía                                       |
| Recursos genéticos                            | Material genético y evolución en seres vivos                                 | Medicamentos, compuestos químicos útiles, organismos modelo                             |
| Recursos médicos                              | Variedad de compuestos bioquímicos en especies silvestres                    |   |
| <b>FUNCIONES DE INFORMACIÓN</b>               |  |   |
| Información estética                          | Variedad de rasgos paisajísticos atractivos                                  | Disfrute escénico   |
| Recreación                                    | Variedad de paisajes con uso recreativo potencial                            | Turismo de naturaleza   |
| Patrimonio e información cultural e histórica | Variedad de rasgos naturales con valor histórico, cultural o artístico       | Símbolos patrios o culturales; recursos artísticos                                      |
| Ciencia y educación                           | Variedad de rasgos naturales con valor pedagógico                            | Excursiones didácticas y usos pedagógicos de ecosistemas                                |

Existen cuatro tipos básicos de funciones ecosistémicas a las que se asocia la producción de servicios ambientales: de Regulación, de Hábitat, de Producción y de Información. En el Cuadro A6.1 se caracterizan y ejemplifican estas funciones de manera general.

- **Funciones reguladoras:** relacionadas con la capacidad de los ecosistemas de regular los ciclos biogeoquímicos y los procesos biosféricos. Se asocia a servicios de calidad de agua, aire y suelo y de regulación de plagas. Por ejemplo, la retención de sedimentos por las raíces de los árboles del bosque mesófilo de Las Minas hace que el agua de la que se dispone cuenta abajo tenga buena calidad.
- **Funciones de hábitat:** tienen que ver con la provisión de refugio y zonas reproductivas para plantas y animales silvestres, con lo que se mantienen los procesos evolutivos y la diversidad genética. Esto ocurre en el caso de las especies ancestrales de algunos cultivos tradicionales en el país, como maíz, frijol, chile y calabaza.
- **Funciones productoras:** hacen referencia a la síntesis de moléculas orgánicas por organismos autótrofos mediante fotosíntesis. Estas moléculas son empleadas por los organismos consumidores. En ambos tipos de procesos se genera biomasa, lo que se convierte en alimento, materias primas o fuentes de energía para el ser humano. El caso más claro es la producción de productos maderables a partir de árboles.
- **Funciones de información:** se refieren a los procesos de los ecosistemas que contribuyen a la salud humana al ser útiles para el desarrollo cognitivo, la reflexión y las experiencias estéticas. Un ejemplo es la belleza paisajística y los fenómenos naturales singulares que justifican proyectos de ecoturismo y turismo de aventura.

Por su estructura y sus atributos biológicos, los ecosistemas boscosos brindan múltiples servicios ambientales, los cuales se clasifican en cuatro grupos (Carpenter, 2006; MEA, 2005):

- 1) **Provisión:** son indispensables como suministros de materiales básicos para vivir, como alimentos, agua fresca, materiales genéticos, etc. En este punto, los bosques de la Sierra de Las Minas captan agua que es utilizada en los cultivos del distrito agrícola Martínez de la Torre.
- 2) **Regulación:** son todos los servicios que dan soporte a la vida, como la mitigación de inundaciones y sequías, la purificación del aire y agua, la regulación climática y la de enfermedades. Por ejemplo, la captación de agua de niebla en los bosques mesófilos de la Sierra de Las Minas permite que el estiaje no sea tan notorio en los cultivos de esa zona.
- 3) **Soporte:** se refiere a los servicios que sirven como base para el desarrollo de los seres vivos, como la producción de biomasa, nutrientes y formación de suelos. En este caso, la producción de madera muerta y de hojarasca contribuye a la fertilidad del suelo.
- 4) **Culturales:** que se refieren a aquellos servicios que enriquecen la vida humana, incluyendo el valor estético, espiritual y las demás razones sociales que asocian a las comunidades y ecosistemas.



La provisión de estos servicios depende de la funcionalidad de los ecosistemas naturales, lo cual puede ser afectado por actividades antropogénicas. El ser humano, al alterar las funciones de los ecosistemas naturales, afecta la provisión de servicios ecosistémicos al grado que pueden llegar a perderse.

Actualmente, los servicios ambientales son susceptibles de valoración económica (Turpie et ál. 2008). El valor de los SA debe ser cubierto por quienes se benefician de su provisión o por quienes afectan negativamente los ecosistemas, con el objetivo de establecer medidas que restauren la provisión deseada (Aronson et ál., 2007; Brauman et ál. 2007). Esta idea puede favorecer a los propietarios de terrenos en donde existan ecosistemas que generan un flujo importante de S.A.

La cuantificación y la valoración económica de los SA son puntos críticos para la implementación de estrategias de manejo, conservación y restauración del capital natural (Albers et ál.1996; Pearce, 1998; Aronson et ál., 2007; Corbera y Pascual, 2012). Una vez que se establecen lineamientos técnicos para el pago por servicios ambientales, es posible implementar estrategias para la compensación económica por la existencia de SA en determinado sitio.

En México, los servicios ambientales se han incorporado en las políticas públicas desde el año 2003. Esto ha propiciado el incremento de estudios técnicos enfocados en la cuantificación y la provisión espacial de estos servicios. Ese mismo año dio inicio el programa federal de Pago por Servicios Ambientales (PSA), el cual es gestionado e impulsado principalmente por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). El programa tiene como objetivo la conservación de los recursos naturales mediante el pago a propietarios cuyas tierras proporcionan dichos servicios (Muñoz-Piña et ál. 2008; Alix-García et ál. 2013). Los pagos por servicios ambientales son vistos como mecanismos innovadores para la conservación del BMM y como alternativa a la pérdida de medios de vida por procesos que afectan negativamente a los ecosistemas.

La valoración económica de los servicios ambientales permite hacer obvias las externalidades ambientales y reconocer la necesidad de establecer estrategias de concientización acerca del precio de los beneficios que se reciben de los ecosistemas (Pearce, 2007). Además, esto promueve la aparición de mecanismos justos de aprovechamiento de la naturaleza, siempre y cuando se generen enfoques en que los beneficios sean percibidos por un gran número de actores (Jax et ál., 2013). Así, las iniciativas de planeación y priorización de la conservación suelen incluir el enfoque de servicios ambientales en sus propuestas (Chan, 2006), ya que se reconoce que los procesos ecosistémicos pueden alentar crecimiento económico y estar asociados a la mitigación de la pobreza (Adams et ál. 2004; Turner y Daily, 2008).

### B. Los servicios ambientales de los bosques

Los bosques se encuentran entre los ecosistemas terrestres para los que se ha generado más información acerca de los servicios ambientales (Buschbacher, 1990; Bishop y Landell-Mills, 2003; Manson, 2004; Chiabai, 2011). La riqueza de estos ecosistemas es una buena justificación para esta orientación: al menos dos terceras partes de la biodiversidad mundial se encuentran en los bosques (Gardner et ál., 2009). Esta biodiversidad provee beneficios ambientales y económicos esenciales para las actividades humanas, y es más importante en los bosques tropicales (Chiabai 2011). Los principales servicios ambientales de los bosques son la captación de agua, la conservación de la biodiversidad y la captura de carbono, aunque los bosques también son importantes por proporcionar recreación y belleza paisajística y por representar un resguardo invaluable de información genética (Myers, 1997; Bishop y Landell-Mills, 2003; Chiabai, 2011). Las dinámicas ecológicas exclusivas de los bosques favorecen que este tipo de ecosistema se considere entre los más productivos de manera global. Por ejemplo, Myers (1997) considera que de toda la lluvia terrestre del planeta, alrededor de 50% es capturada en los bosques. La importancia de estos servicios ha permitido la creación de esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) orientados a bosques tropicales, tanto a nivel internacional como a nivel local (Farley y Constanza, 2010). Un ejemplo es la estrategia de Reducción de Emisiones Derivadas de la Deforestación y la Degradación Ambiental o "REDD+", que trata de revertir la generación de emisiones antropogénicas de carbono, con beneficios adicionales como la conservación de la biodiversidad de los bosques tropicales (Venter et ál. 2009; Venter et

ál. 2013). La importancia de los valores de los servicios ambientales es tal que ha llegado a sugerirse que la existencia futura de los bosques tropicales depende del éxito de estrategias racionales de manejo (Gardner et ál. 2009). Este aprovechamiento no implica que sea necesaria la alteración de la estructura de los ecosistemas, y existen esquemas de manejo compatibles con la conservación (De Jong et ál. 2000).

En el caso de México, los bosques son una fuente de recursos y servicios ambientales potencialmente aprovechables (Muñoz-Piña et ál. 2008; Balvanera et ál. 2009). Se estima que el valor anual de los aspectos ecosistémicos y sus beneficios asociados de los bosques de México hasta 1994 es como mínimo de 4,000 millones de dólares americanos (Adger et ál. 1995). El potencial de aprovechamiento racional de esos aspectos ha permitido la creación de esquemas por pagos de servicios ambientales en el país: hidrológicos, de captura de carbono y de biodiversidad (Ramírez et ál. 2002; Muñoz-Piña et ál., 2008; Corbera et ál. 2009; Balvanera et ál. 2009; Personal et ál. 2013). El énfasis en estos dos servicios ambientales obedece a problemas relacionados con el abasto y la calidad de agua (Manson, 2004) y con la preocupación por disminuir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera (De Jong et ál. 2002).

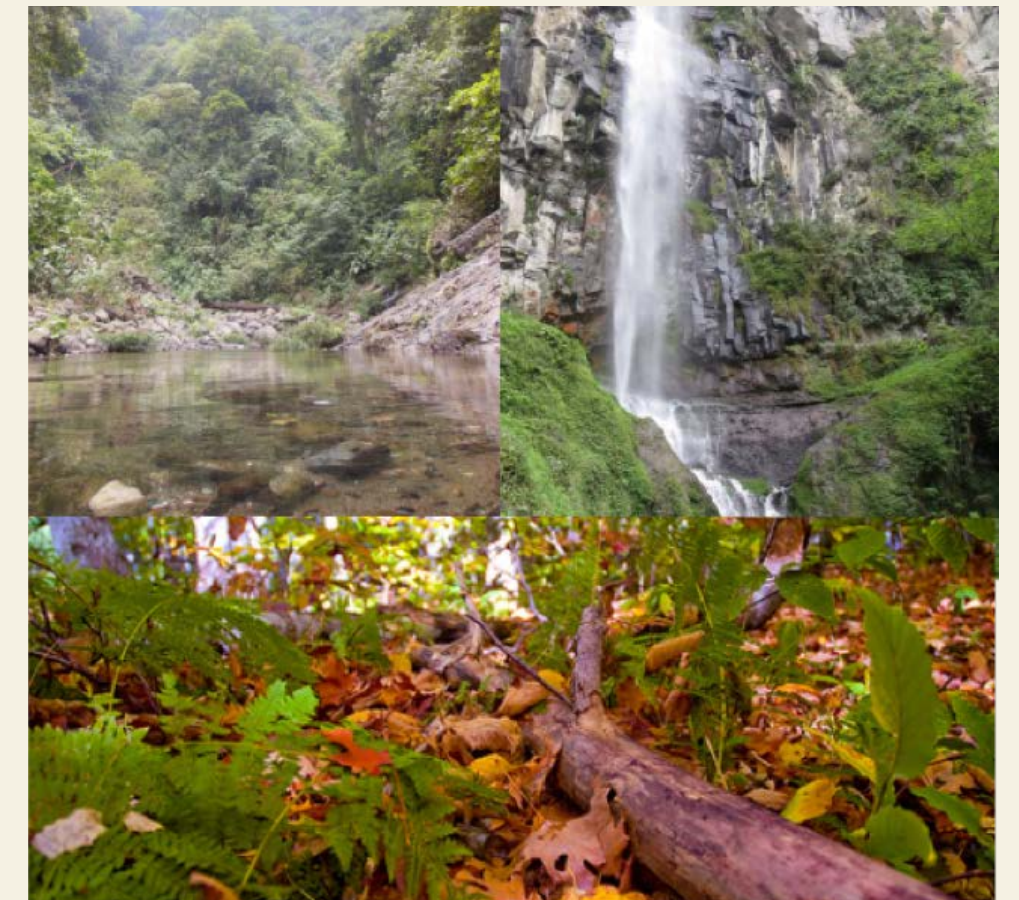


Figura A6.1. Servicios hidrológicos y de captura de carbono

Entre los diferentes tipos de bosque existentes (e.g. Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Espinoso, Bosque de Encino, Bosque de Coníferas), el Bosque Mesófilo tiene los mayores valores de captación hídrica. Esta característica ha hecho que lleguen a ser denominados como "bosques fuente" (Brujinzeel y Hamilton, 2000). Como los bosques se ubican en las "cabeceras" de las cuencas hidricas, es decir, en las zonas de captación de agua, tienen una importante función reguladora en el flujo de agua. Así, los bosques controlan la calidad, cantidad y temporalidad del flujo del agua, y también protegen los suelos de ser arrastrados por el agua, con la consecuente sedimentación y degradación de ríos y esteros y la pérdida de fertilidad en las laderas. El mecanismo de captación de agua en los BMM tiene la particularidad de que no sólo ocurre por el agua de lluvia (precipitación vertical), sino también por la captura de agua de niebla (precipitación horizontal), pues la altura de la vegetación incrementa la probabilidad de que la neblina sea interceptada por los árboles del estrato superior. La gran cantidad de humedad atmosférica y los bajos índices de radiación solar directa permiten que el follaje se mantenga húmedo, lo que origina que el grado de evapotranspiración en los Bosques Mesófilos sea muy bajo (Stadtmüller y Agudelo, 1990). Brujinzeel (2004) estimó que la captación de agua en un Bosque Mesófilo exclusivamente por precipitación horizontal puede ser tan alta como 1,000 mm anuales, lo que mantiene a los suelos húmedos por más tiempo en comparación con otros ecosistemas.

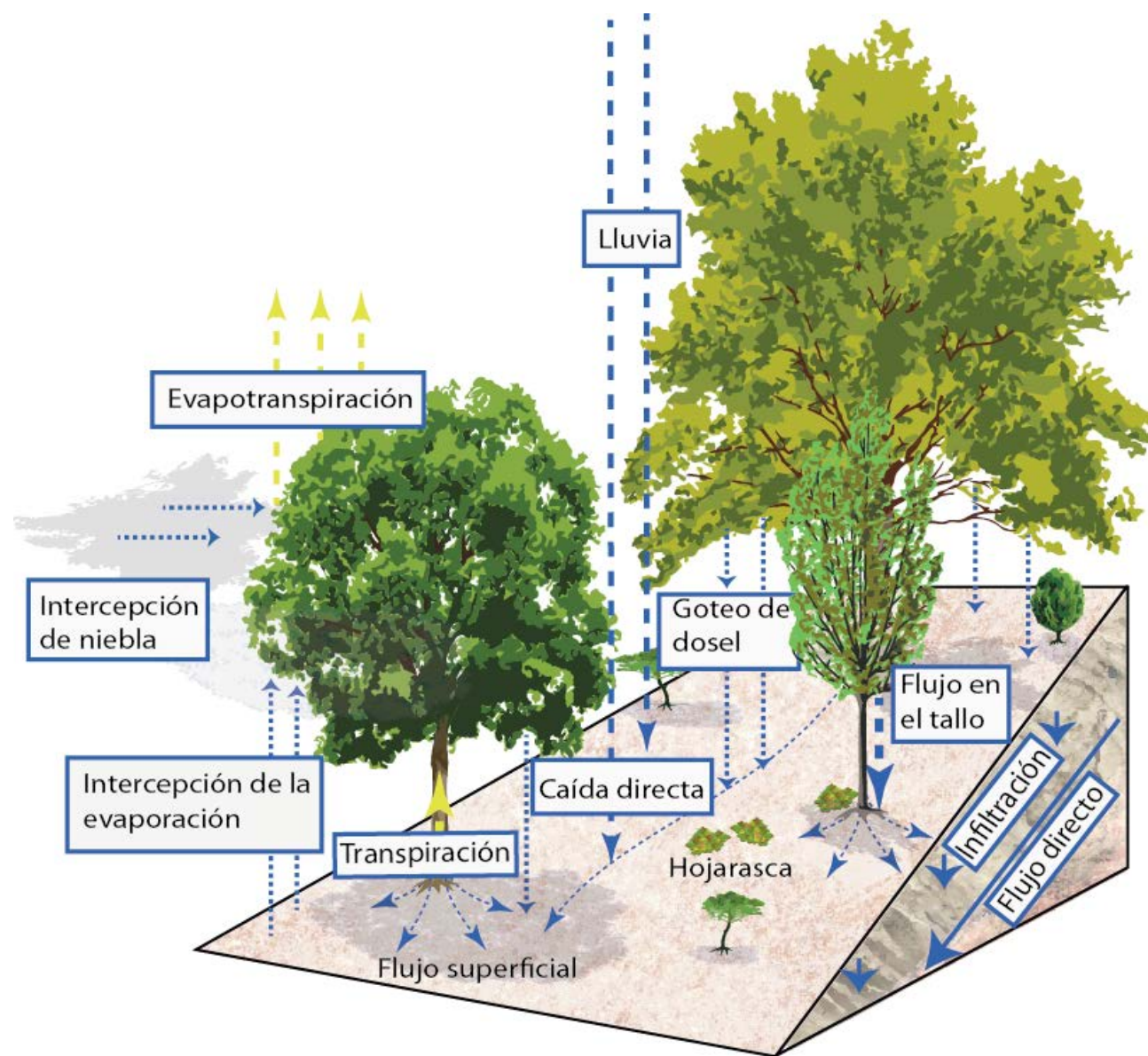


Figura A6.2. Procesos de captación hídrica en el bosque mesófilo de montaña

Como resultado, el escurrimiento de agua en los BMM mantiene el nivel de arroyos y ríos constante, a diferencia de lo que ocurre en otros tipos de bosque o en pastizales (Postel y Thompson, 2005). También por esta razón, el BMM incrementa la infiltración y la retención del agua en el suelo promoviendo la recarga de aguas subterráneas y reduciendo el escurrimiento superficial (Hamilton, 1995). (Fig. A6.2 y Fig. A6.3).

El Bosque Mesófilo también contribuye en la calidad del agua, ya que al ser un tipo de vegetación que rodea los ríos y arroyos, actúa como filtro natural en contra de los contaminantes y sedimentos (Brujinzeel y Hamilton, 2000; Brujinzeel, 2004; Rzedowski, 2006; Holwerda et al. 2008). Este ecosistema abastece de agua a grandes ciudades ya que forma parte de las cabeceras de las cuencas hidrológicas, por lo que su conservación es importante para la disponibilidad de agua destinada a las actividades humanas (Martínez et al. 2009; Santana y Graf, 2009).

En cuanto a la captura de carbono, en el Bosque Mesófilo existe un factor que permite que esta ocurra no únicamente en los tejidos lignificados de los árboles. Debido a las condiciones de alta humedad durante la mayor parte del año no favorece la descomposición de la materia orgánica en los Bosques Mesófilos, por lo que el suelo puede acumularse de manera relativamente rápida en estos ecosistemas. Debido a ello, aún cuando un Bosque Mesófilo llega a su madurez, en el sentido de haber alcanzado un equilibrio entre el crecimiento de biomasa nueva y la muerte de biomasa vieja, la acumulación de carbono en el ecosistema sigue siendo apreciable (Challenger, 1998).

Además de los servicios ambientales hidrológicos y de la captura de carbono, los BMM proporcionan otro servicio muy importante, ligado los procesos hídricos y a la vegetación: la conservación de suelo (Bautista Cruz y Del Castillo, 2005; Price et al. 2011). Los Bosques Mesófilos con una cobertura vegetal bien conservada previenen la pérdida de suelo por erosión (Brujinzeel y Hamilton, 2000). En cambio, la pérdida de vegetación conduce a al aumento de erosión, lo que desemboca en deslaves, avalanchas e inundaciones, que a su vez afectan a los centros poblacionales humanos y compromete su seguridad alimentaria (Price et al. 2011). Perder cobertura forestal inicia un proceso retroalimentado de pérdida del suelo restante, pues al haber árboles cuyas raíces retengan el suelo en condiciones de humedad tan alta, este es deslavado fácilmente, con lo que en las temporadas de mayor precipitación, el suelo es deslavado y sus partículas son arrastradas al caudal de los arroyos y ríos, que aumenta de manera desmesurada. Es muy difícil revertir este proceso, y sólo se ha alcanzado cierto éxito mediante programas intensivos de restauración ecológica que incluyen la reforestación y el favorecimiento de etapas sucesionales avanzadas (Bautista-Cruz y Del Castillo, 2005).



Figura A6.3. Servicios de conservación de suelo, polinización y esparcimiento

Los fenómenos vitales incluidos en el concepto de biodiversidad también son generadores de grandes beneficios. Entre fenómenos ecológicos más importantes para proporcionar bienes y servicios al ser humano está la polinización. Para que este fenómeno se lleve a cabo se necesitan poblaciones saludables de organismos polinizadores, entre los cuales se encuentran abejas, moscas, escarabajos, mariposas, colibríes y murciélagos. La polinización mediada por animales permite la reproducción de la mayoría de las plantas con flores y ese especialmente importante para muchos cultivos a nivel mundial, entre los que se encuentran los frutales y el café. El café es un cultivo fuertemente asociado al Bosque Mesófilo, ya sea porque puede beneficiarse de su cercanía al bosque o porque algunos esquemas de manejo sustituyen al bosque con cafetales con poca diversidad arbórea (Perfecto et ál. 2007). Lamentablemente, el cambio de uso de suelo es uno de los principales factores que afecta tanto la diversidad como la abundancia de polinizadores en los cultivos que rodean a los Bosques Mesófilos (Perfecto et ál. 1997; Vergara y Badano, 2009). En cambio, el manejo adecuado de los árboles de sombra y de otros factores que favorecen ambos atributos de los ensambles de polinizadores está relacionado con una mayor producción cafetalera (Vergara y Badano, 2009).

Otros servicios ambientales de los bosques que pueden originar beneficios económicos y sociales, e incluso ganancias sustanciales si se generan estrategias adecuadas, son el esparcimiento y la apreciación estética (Aylward et ál. 1996; Taylor y Smith, 2000; Price et ál. 2011).

### C. Valoración económica de los servicios y productos ecosistémicos en México

#### 1. Principios de la valoración económica de los ecosistemas y sus servicios

El interés por asignar un valor económico a los ecosistemas y los bienes y servicios que se derivan de ellos surgió debido al reconocimiento de que el bienestar del ser humano se basa en el uso del medioambiente. Este uso puede conllevar complicaciones si se busca maximizar los beneficios obtenidos. Por ejemplo, ¿qué es más conveniente, transformar un bosque para usar su madera y cultivar o conservarlo para percibir los beneficios de los fenómenos que ahí ocurren? (Johansson, 1987). Los esquemas de valoración económica tienen como parte de sus objetivos presentar un marco de referencia para tomar mejores decisiones en materia ambiental y encontrar puntos de equilibrio que favorezcan el desarrollo sustentable y la conservación de ecosistemas y especies amenazadas (Freeman, 1993; MA, 2005; Farley, 2010). A raíz de esto se usan diferentes aproximaciones para hacer la valoración de SA. Estos métodos son adaptables a cualquier tipo de moneda, pese a



Otros servicios ambientales de los bosques que pueden originar beneficios económicos y sociales.



que el valor de los servicios llega a estandarizarse en dólares americanos. En este documento se utilizan tanto valores en pesos mexicanos como en dólares americanos. El primero es preferido cuando existe la información correspondiente. Sin embargo, esta medida implica complicaciones prácticas que a menudo impiden su estimación. Un grupo de métodos para valorar los servicios ambientales estiman montos basándose de manera general en los precios que ciertos bienes o servicios generan una vez que son añadidos a la cadena productiva de manera directa o indirecta. Otra clase de métodos basan sus estimaciones de precio en el sondeo de la disponibilidad de pago por las personas, por medio de encuestas se asignan montos determinados por percibir los beneficios de un servicio o bien ambiental; un ejemplo es el método de valoración contingente. Por último, el método frecuentemente utilizado por su facilidad de aplicación, es el de valor de transferencia de beneficio, que estima el valor económico con base en montos que resultaron de estudios ya realizados en otro sitio y se le asigna a los usos de suelo estudiados.

El uso más común de la valoración de los ecosistemas para la toma de decisiones es en los análisis de costo—beneficio. Estos análisis comparan los beneficios y los costos a la sociedad de políticas, programas o acciones para proteger o restaurar ecosistemas. El objetivo de un análisis costo beneficio es determinar si una población determinada percibirá mayores o menores beneficios en caso de que una política o acción particular sea implementada. Esto requiere enumerar y evaluar todos los beneficios mesurables, sus costos y compararlos. Con este análisis, varias políticas o iniciativas pueden ser comparadas para determinar cuál provee el mayor beneficio económico o ecológico.

Los análisis de coste beneficio sólo son una de muchas maneras posibles de tomar decisiones públicas acerca del entorno natural. Debido a que sólo se enfoca en los costes y beneficios económicos, el análisis de costo—beneficio determina la opción económicamente eficiente. Esto puede o no ser lo mismo que la opción socialmente más aceptable o la más benéfica al medioambiente.

#### 1. Esquemas de PSA en México

En México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la encargada de realizar los análisis oficiales de valoración de servicios ambientales. Los principios del PSA en el país fueron con el Programa de Desarrollo Forestal (PRODEFOR), orientado a apoyar el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas naturales en todo el país, elevar los niveles de producción, productividad y competitividad del sector forestal, y mantener la provisión de los servicios ambientales. En el PRODEFOR se definieron los conceptos y montos de apoyo y los mecanismos de solicitud, asignación y pago de los subsidios mediante la definición de reglas de operación. Este programa tiene como estrategia principal apoyar a los ejidos, comunidades y pequeños propietarios forestales para que mantengan o incrementen la superficie de sus terrenos forestales y ésta sea incorporada a esquemas de manejo técnico, es decir, que cuenten con autorizaciones de aprovechamiento forestal maderable, no maderable y de vida silvestre. Asimismo, promueve que en estos terrenos se ejecuten las mejores prácticas de manejo que garanticen el respeto y mejoría de la capacidad productiva y de regeneración de los ecosistemas bajo aprovechamiento, y que se apliquen las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, especialmente en la construcción de caminos y en acciones como el derribo, extracción y transporte de madera, en la extracción y recolección de productos no maderables y en el manejo del hábitat de la vida silvestre

La operación del PRODEFOR fue transferida a la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en 2001. En 2007 los conceptos de apoyo del PRODEFOR se incorporaron, junto con los de plantaciones forestales comerciales, conservación de suelos y servicios ambientales, a las Reglas de Operación de ProÁrbol. En estas reglas únicas de operación se contempla la existencia de dos iniciativas como parte de la estrategia para la promoción de mecanismos de pago por servicios ambientales en México: el Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) y el Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de Sistemas Agroforestales (PSA—CABSA) (Corbera et ál., 2009; SEMARNAT, 2012). También se apoya el desarrollo de proyectos de secuestro de carbono, pero no la ejecución.

En particular, el programa de Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) puede considerarse el esquema más robusto. Fue concebido para desempeñar un papel preponderante en el manejo de zonas de gran importancia hidrológica en donde otras políticas han sido ineficaces (Muñoz—Piña, 2008). Los servicios ambientales hidrológicos se integran en el manejo de las cuencas hídricas. El manejo de cuencas integrando el PSAH permite sumar aspectos sociales y ecológicos, ya que los ríos y los parteaguas son áreas de confluencia de distintas de delimitaciones geopolíticas (Santana y Graf, 2009). El programa de PSAH es uno de los pilares para la valoración económica de los bosques de México (Manson, 2004), y es particularmente importante para los Bosques Mesófilos.

Por su parte, el PSA—CABSA es el resultado de negociaciones entre asociaciones civiles y el gobierno federal que han desembocado en acciones que favorecen a los ejidos y comunidades rurales que llevan a cabo prácticas agroforestales que favorecen la conservación de la cobertura forestal y de la biodiversidad (Corbera et ál., 2009).



Figura A6.4. Intercepción de nubes por la vegetación del Bosque Mesófilo en Vega de San Pedro, municipio de Altotonga, Veracruz

Cuadro A6.2. Montos de apoyo otorgados por CONAFOR por concepto de Pagos de Servicios Ambientales por tipo de ecosistema. (SEMARNAT, 2012)

| ECOSISTEMA (USV4 INEGI)            | RIESGO DE DEFORESTACIÓN INE            | MONTO PESOS/HA/AÑO | SUPERFICIE ZE (HA) |
|------------------------------------|--|--------------------|--------------------|
| BMM                                | Muy alto                               | 1100               | 47,777.56          |
| BMM                                | Alto, medio y bajo                     | 700                | 1,145,983.50       |
| Bosque de coníferas                | Muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo | 382                | 18,643,528.58      |
| Selva caducifolia                  |  |                    |                    |
| Bosque de encino pino; pino—encino |  |                    |                    |
| Selvas altas perennifolias         | Muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo | 550                | 5,539,897.57       |
| Selva caducifolia y selva espinosa | Muy alto y alto                        | 382                | 3,374,876.79       |
| Vegetación hidrófila (manglar)     | Muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo |                    |                    |
| Selva caducifolia y selva espinosa | Medio, bajo y muy bajo                 | 280                | 19,911,939.35      |
| Zonas áridas y semiáridas          |  |                    |                    |
| Pastizales naturales               | Muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo |                    |                    |
| Totales                            | Superficie total de Zona Elegible PSA  |                    | 48,664,003.35      |

En el siguiente Anexo se aborda la valoración de servicios ambientales de los BMM del Centro de Veracruz y se presentan los montos que son generados por algunos procesos ecosistémicos en la Sierra de Las Minas.

ANEXO VII.  
MODELADO  
DE SERVICIOS  
ECOSISTÉMICOS  
DE LA SIERRA  
DE LAS MINAS

Con el objeto de realizar un análisis exploratorio de costo–beneficio, para contrastar los beneficios económicos generados anualmente por una hectárea de BMM versus el valor generado por hectárea para diversos cultivos. Para llevar a cabo este objetivo se recopilaron datos de diversas fuentes para obtener el valor económico generado por los servicios ambientales presentes en una hectárea de BMM (Adger et ál. 1995; Constaza et ál. 1997; Martínez et ál. 2009). Los servicios ambientales contemplados fueron control de la erosión, reciclaje de nutrientes, captación de agua, recreación, calidad de agua y tratamiento de aguas negras, materiales y biomasa, formación de suelo, regulación del clima, captura de carbono y biodiversidad.

De igual forma se hizo una búsqueda de información bibliográfica para obtener los valores de producción para los cultivos agrícolas comprendidos en la región. El valor de producción de los cafetales del Centro de Veracruz fue tomado de Escamilla et ál. (1994). El valor del cultivo de maíz fue tomado de INEGI (2012). El promedio del valor de producción de todos los cultivos fue obtenido del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de SAGARPA (2013). El Cuadro A7.1 resume los valores obtenidos para estos cultivos.

Cuadro A7.1 Comparación del valor económico generado por el BMM y algunos tipos de cultivo importantes en la región

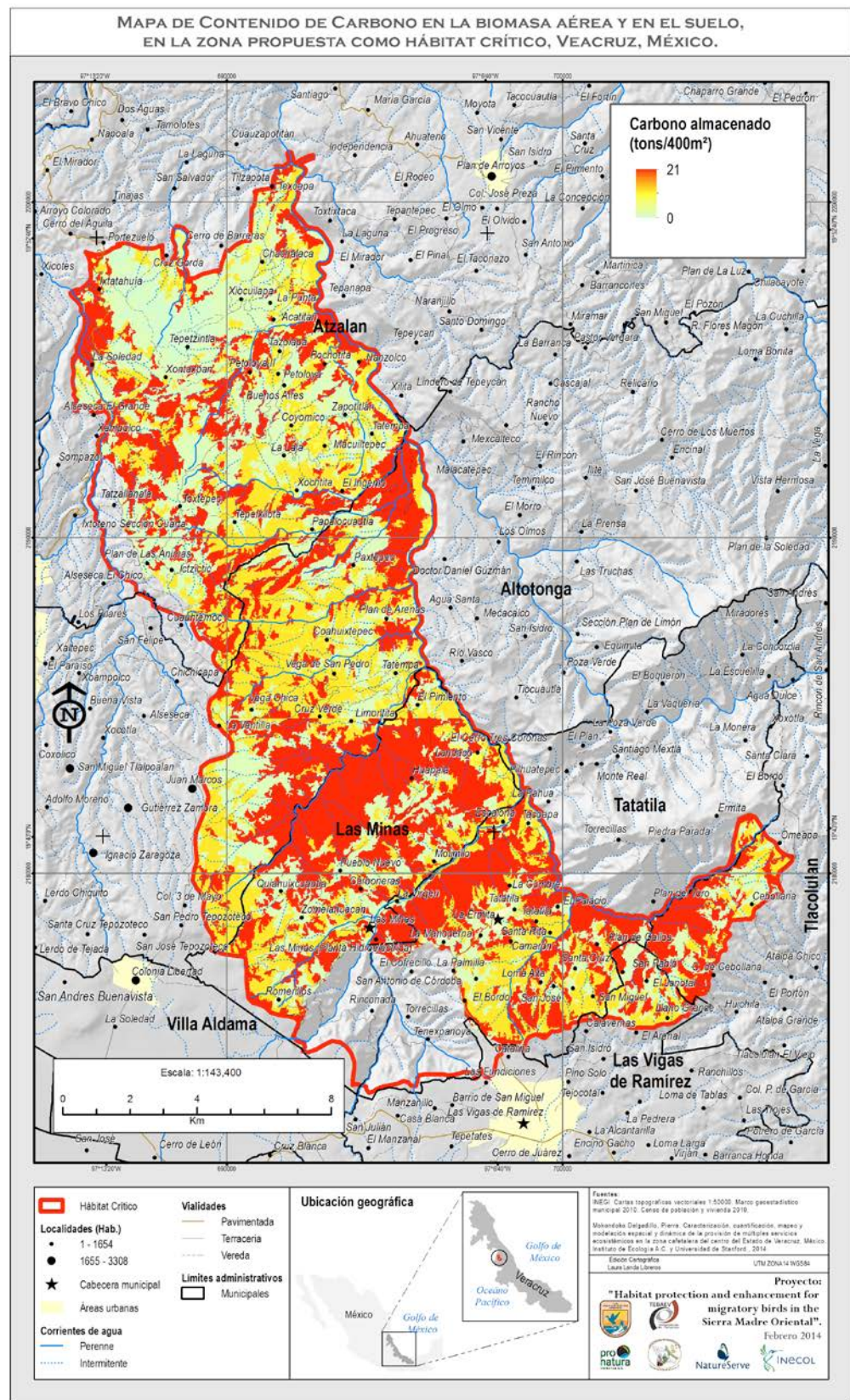
| Tipo de vegetación                                | Valor total generado (\$ USD/ha/año) |
|---|--------------------------------------|
| Bosque Mesófilo de Montaña                        | \$4,645.00                           |
| Cafetal   |                                      |
| Especializado                                     | \$ 285.90                            |
| Policultivo tradicional                           | \$ 24.70                             |
| Policultivo comercial                             |                                      |
| • Café–Plátano–Naranja–Chalahuite                 | \$2,512.60                           |
| • Café–Plátano                                    | \$ 842.00                            |
| Rusticano   | –\$ 25.80                            |
| Sol   | –\$ 23.40                            |
| Maíz  | \$ 585.32                            |
| Todos los cultivos, distrito Martínez de la Torre | \$1,648.79                           |

Generalmente el valor económico total del BMM es subestimado, dado que no se llegan a valorar todos los servicios ambientales que brinda este ecosistema. A pesar de ello, el valor económico estimado en este trabajo para los S.A. que provee el BMM es mucho mayor que el de los cultivos de café y maíz, dos cultivos muy difundidos en la Sierra de Las Minas. Este valor también es mayor que el promedio de todos los cultivos del distrito productivo “Martínez de la Torre”, al que pertenece parte del área de interés. Esto permite considerar que la conservación de áreas de BMM en la Sierra de Las Minas, por su alta capacidad en brindar múltiples servicios ambientales, tiene un valor económico mayor que el generado por otros usos de suelo.

Además del análisis comparativo basado en datos bibliográficos, también, se cuantificó la provisión de cuatro servicios ambientales en la Sierra de Las Minas. Estos servicios fueron seleccionados con base en su alta importancia en la región, por la sencillez de su valoración y por ser contemplados en los Programas de Pago por Servicios Ambientales (PSA), especialmente en la Agenda ante el Cambio Climático. Para la cuantificación de estos servicios éstos fueron examinados ampliamente a través de definición y modelo de cuantificación.

Los servicios evaluados fueron: almacenamiento de carbono, provisión superficial de agua, retención de nutrientes y retención de sedimentos. El mapeo de estos servicios indudablemente provee información vital que puede promover un manejo más integral de la zona, ya que permite determinar donde son más valiosos estos servicios ecosistémicos, para asegurar que los recursos económicos invertidos tengan un máximo beneficio socioeconómico y ambiental. Además, estos SA son indicadores de la alta capacidad de los ecosistemas en brindar otros SA. Los mapas fueron desarrollados mediante el uso de la herramienta de modelación InVESTv.2.5.6 (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs), del Natural Capital Project (NatCap, 2013). Este programa es capaz de mapear y modelar la provisión de diversos servicios ambientales, además, es capaz de generar escenarios con cambios en la provisión de estos servicios, causados por cambios en el uso de suelo y por futuros impactos generados por el cambio climático. Los mapas obtenidos de este ejercicio representan la capacidad de la zona en proveer algunos servicios ambientales en términos cuantitativos y espaciales.

El Mapa A7.1 presenta información sobre la cantidad de carbono almacenado en la Sierra de Las Minas. Estos valores representan la cantidad de carbono almacenado en los diferentes reservorios de los ecosistemas: en la biomasa aérea, biomasa en el suelo (raíces), biomasa muerta y carbono orgánico en el suelo. Los valores en la provisión de este servicio oscilaron entre 25 y 525 ton C/ha. Entre los diferentes tipos de vegetación de la zona, los bosques, incluido el BMM, tienen los valores más altos de almacenamiento de carbono (525 ton/ha) y ocupan el mayor porcentaje de la superficie en el área. Usando el método de valoración de transferencia de beneficios, calculamos el valor económico en la provisión de este servicio. Los valores utilizados para la evaluación económica se obtuvieron a través de los valores por tonelada el mercado de bonos de carbono o por precio de mercado. Los precios de referencia son \$0.90USD y \$ 2.10 USD (INECC, 2013). En este contexto, el valor de económico de una hectárea de bosque de la Sierra de Las Minas por su capacidad de almacenamiento de carbono oscila entre USD \$ 22.5 y USD \$1,102.5 por año. En contraste, el valor del almacenamiento de carbono de la Sierra de Las Minas por hectárea por año encontrado al modelar con el software InVEST es de USD \$2,090 (Cuadro A7.5). Este valor es superior al de los cultivos representados en el Cuadro A7.1, a excepción del generado por el cafetal en policultivo comercial.



Mapa A7.1. Mapa de almacenamiento de carbono (ton/400m2)

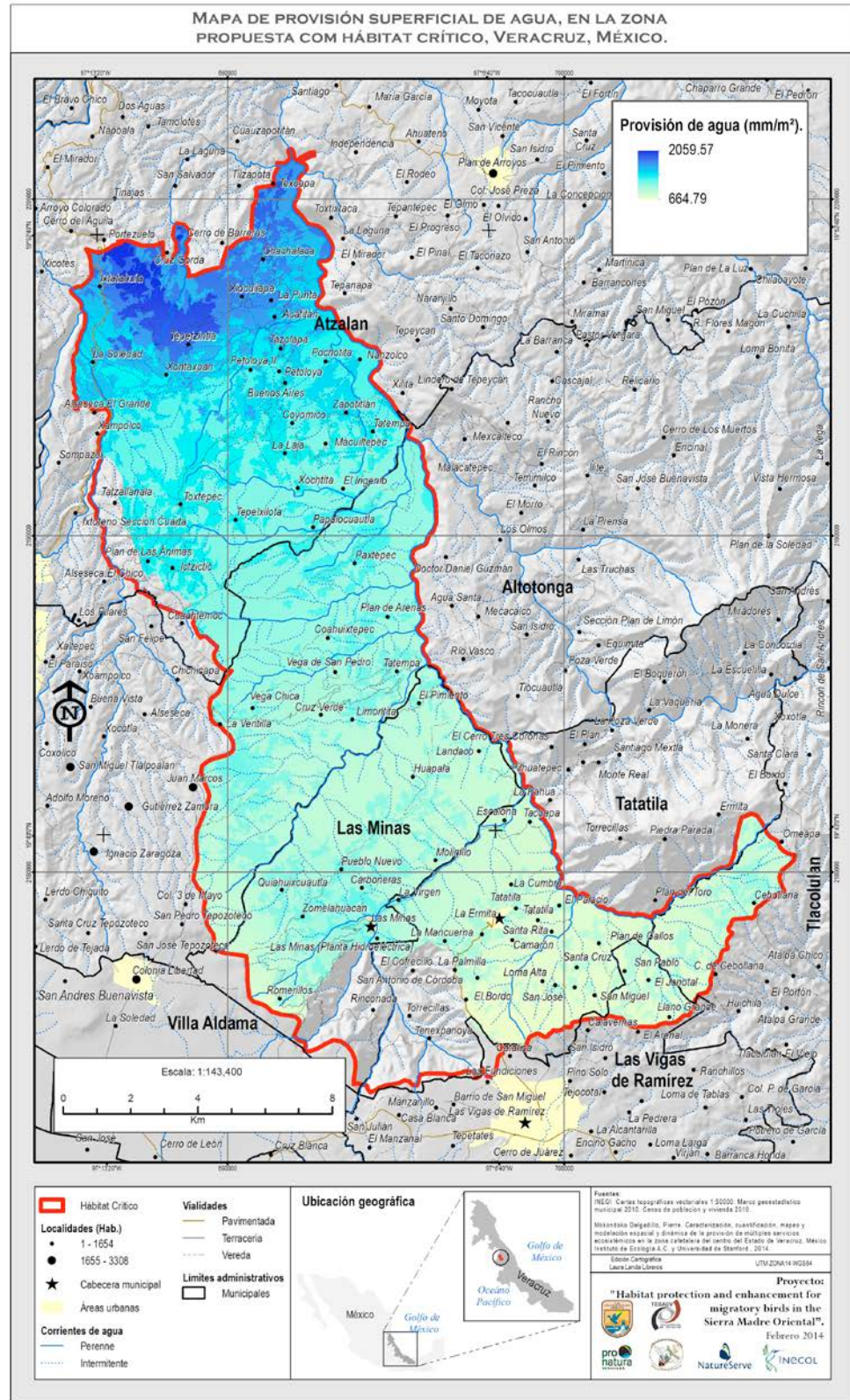
El Mapa A7.2, muestra la provisión superficial de agua para la zona, este es uno de los servicios que presenta una mayor importancia para la región, debido al enfoque hidrológico de los programas de pago por servicios ecosistémicos. Este modelo determina la producción de agua de manera espacial y no presenta información sobre el comportamiento de los caudales para la zona, sin embargo es información muy útil para contar con información sobre el comportamiento hidrológico de Las Minas. La magnitud del servicio varía de entre 321 y los 3,193 mm<sup>2</sup>/año. Para la interpretación de estos resultados es necesario tomar en cuenta las respectivas áreas de cada microcuenca para conocer el volumen total de agua producida. La Sierra de Las Minas abarca cuatro microcuencas que son capaces de proveer altos volúmenes de agua (Cuadro 5). Estas microcuencas son homogéneas en términos de basamentos rocosos, suelo, topografía y clima. En el Mapa A7.2 se pueden ver cuáles son las zonas que tienen una mayor disponibilidad de agua debido a sus condiciones de mayor precipitación. De igual manera, hicimos usos del método de valoración económica de transferencia de de beneficios. En general, se puede considerar que la Sierra de Las Minas tiene una alta capacidad en la provisión de agua, lo que puede generar USD \$3,076 ha/año con base en un valor de referencia internacional de provisión de agua de 0.18 USD/m<sup>3</sup>. Este valor es notablemente mayor al de almacenamiento de carbono, lo que resalta la importancia de los bosques de la zona para el ciclo del agua y los servicios hídricos. La sustitución de los bosques, especialmente de los mesófilos, por plantaciones u otros usos de suelo reduciría notablemente el rendimiento hídrico de la zona.

Cuadro A7.2. Provisión de agua por microcuenca en la Sierra de Las Minas

| Microcuencas  | Vol en m <sup>3</sup> /microcuenca/año |
|---------------|--|
| Tatatila      | 63,824,488                             |
| San Pedro     | 96,219,695.78                          |
| Zapotitlán    | 104,318,497.7                          |
| Nicolás Bravo | 128,361,816                            |

“ La Sierra de las Minas abarca cuatro microcuencas que son capaces de proveer altos volúmenes de agua. ”

Fuente: INEGI. Cartas topográficas sectoriales 1:50,000. Mapa generalizado municipal 2010. Censos de población y vivienda 2010. Metodología Depedillo, Sierra. Caracterización, cuantificación, mapeo y modelación espacial y dinámica de la provisión de múltiples servicios ecosistémicos en la zona cafetalera del centro del Estado de Veracruz, México. Instituto de Ecología y Universidad de Stanford, 2014. Editor Cartografía: Laura Landa Liberos. UTM 20N UTM 14 NAD83A. Proyecto: "Habitat protection and enhancement for migratory birds in the Sierra Madre Oriental". Febrero 2014. Logos de Pronatura, NatureServe e INECOL.



Mapa A7.2. Mapa de la provisión superficial de agua (mm/m<sup>2</sup>/año). Se muestra la producción promedio anual de agua en mm.

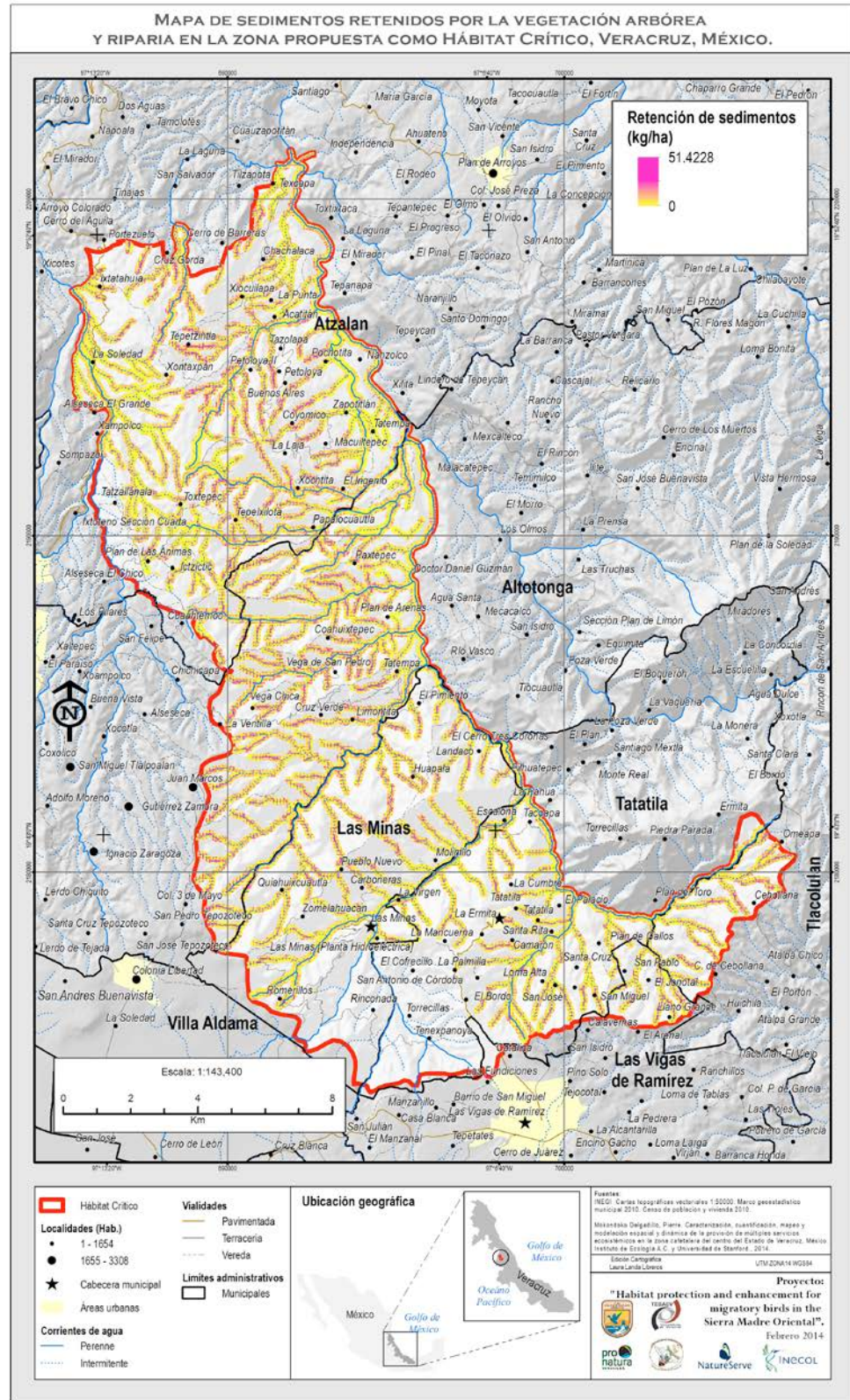
La zona propuesta como Hábitat Crítico también tiene una alta capacidad de retención de nutrientes y sedimentos, lo que está directamente relacionado tanto con la calidad del agua cuenca abajo, como con la conservación del suelo. Las funciones de retención del suelo y nutrientes dependen principalmente de los aspectos estructurales de los ecosistemas, especialmente por la pendiente y por la cobertura vegetal. La vegetación que crece a lo largo de los cauces de los ríos (vegetación riparia), contribuyen en gran medida al control de la pérdida de suelo y la retención de nutrientes. Se encontró que en las microcuencas de la zona se pueden llegar a retener hasta 46,574 ton/año de suelo. Esto es directamente relevante para dos zonas que se consideran críticas en el Programa de OET del Río Bobos (GOEV, 2008) en términos del alto nivel de consumo humano de agua: la primera de éstas se localiza en la parte media alta occidental de la cuenca del Río Bobos en incluye los municipios de Teziutlán, Puebla (localidad de Teziutlán), Jalacingo (localidades de Jalacingo, Guadalupe Victoria, Los Perales, Fco. Barrientos), Altotonga (localidades de Altotonga, Xoampolco, Texacaxco), y poblados que se encuentran en los márgenes de los ríos Ixtlahuacan, Vertedor, Ixtiapan (Municipio de Teziutlan) Jalacingo y Santa Rosalía. La otra zona de muy alto consumo la constituyen porciones del municipio de Martínez de la Torre (localidades de Martínez de la Torre, Independencia, Vega Redonda, La Esperanza, Felipe Carrillo Puerto, Puntilla Aldama, El Pital), Misantla (localidades de La Defensa, La Constancia, La Reforma, Troncones). Dado que se considera que la cuenca del Río Bobos presenta un grado muy alto de alteración de la dinámica funcional (Cotler et ál. 2010) la seguridad de abasto hídrico de estas zonas se verá comprometido en caso de perder cobertura vegetal.

El Mapa A7.3 muestra la alta capacidad que tiene la vegetación de la Sierra de Las Minas en conservar los suelos y evitar que estos lleguen a los cauces de los ríos, reduciendo el azolve y evitando la reducción de la calidad del agua, lo que además interviene en la conservación de los suelos. Los valores de retención de sedimentos en las microcuencas de la Sierra de las Minas se pueden consultar en el Cuadro A7.3. Tales valores se traducen en una retención de suelo de 0 a 5 ton/ha/año. Se estima que el valor de este servicio en la Sierra de Las Minas es de USD \$ 2,300 ha/año.

Cuadro A7.3. Retención promedio de sedimentos por ha para cada microcuencas en la Sierra de Las Minas

| Microcuenca   | ton/ha |
|---------------|--------|
| Tatatila      | 23.062 |
| San Pedro     | 29.536 |
| Zapotitlán    | 32.104 |
| Nicolás Bravo | 25.364 |





Mapa A7.3. Mapa de retención de sedimentos

El Mapa A7.3, muestra la retención de sedimentos por hectárea, estos valores variaron de 0 a 1.4 toneladas por ha. Este modelo de retención de nutrientes da la posibilidad de modelar la retención de N y P, además, determinan la capacidad de la vegetación en retener nutrientes de manera espacial, donde los valores son influenciados por la pendiente y los usos de suelo. En zonas con pendientes más pronunciadas el aporte de sedimentos excede la capacidad e la vegetación en retener estos nutrientes.

Cuadro A7.4. Retención promedio de nutrientes por ha para cada microcuencas en la Sierra de Las Minas

| Microcuenca   | ton/ha |
|---------------|--------|
| Tatatila      | 3.69   |
| San Pedro     | 3.83   |
| Zapotitlán    | 4.78   |
| Nicolás Bravo | 4.12   |

Aunado a los valores de los tres servicios ambientales detallados, también, fue posible estimar el valor económico del control biológico, calidad del agua, la regulación del clima y el hábitat para la zona propuesta como Hábitat Crítico (Cuadro A7.5).

Cuadro A7.5. Valores estimados (en USD) por hectárea por año de seis servicios ambientales en la Sierra de Las Minas

| Servicio Ambiental   | USD/ha/año   |
|----------------------|--------------|
| Captura de carbono   | 2,090        |
| Calidad del agua     | 90           |
| Control biológico    | 45           |
| Regulación del clima | 31           |
| Control de erosión   | 2,300        |
| Hábitat              | 37           |
| Provisión de agua*   | 3,706        |
| <b>Total</b>         | <b>6,669</b> |

La suma de los valores modelados en el programa InVEST está por encima del valor estimado con los montos que aparecen en literatura especializada (Cuadro A7.1). La diferencia es cercana a los USD \$ 2,000, lo que indica que la importancia de la zona es mayor a la de otros BMM.

La pérdida de los ecosistemas forestales de la región, en particular del Bosque Mesófilo implicaría la pérdida de miles de dólares anuales en beneficios generados por esos sistemas naturales, con bajas de recuperación a corto plazo, salvo que se iniciarán proyectos integrales de restauración ecológica. Aunque el precio de estos proyectos pudiera parecer elevado, existe evidencia de que en los primeros años, los proyectos de restauración pueden generar valores importantes de servicios ecosistémicos.

# ANEXO VIII. LISTADO DE ESPECIES AMENAZADAS DE LA SIERRA DE LAS MINAS

## Anfibios

Para la elaboración de este listado se consultó el SNIB acerca de las especies con registradas en el Centro de Veracruz, de manera que su presencia se considera altamente probable en la Sierra de las Minas. La evaluación del grado de amenaza de cada una se basa en las versiones más reciente de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2013b) y de la Red List (IUCN, 2013). La información de ambas fuentes se complementó con la evaluación de las amenazas a las especies mexicanas de anfibios presentada por Frías-Álvares et ál. (2010)

| Familia        | Especies asociadas al BMM del Centro de Veracruz | Endémica de México | NOM-059-SE-MARNAT-2010 (P: peligro de extinción, A: amenaza, Pr: protección especial; NE: no evaluado) | IUCN (CR: critically endangered; DD: data deficient; En: endangered; LC: least concern; Vu: vulnerable) | Principales amenazas (Frías-Álvares et ál. 2010); CUS-Cambio de uso de suelo; SOB-Sobreexplotación; CO-Contaminación; EI-Enfermedades Infecciosas; SIR-Sin información reciente; SD-Sin datos |
|----------------|--|--------------------|--|---|---|
| Bufonidae      | <i>Incilius cavifrons</i>                        | Sí                 | Pr   | EN  | CUS   |
| Bufonidae      | <i>Incilius cristatus</i>                        | Sí                 | Pr   | CR  | CUS, CO, SIR  |
| Bufonidae      | <i>Incilius nebulifer</i>                        | No                 | NE   | LC  | SD  |
| Hylidae        | <i>Agalychnis moreletii</i>                      | No                 | NE   | CR  | SOB, CUS, CO, EI, SIR   |
| Hylidae        | <i>Plectrohyla arborescandens</i>                | Sí                 | Pr   | EN  | CUS, CO, EI   |
| Hylidae        | <i>Hyla arenicolor</i>                           | No                 | NE   | LC  | CO  |
| Hylidae        | <i>Charadrahyla chaneque</i>                     | Sí                 | Pr   | EN  | CUS   |
| Hylidae        | <i>Bromelohyla dendroscarta</i>                  | Sí                 | Pr   | CR  | CUS, EI, SIR  |
| Hylidae        | <i>Ecnomihyla miotypanum</i>                     | Sí                 | NE   | NT  | SOB, CUS  |
| Hylidae        | <i>Megastomahyla mixomaculata</i>                | Sí                 | A  | EN  | CUS   |
| Hylidae        | <i>Megastomahyla nubicola</i>                    | Sí                 | A  | EN  | CUS   |
| Hylidae        | <i>Charadrahyla taeniopus</i>                    | Sí                 | A  | VU  | SOB, CUS  |
| Hylidae        | <i>Ecnomihyla valancifer</i>                     | Sí                 | Pr   | CR  | CUS   |
| Craugastoridae | <i>Craugastor decoratus</i>                      | Sí                 | Pr   | VU  | CUS   |
| Craugastoridae | <i>Craugastor rhodopis</i>                       | No                 | NE   | VU  | CUS   |
| Craugastoridae | <i>Craugastor spatulatus</i>                     | Sí                 | Pr   | EN  | CUS   |
| Microhylidae   | <i>Gastrophryne elegans</i>                      | No                 | Pr   | LC  | CUS   |

|                |  |    |    |    |                       |
|----------------|--|----|----|----|-----------------------|
| Microhylidae   | <i>Gastrophryne usta</i>                   | No | Pr | LC | CUS                   |
| Ranidae        | <i>Lithobates berlandieri</i>              | No | Pr | LC | SOB                   |
| Rhinophrynidae | <i>Rhinophrynus dorsalis</i>               | No | Pr | LC | SD                    |
| Plethodontidae | <i>Bolitoglossa platydactyla</i>           | Sí | Pr | NT | CUS                   |
| Plethodontidae | <i>Chiropterotriton chiropterus</i>        | Sí | Pr | CR | CUS                   |
| Plethodontidae | <i>Chiropterotriton lavae</i>              | Sí | Pr | CR | CUS, CO               |
| Plethodontidae | <i>Parvimolge townsendi</i>                | Sí | A  | CR | CUS, SIR              |
| Plethodontidae | <i>Pseudoeurycea belli</i>                 | Sí | A  | VU | EI, SOB, CUS, SIR, CG |
| Plethodontidae | <i>Pseudoeurycea cephalica cephalica</i>   | Sí | A  | NT | CUS, CG               |
| Plethodontidae | <i>Pseudoeurycea gadovii</i>               | Sí | Pr | EN | CUS                   |
| Plethodontidae | <i>Pseudoeurycea gigantea</i>              | Sí | NE | CR | EI, CUS, CO           |
| Plethodontidae | <i>Pseudoeurycea nigromaculata</i>         | Sí | Pr | CR | CUS, CG, SIR          |
| Plethodontidae | <i>Pseudoeurycea werleri</i>               | Sí | Pr | EN | CUS                   |
| Plethodontidae | <i>Thorius dubitus</i>                     | Sí | Pr | EN | CUS, CG, SIR          |
| Plethodontidae | <i>Thorius pennatulus</i>                  | Sí | Pr | CR | EI, CUS, CG, SIR      |
| Plethodontidae | <i>Thorius schmidtii</i>                   | Sí | NE | EN | CUS                   |
| Plethodontidae | <i>Thorius troglodytes</i>                 | Sí | Pr | EN | CUS, CG, SIR          |
| Salamandridae  | <i>Notophthalmus meridionalis kallerti</i> | No | P  | EN | CUS, CO               |

## Reptiles

Este listado fue realizado a partir de los datos de una consulta al SNIB acerca de las especies con registradas en el Centro de Veracruz, de manera que su presencia se considera altamente probable en la Sierra de las Minas. El grado de amenaza para cada especie se base en las versiones más recientes de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2013b) y de la Red List (IUCN, 2013). La información de ambas fuentes se complementó con la evaluación del grado de amenaza realizado por Wilson et ál. (2010) mediante el Índice de Vulnerabilidad.

| Familia         | Especies asociadas al BMM del Centro de Veracruz (SNIB) | Endémica de México | NOM-059-SE-MARNAT-2010 (P: peligro de extinción, A: amenazada, Pr: protección especial; NE: no evaluado) | IUCN (CR: critically endangered; DD: data deficient; En: endangered; LC: least concern; Vu: vulnerable) | Índice de Vulnerabilidad Ambiental. Wilson et ál. 2013 |
|-----------------|---|--------------------|--|---|--|
| Anguidae        | <i>Abronia chiszari</i>                                 | Sí                 | Pr   | EN  | 17   |
| Anguidae        | <i>Abronia reidi</i>                                    | Sí                 | Pr   | DD  | 18   |
| Anguidae        | <i>Abronia taeniata</i>                                 | Sí                 | Pr   | VU  | 15   |
| Anguidae        | <i>Barisia imbricata</i>                                | Sí                 | Pr   | LC  | 14   |
| Anguidae        | <i>Celestus enneagrammus</i>                            | Sí                 | Pr   | LC  | 14   |
| Anguidae        | <i>Gerrhonotus l. liocephalus</i>                       | No                 | Pr   | LC  | 6  |
| Anguidae        | <i>G. liocephalus ophiurus</i>                          | No                 | Pr   | LC  | 6  |
| Anguidae        | <i>Mesaspis antauges</i>                                | Sí                 | Pr   | DD  | 16   |
| Corytophanidae  | <i>Laemanctus serratus mccoysi</i>                      | No                 | Pr   | LC  | 8  |
| Iguanidae       | <i>Ctenosaura smilis similis</i>                        | No                 | A  | LC  | 8  |
| Iguanidae       | <i>Iguana iguana</i>                                    | No                 | Pr   | NE  | 12   |
| Phrynosomatidae | <i>Sceloporus m. megalepidurus</i>                      | Sí                 | Pr   | VU  | 14   |
| Dactyloidae     | <i>Anolis schiedii</i>                                  | Sí                 | Pr   | DD  | 16   |
| Xenosauridae    | <i>Xenosaurus grandis grandis</i>                       | Sí                 | Pr   | VU  | 9  |
| Boidae          | <i>Boa constrictor constrictor</i>                      | No                 | A  | NE  | 10   |
| Dipsadidae      | <i>Chersodromus liebmanni</i>                           | Sí                 | Pr   | LC  | 12   |
| Colubridae      | <i>Coluber constrictor oaxaca</i>                       | No                 | A  | LC  | 10   |
| Dipsadidae      | <i>Geophis blanchardi</i>                               | Sí                 | Pr   | DD  | 15   |

|               |   |    |    |    |    |
|---------------|---|----|----|----|----|
| Dipsadidae    | <i>Geophis chalybeus</i>                  | Sí | Pr | DD | 15 |
| Dipsadidae    | <i>Geophis dubius</i>                     | Sí | Pr | LC | 13 |
| Dipsadidae    | <i>Geophis mutitorques</i>                | Sí | Pr | LC | 13 |
| Dipsadidae    | <i>Imantodes gemmistratus luciodorsus</i> | No | Pr | NE | 6  |
| Colubridae    | <i>Leptophis ahaetulla praestans</i>      | No | A  | NE | 10 |
| Colubridae    | <i>Leptophis mexicanus mexicanus</i>      | No | A  | NE | 6  |
| Natricidae    | <i>Thamnophis melanogaster</i>            | Sí | A  | EN | 15 |
| Dipsadidae    | <i>Rhadinaea cuneata</i>                  | Sí | Pr | DD | 15 |
| Dipsadidae    | <i>Rhadinaea forbesi</i>                  | Sí | Pr | DD | 15 |
| Dipsadidae    | <i>Rhadinella schistosa</i>               | Sí | Pr | LC | 13 |
| Colubridae    | <i>Salvadora bairdi</i>                   | Sí | Pr | LC | 15 |
| Colubridae    | <i>Tantilla rubra</i>                     | Sí | Pr | LC | 5  |
| Natricidae    | <i>Thamnophis chrysocephalus</i>          | Sí | A  | LC | 14 |
| Natricidae    | <i>Thamnophis eques eques</i>             | N  | A  | LC | 8  |
| Natricidae    | <i>Thamnophis scalaris scalaris</i>       | Sí | A  | LC | 14 |
| Elapidae      | <i>Micrurus elegans elegans</i>           | No | Pr | LC | 13 |
| Elapidae      | <i>Micrurus limbatus spilosomus</i>       | Sí | Pr | LC | 17 |
| Viperidae     | <i>Crotalus intermedius intermedius</i>   | Sí | A  | LC | 15 |
| Viperidae     | <i>Ophryacus undulatus</i>                | Sí | Pr | VU | 15 |
| Viperidae     | <i>Crotalus ravus</i>                     | Sí | Pr | lc | 14 |
| Geomydidae    | <i>Rhinoclemmys areolata</i>              | No | A  | NT | 13 |
| Chelydridae   | <i>Chelydra rossignonii</i>               | No | Pr | VU | 17 |
| Emydidae      | <i>Terrapene mexicana</i>                 | Sí | Pr | NE | 19 |
| Emydidae      | <i>Trachemys scripta cataspila</i>        | No | Pr | LC | 16 |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon herrerae</i>               | Sí | Pr | NT | 14 |
| Kinosternidae | <i>Kinosternon scorpioides</i>            | No | Pr | NE | 10 |
| Kinosternidae | <i>Claudius angustatus</i>                | No | P  | NT | 14 |

## Aves

Este listado fue realizado a partir de los datos de una consulta al SNIB acerca de las especies con registradas en el Centro de Veracruz, de manera que su presencia se considera altamente probable en la Sierra de las Minas. El grado de amenaza para cada especie se base en las versiones más recientes de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2013b), de la Red List (IUCN, 2013) y de la "Neotropical Migratory Bird Conservation Act" (NMBCA). También se presenta una columna con la información del hábito migratorio de cada especie.

| Familia      | Especies asociadas al BMM de Veracruz | Nombre común                | Endémica de México | NOM-059-SEMARNAT-2010 (P: peligro de extinción, A: amenazada, Pr: protección especial; NE: no evaluado) | IUCN (CR: critically endangered; DD: data deficient; En: endangered; LC: least concern; Vu: vulnerable) | NMBCA | Hábito migratorio |
|--------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------|---|---|-------|-------------------|
| Accipitridae | <i>Accipiter bicolor</i>              | Gavilán Bicolor             | No                 | A   | LC  | No    | No migratoria     |
| Accipitridae | <i>Accipiter cooperii</i>             | Gavilán de Cooper           | No                 | Pr  | LC  | Sí    | Migratoria        |
| Accipitridae | <i>Accipiter striatus</i>             | Gavilán Pecho rufo          | No                 | Pr  | LC  | Sí    | Migratoria        |
| Accipitridae | <i>Buteo albonotatus albonotatus</i>  | Aguililla aura              | No                 | Pr  | LC  | No    | No migratoria     |
| Accipitridae | <i>Buteo lineatus</i>                 | Aguililla pecho rojo        | No                 | A   | LC  | No    | No migratoria     |
| Accipitridae | <i>Buteo platypterus</i>              | Aguililla de ala ancha      | No                 | Pr  | LC  | Sí    | Migratoria        |
| Accipitridae | <i>Buteo swainsoni</i>                | Aguililla de Swainson       | No                 | Pr  | LC  | Sí    | Migratoria        |
| Accipitridae | <i>Chondrohierax uncinatus</i>        | Gavilán pico gancho         | No                 | Pr  | LC  | No    | No migratoria     |
| Accipitridae | <i>Colinus virginianus</i>            | Codorniz cotuí              | No                 | SC  | NT  | No    | No migratoria     |
| Accipitridae | <i>Dendrotyx barbatus</i>             | Codorniz coluda veracruzana | Sí                 | Pr  | VU  | No    | No migratoria     |
| Accipitridae | <i>Geranospiza caerulescens</i>       | Gavilán Zancón              | No                 | A   | LC  | No    | No migratoria     |
| Accipitridae | <i>Harpagus bidentatus fasciatus</i>  | Gaviál bidentado            | No                 | Pr  | LC  | No    | No migratoria     |
| Accipitridae | <i>Ictinia mississippiensis</i>       | Milano del Mississipi       | No                 | Pr  | LC  | Sí    | Migratoria        |
| Accipitridae | <i>Ictinia plumbea</i>                | Milano plumizo              | No                 | A   | LC  | No    | No migratoria     |
| Accipitridae | <i>Leptodon cayanensis</i>            | Gaviál cabeza gris          | No                 | Pr  | LC  | No    | No migratoria     |
| Accipitridae | <i>Rostrhamus sociabilis</i>          | Gavilán caracolero          | No                 | Pr  | LC  | No    | No migratoria     |
| Anatidae     | <i>Anas fulvigula maculosa</i>        | Pato tejano                 | No                 | A   | LC  | No    | No migratoria     |
| Anatidae     | <i>Cairina moschata</i>               | Pato real                   | No                 | P   | LC  | No    | No migratoria     |
| Ardeidae     | <i>Agamia agami</i>                   | Garza Agami                 | No                 | Pr  | LC  | No    | No migratoria     |

|                |                                 |                               |    |    |    |    |               |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------|----|----|----|----|---------------|
| Ardeidae       | <i>Egretta rufescens</i>        | Garceta rojiza                | No | Pr | LC | Sí | Migratoria    |
| Ardeidae       | <i>Tigrisoma mexicanum</i>      | Garza Tigre Mexicana          | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Caprimulgidae  | <i>Abeillia abeillei</i>        | Colibrí pico corto            | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Ciconiidae     | <i>Mycteria americana</i>       | Cigüeña americana             | No | Pr | LC | Sí | Migratoria    |
| Cinclidae      | <i>Cinclus mexicanus</i>        | Mirlo acuático norteamericano | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Columbidae     | <i>Geotrygon albifacies</i>     | Paloma perdiz cara blanca     | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Corvidae       | <i>Cyanolyca cucullata</i>      | Chara gorro azul              | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Corvidae       | <i>Cyanolyca nana</i>           | Chara enanan                  | Sí | Pr | VU | No | No migratoria |
| Cotingidae     | <i>Cotinga amabilis</i>         | Cotinga zuleja                | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Cracidae       | <i>Penelope purpurascens</i>    | Pava cojolita                 | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Emberizidae    | <i>Haplospiza rustica</i>       | Semillero pizarra             | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Emberizidae    | <i>Passerina ciris</i>          | Colorín sietecolores          | No | SC | NT | Sí | Migratoria    |
| Fringillidae   | <i>Euphonia gouldi</i>          | Eufonia olivacea              | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Furnariidae    | <i>Automolus ochrolaemus</i>    | Breñero de garganta pálida    | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Furnariidae    | <i>Automolus rubiginosus</i>    | Breñero rojizo                | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Furnariidae    | <i>Dendrocicla anabatina</i>    | Trepatroncos sepias           | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Furnariidae    | <i>Xenops minutus mexicanus</i> | Picolezna liso                | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Heliornitidae  | <i>Heliornis fulica</i>         | Pájaro cantil                 | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Icteridae      | <i>Icterus spurius</i>          | Bolsero castaño               | No | SC | LC | Sí | Migratoria    |
| Icteridae      | <i>Psarocolius montezuma</i>    | Oropédola moctezuma           | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Icteridae      | <i>Psarocolius w. wagleri</i>   | Oropédola cabeza castaño      | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Odontophoridae | <i>Dactylortyx thoracicus</i>   | Codorniz silbadora            | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Parulidae      | <i>Wilsonia canadensis</i>      | Chipe de collar               | No | SC | LC | Sí | Migratoria    |
| Parulidae      | <i>Geothlypis flavovelata</i>   | Mascarita de Altamira         | Sí | A  | VU | No | No migratoria |
| Parulidae      | <i>Oporornis formosus</i>       | Chipe patilludo               | No | SC | LC | Sí | Migratoria    |
| Parulidae      | <i>Helmitheros vermivorum</i>   | Chipe gusanero                | No | SC | LC | Sí | Migratoria    |
| Parulidae      | <i>Dendroica cerulea</i>        | Chipe cerúleo                 | No | SC | VU | Sí | Migratoria    |
| Parulidae      | <i>Dendroica occidentalis</i>   | Chipe cabeza amarilla         | No | SC | LC | Sí | Migratoria    |
| Parulidae      | <i>Vermivora chrysoptera</i>    | Chipe ala dorada              | No | SC | NT | Sí | Migratoria    |

|               |                                   |                        |    |    |    |    |               |
|---------------|-----------------------------------|------------------------|----|----|----|----|---------------|
| Parulinae     | <i>Dendroicachrysoparia</i>       | Chipe mejilla dorada   | No | A  | EN | Si | Migratoria    |
| Parulinae     | <i>Dendroica coronata</i>         | Chipe coronado         | No | SC | LC | si | Migratoria    |
| Picidae       | <i>Campephilus guatemalensis</i>  | Carpintero Pico Plata  | No | Pr | Lc | No | No migratoria |
| Picidae       | <i>Celeus castaneus</i>           | Carpintero Castaño     | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Pipridae      | <i>Manacus candei</i>             | Manquín cuello blanco  | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Psittacidae   | <i>Aratinga holochlora</i>        | Perico mexicano        | Si | A  | LC | No | No migratoria |
| Psittacidae   | <i>Bolborhynchus lineola</i>      | Perico barrado         | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Psittacidae   | <i>Pionus senilis</i>             | Loro corona blanca     | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Ramphastidae  | <i>Aulacorhynchus prasinus</i>    | Tucaneta verde         | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Ramphastidae  | <i>Pteroglossus torquatus</i>     | Arasari de collar      | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Ramphastidae  | <i>Ramphastos sulfuratus</i>      | Tucán pico canoa       | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Strigidae     | <i>Ciccaba nigrolineata</i>       | Búho blanquinegro      | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Sylviidae     | <i>Polioptila plumbea</i>         | Perlita tropical       | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Thraupidae    | <i>Lanio aurantius</i>            | Tángara garganta negra | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Thraupinae    | <i>Chlorospingus ophthalmicus</i> | Chinchinero común      | No | SC | LC | No | No migratoria |
| Tinamidae     | <i>Crypturellus soui</i>          | Tinamú menor           | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Tinamidae     | <i>Tinamus major</i>              | Tinamú mayor           | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Trochilidae   | <i>Campylopterus excellens</i>    | Fandanguero Cola Larga | Si | Pr | NT | No | No migratoria |
| Trochilidae   | <i>Lamprolaima rhami</i>          | Colibrí ala castaña    | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Troglodytidae | <i>Hylorchilus sumichrasti</i>    | Chivirín de Sumichrast | Si | A  | NT | No | No migratoria |
| Trogonidae    | <i>Trogon collaris</i>            | Trogón de collar       | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Turdidae      | <i>Catharus frantzii</i>          | Zorzal de Frantzius    | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Turdidae      | <i>Catharus mexicanus</i>         | Zorzal corona negra    | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Turdidae      | <i>Hylocichla mustelina</i>       | Zorzal maculado        | No | SC | LC | Si | Migratoria    |
| Turdidae      | <i>Myadestes occidentalis</i>     | Clarín jilguero        | No | Pr | LC | No | No migratoria |
| Turdidae      | <i>Myadestes unicolor</i>         | Clarín unicolor        | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Turdidae      | <i>Turdus infuscatus</i>          | Mirlo negro            | No | A  | LC | No | No migratoria |
| Tyrannidae    | <i>Contopus cooperi</i>           | Pibi boreal            | No | SC | NT | Si | Migratoria    |
| Tyrannidae    | <i>Empidonax traillii</i>         | Mosquero saucero       | No | SC | LC | Si | Migratoria    |

|            |   |                     |    |    |    |    |               |
|------------|---|---------------------|----|----|----|----|---------------|
| Tyrannidae | <i>Onychorhynchus coronatus mexicanus</i> | Mosquero real       | No | P  | LC | no | No migratoria |
| Tyrannidae | <i>Platyrinchus cancrominus</i>           | Mosquero pico chato | No | Pr | LC | no | No migratoria |
| Tytridae   | <i>Laniocera rufescens</i>                | Plañidera jaspeada  | No | Pr | LC | no | No migratoria |
| Vireonidae | <i>Aphelocoma unicolor</i>                | Chara unicolor      | No | A  | LC | no | No migratoria |
| Vireonidae | <i>Hylophilus o. ochraceiceps</i>         | Verdillo ocre       | No | Pr | LC | no | No migratoria |
| Vireonidae | <i>Vireo brevipennis</i>                  | Vireo pizarra       | Si | SC | LC | No | No migratoria |
| Vireonidae | <i>Vireo griseus</i>                      | Vireo ojo blanco    | No | SC | LC | Si | Migratoria    |

### Plantas Vasculares

Este listado fue realizado a partir de los datos de una consulta al SNIB acerca de las especies con registradas en el Centro de Veracruz, de manera que su presencia se considera altamente probable en la Sierra de las Minas. El grado de amenaza para cada especie se base en las versiones más recientes de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2013b), de la Red List (IUCN, 2013).

| Familia       | Especies asociadas al BMM del Centro de Veracruz (SNIB) | Endémica de México | NOM-059-SEMARNAT-2010 (P: peligro de extinción, A: amenaza, Pr: protección especial; NE: no evaluado) | IUCN (CR: <i>critically endangered</i> ; DD: <i>data deficient</i> ; En: <i>endangered</i> ; LC: <i>least concern</i> ; Vu: <i>vulnerable</i> ) |
|---------------|---|--------------------|---|---|
| Acanthaceae   | <i>Bravaisia integerrima</i>                            | Si                 | A   | NE  |
| Sapindaceae   | <i>Acer negundo subsp. mexicanum</i>                    | Si                 | Pr  | VU  |
| Actinidiaceae | <i>Saurauia serrata</i>                                 | Si                 | Pr  | EN  |
| Betulaceae    | <i>Carpinus caroliniana</i>                             | No                 | A   | NT  |
| Betulaceae    | <i>Ostrya virginiana</i>                                | No                 | Pr  | NT  |
| Bromeliaceae  | <i>Tillandsia imperialis</i>                            | No                 | A   | NE  |
| Cactaceae     | <i>Aporocactus flagelliformis</i>                       | Si                 | Pr  | NE  |
| Cactaceae     | <i>Disocactus phyllanthoides</i>                        | Si                 | A   | NE  |
| Cornaceae     | <i>Cornus florida L. var. urbiniana Wangerin</i>        | Si                 | Pr  | VU  |
| Clusiaceae    | <i>Calophyllum brasiliense cambess var. rekoj</i>       | No                 | A   | NE  |

|               |  |    |    |    |
|---------------|--|----|----|----|
| Juglandaceae  | <i>Juglans pyriformis</i>                  | Sí | A  | EN |
| Juglandaceae  | <i>Alfaroa mexicana</i>                    | No | Pr | VU |
| Magnoliaceae  | <i>Magnolia dealbata</i>                   | Sí | P  | EN |
| Magnoliaceae  | <i>Magnolia schiedeana</i>                 | Sí | A  | EN |
| Magnoliaceae  | <i>Magnolia mexicana</i>                   | No | A  | VU |
| Orchidaceae   | <i>Laelia anceps</i>                       | Sí | P  | NE |
| Orchidaceae   | <i>Oncidium incurvum</i>                   | Sí | A  | NE |
| Orchidaceae   | <i>Acianthera violaceae</i>                | No | Pr | LC |
| Tiliaceae     | <i>Tilia mexicana</i>                      | Sí | P  | NE |
| Bixaceae      | <i>Amoreuxia wrightii</i>                  | No | P  | NE |
| Pinaceae      | <i>Pinus strobus var. chiapensis</i>       | No | Pr | EN |
| Podocarpaceae | <i>Podocarpus matudae</i>                  | No | Pr | VU |
| Psilotaceae   | <i>Psilotum complanatum</i>                | No | A  | NE |
| Cyatheaceae   | <i>Cyathea fulva</i>                       | No | Pr | NE |
| Cyatheaceae   | <i>Cyathea divergens var. tuerckheimii</i> | No | Pr | NE |
| Cyatheaceae   | <i>Nephelea mexicana</i>                   | No | P  | NE |
| Cyatheaceae   | <i>Alsophila firma</i>                     | No | Pr | NE |
| Sapotaceae    | <i>Sideroxylon capiri</i>                  | No | A  | NE |
| Symplocaceae  | <i>Symplocos coccinea</i>                  | Sí | Pr | VU |
| Dicksoniaceae | <i>Dicksonia sellowiana</i>                | No | Pr | Ne |
| Marattiaceae  | <i>Gymnotheca laxa</i>                     | No | Pr | NE |
| Arecaceae     | <i>Chamaedorea klotzschiana</i>            | Sí | Pr | EN |
| Arecaceae     | <i>Chamaedorea elatior</i>                 | No | A  | NE |
| Zamiaceae     | <i>Ceratozamia mexicana</i>                | Sí | A  | VU |

# ANEXO IX. FICHAS TÉCNICAS DE TAXONES FOCALES: ANFIBIOS Y AVES

## Anfibios

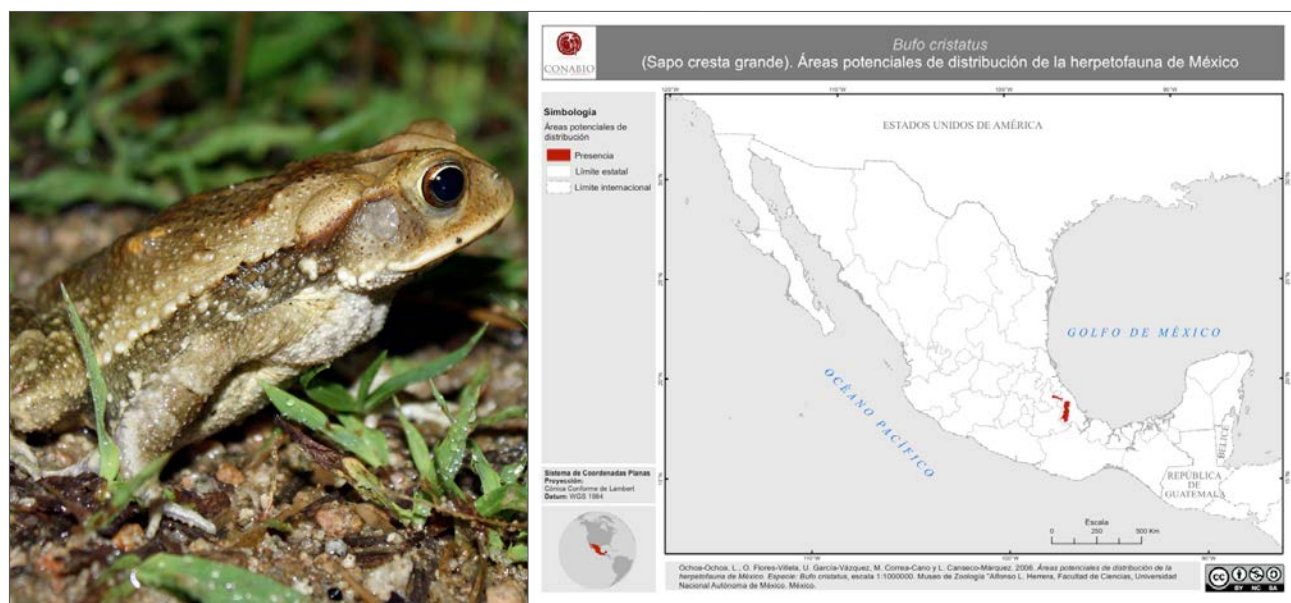
**Familia:** Bufonidae

**Nombre científico:** *Incilius cristatus* (Wiegmann, 1833)

**Sinónimos:** *Bufo cristatus* Wiegmann, 1833; *Bufo cristatus* Wiegmann, 1833; *Bufo occipitalis* Camerano, 1879, *Ollotis cristata* (Wiegmann, 1833)

**Nombre común:** Sapo de Cresta Grandes (esp.), *Large-crested toad* (ing.)

|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| Categoría NOM-059   | IUCN                         |
| Protección Especial | <i>Critically Endangered</i> |



Mapa A9.1. Distribución potencial de *Incilius cristatus*. Fuente: Flores Vilella y Ochoa Ochoa (2010)

**Distribución:** Esta especie se encuentra en la porción central de la Sierra Madre Oriental, en los estados de Puebla y Veracruz, aunque hasta hace poco se pensaba que sólo sobrevivían poblaciones en zonas de la Sierra Norte de Puebla.

**Intervalo altitudinal:** se ha reportado entre 1,300 y 1,400 m snm

**Hábitat:** Bosque Mesófilo de Montaña

### Descripción de la especie

Tamaño: medio. Longitud de la punta del hocico a la cloaca (LHC): machos hasta 54.8 mm, hembras hasta 87.3 mm

### Hábitat

Sólo se ha encontrado en una delgada franja en la vertiente atlántica de los Bosques Mesófilos de, Centro de Veracruz.

### Reproducción

No se sabe mucho de sus hábitos reproductivos, pero se piensa que la reproducción ocurre durante la estación seca en corrientes de agua limpia. Se han reportado machos de tamaño menor al promedio (54.8 mm de LHC) que presentan testículos bien desarrollados y trazas de excrecencias nupciales en las almohadillas de los pulgares, aunque sin hendiduras vocales.

Los renacuajos se encuentran en hasta a un metro de profundidad, atracados en superficies rocosas y cantos rodados con orientación al sotavento.

**Estado de las poblaciones:** disminuyendo.

### Relación con el ser humano.

No es una especie utilizada por el ser humano

### Amenazas

*Incillius cristatus* es afectado negativamente por las actividades humanas, principalmente por el cambio de uso de suelo y la contaminación (Frias – Álvarez et ál. 2010)

### Conservación

Esta especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como "sujeta a protección especial" y en la Red List como "Critically Endangered". Hasta el momento, no existen proyectos oficiales para evaluar sus poblaciones ni planes de protección o de crianza en cautiverio.

### Bibliografía

Canseco-Márquez L, Gutiérrez-Mayén MAG (2006) Herpetofauna del municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla. In: Ramírez-Bautista A, Canseco-Márquez L, Mendoza-Quijano F (eds). Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana No. 3, Distrito Federal, México

### Fichas técnicas existentes (Fuente y ref. bibli. O URL)

Santos-Barrera, G., L. Canseco-Márquez y L. Carrillo 2010. *Incilius cristatus*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <www.iucnredlist.org>. Consultado: Septiembre 2013.

Ramírez Bautista, A. y M. C. Arizmendi. 2004. *Bufo cristatus*. Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W013. México, DF.



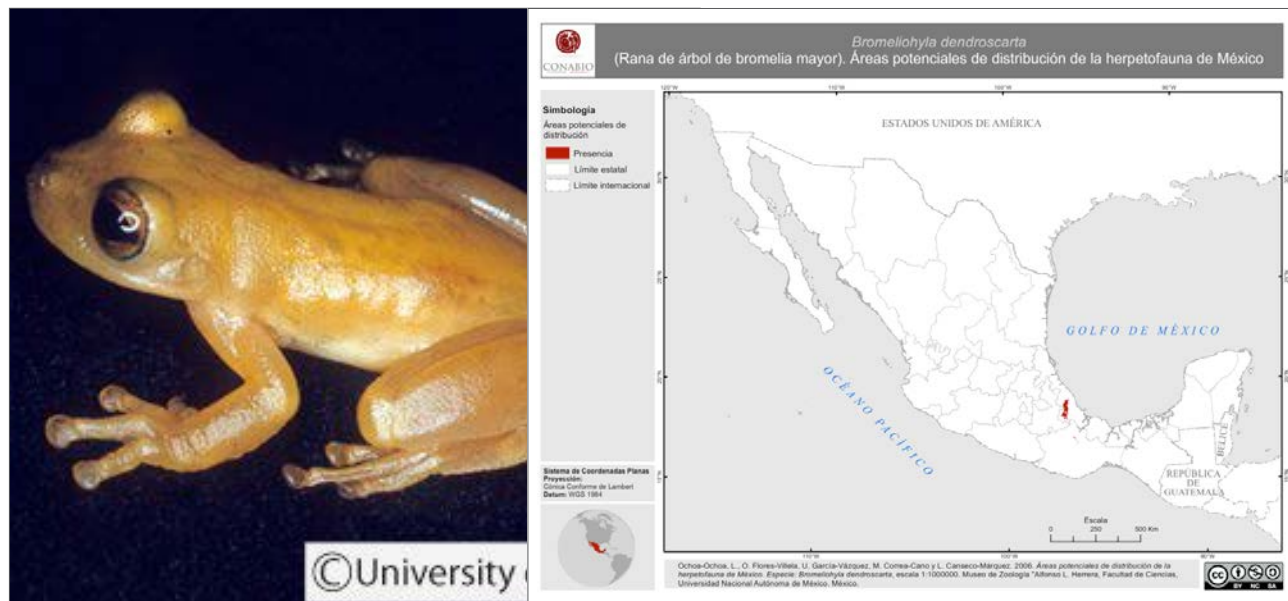
### Familia Hylidae

**Nombre científico:** *Bromelohyla dendroscarta*

**Sinónimos:** *Hyla dendroscarta*

**Nombre común:** Rana de árbol de bromelia mayor

|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| <b>Categoría NOM-059</b> | <b>IUCN</b>                  |
| Protección Especial      | <i>Critically Endangered</i> |



Mapa A9.2. Distribución potencial de *Bromelohyla dendroscarta*. Fuente: Ochoa – Ochoa et ál. (2006)

**Descripción de la especie:** Es una especie pequeña, amarilla, que tiene el hocico puntiagudo en una vista dorsal, una membrana axilar y no tiene marcas distintivas (Duellman, 1970). Los machos de esta especie presentan una LHC máxima de 31.6 mm, y las hembras alcanzan 34.6 mm.

**Distribución:** esta especie se encuentra en la vertiente atlántica de la Sierra Madre Oriental y en la regiones centrales de Veracruz y Oaxaca.

**Intervalo altitudinal:** 450 a 1,900 m snm

**Hábitat:** esta especie habita en bosques mesófilos de montaña bien conservados

**Historia de vida:** Se sabe que depende de bromelias epífitas para reproducción, cría y refugio.

**Reproducción:** no se han hecho observaciones detalladas de sus hábitos reproductivos, sólo se han reportado renacuajos de diferentes edades en bromelias (Taylero, 1940).

**Estado de las poblaciones:** disminuyendo. En la década de 1970 se consideraba una especie infrecuente, pero las búsquedas más recientes han sido infructuosas y no ha sido reportada desde 1974, por lo que es probable que se haya extinguido.

**Relación con el ser humano:** el ser humano no hace uso de esta especie.

**Amenazas:** La alta fragmentación es uno de los principales problemas identificados para la región, así como la pérdida de superficie original debido a los procesos de deforestación. Los cambios en la densidad poblacional también ha sido un factor de riesgo importante, ya que ha aumentado en los últimos 6 años, con una tasa de crecimiento anual de 6.2% (Arriaga et ál. 2000). Es probable que las poblaciones hayan sido afectadas por critidiomicosis.

**Categorías de riesgo:** *Critically Endangered* (Red List). Sujeta a Protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010)

**Conservación:** se requiere identificar los sitios clave para su supervivencia e implementar estrategias de manejo y conservación para estos enfocándolas a nivel de paisaje.

**Fichas técnicas existentes:** Ramírez Bautista, A. y M. C. Arizmendi. 2004. *Hyla dendroscarta*. Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W013. México. D.F.

Georgina Santos-Barrera, Luis Canseco-Márquez 2004. *Bromelohyla dendroscarta*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>

**Estudios existentes (fuente y ref. bibli. O URL)**

No existen estudios recientes

**Bibliografía**

Duellman, W. E. 1970. The Hylid Frogs of Middle America. Museum of Natural History, The University of Kansas. I, II. Kansas, USA.

Flores Villela, O. y L. Ochoa Ochoa. 2010. Áreas potenciales de distribución y GAP análisis de la herpetofauna de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DS009. México D. F

Taylor, E. H. 1940. Two New Anuran Amphibians from Mexico. Proc. U.S. Nat. Mus. 89: 43-47.

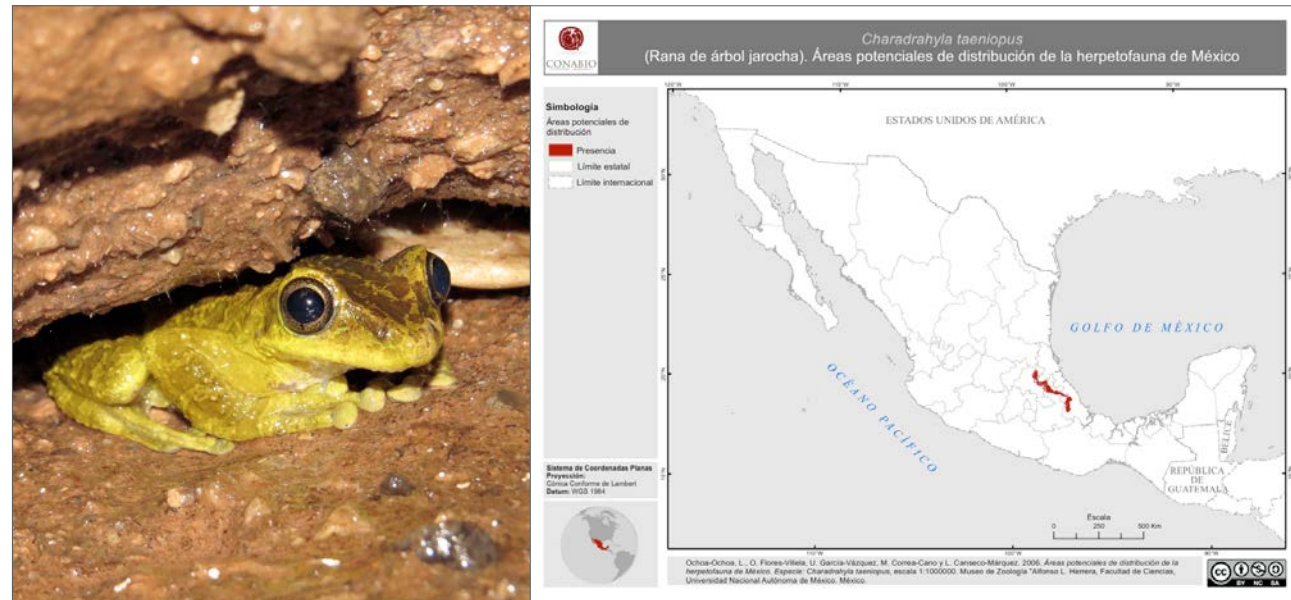
### Familia Hylidae

**Nombre científico:** *Charadrahyla taeniopus* (Günther, 1901)

**Sinónimos:** *Hyla taeniopus* Günther, 1901

**Nombre común:** Calate jarocho, Rana de árbol jarocho (esp.)

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010</b> | <b>IUCN</b>       |
| Amenazada                              | <i>Vulnerable</i> |



Mapa A9.2. Distribución potencial de *Charadrahyla taeniopus*. Fuente: Ochoa-

**Descripción de la especie:** se trata de una rana arborícola de talla moderadamente grande (Duellman, 2001), los machos miden como máximo 65.90 mm de LHC y las hembras llegan a 70.00 mm. Se sabe que hembras y machos son muy similares en su fisonomía, con la diferencia de que las primeras tienen el tímpano ligeramente más grande en relación al diámetro del ojo. Los individuos de esta especie tienen la cabeza tan ancha como el cuerpo, la cual es plana en la región dorsal. Se puede distinguir del resto de las especies del género por la siguiente combinación de caracteres: en perfil dorsal, el hocico es acuminado en machos y truncado en hembras. En perfil lateral, el hocico está gradualmente inclinado hacia abajo, anterior a los nostrilos y resalta más allá de la mandíbula inferior en los machos; éste es redondeado y apenas resalta en hembras. El hocico es moderadamente largo en ambos sexos, y los nostrilos notablemente protuberantes están en un punto cerca de 2/3 de la distancia de los ojos a la punta del hocico.

**Distribución:** esta especie se encuentra en el noroeste de Hidalgo, la región colindante del norte de Puebla y en el centro de Veracruz

**Hábitat:** esta especie habita en bosques mesófilos de montaña bien conservados, con temperaturas bajas y alta humedad. Está asociada a corrientes de agua y a bromelias epífitas.

**Historia de vida:** Se piensa que depende de arroyos pequeños para reproducción, cría y refugio.

**Reproducción:** Se considera ovípara.

**Estado de las poblaciones:** disminuyendo.

**Relación con el ser humano:** el ser humano no hace uso de esta especie.

**Amenazas:** La conversión de bosque a zonas de cultivo hace que se pierdan los sitios idóneos para su reproducción, por ejemplo, ocurre una desaparición grave de bromelias epífitas de tamaño adecuado. En algunos lugares, por ejemplo, en el municipio de Atzalan, Veracruz, esta especie es utilizada para alimentación. No se ha estimado una tasa de consumo, así que no se sabe la gravedad de este impacto.

**Categorías de riesgo:** Vulnerable (Red List). Amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010)

**Conservación:** los sitios en que se ha reportado esta especie no se encuentran dentro de Áreas Naturales Protegidas, por lo que es necesario implementar estrategias integradoras para definir y decretar ANP en que esta especie pueda sobrevivir.

**Fichas técnicas existentes:**

Georgina Santos-Barrera, Luis Canseco-Márquez 2004. *Charadrahyla taeniopus*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>.

**Estudios existentes (fuente y ref. bibli. O URL)**

No existen estudios recientes

**Bibliografía**

Duellman, W. E. 1970. The Hylid Frogs of Middle America. Museum of Natural History, The University of Kansas. I, II. Kansas, USA.

Faivovich, J., Haddad, C.F.B., Garcia, P.C.O., Frost, D.R., Campbell, J.A. and Wheeler, W.C. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: Phylogenetic analysis and taxonomic revision. Bulletin of the American Museum of Natural History 294: 1-240.

Flores Villela, O. y L. Ochoa Ochoa. 2010. Áreas potenciales de distribución y GAP análisis de la herpetofauna de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DS009. México D. F

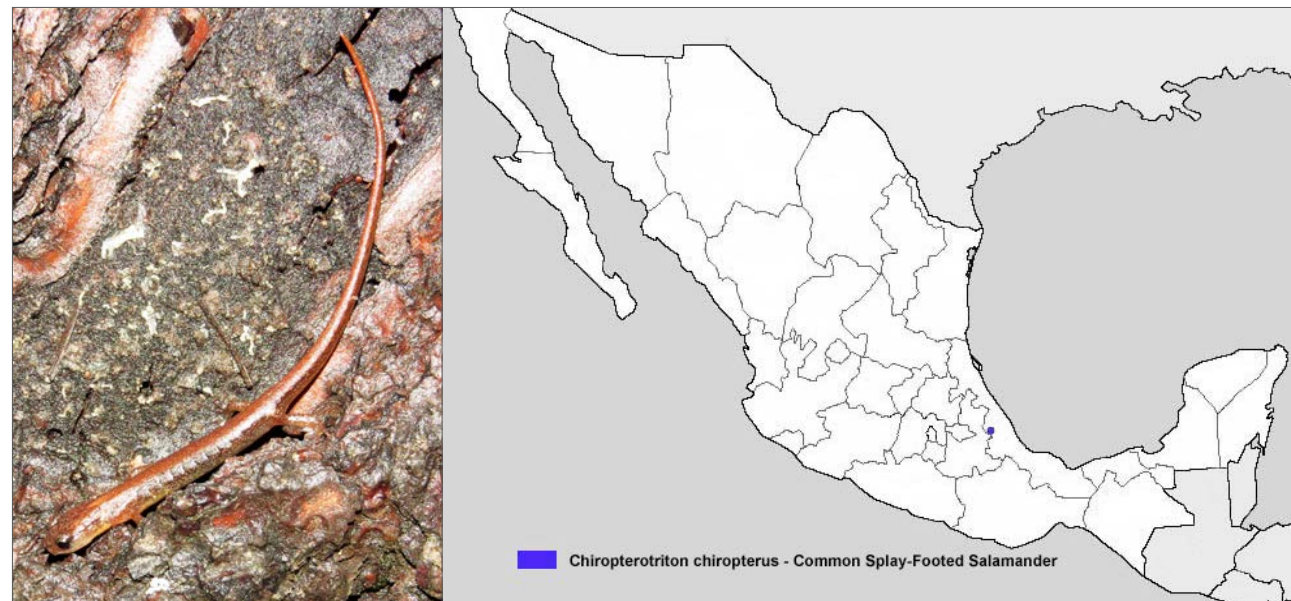
**Familia Plethodontidae**

**Nombre científico:** *Chiropterotriton chiropterus* (Cope, 1863)

**Sinónimos:** sin sinónimos

**Nombre común:** salamandra pie plano común, tlaconete

|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| <b>Categoría NOM-059</b> | <b>IUCN</b>                  |
| Protección Especial      | <i>Critically Endangered</i> |



Mapa A9.4. Distribución conocida de *Chiropterotriton chiropterus* "Salamandra pie plano común".

Fuente: Mexico Herpetology <http://www.mexico-herps.com/caudata/chiropterotriton/chiropterotriton-chiropterus>

**Descripción de la especie:** Es una salamandra de forma alargada y de tamaño pequeño, con una LHC =  $32.8 \pm 2.9$  mm (27 - 39 mm). Su cabeza y extremidades son cortas mientras que la cola que es larga y delgada; es más larga que la suma de la longitud de la cabeza y cuerpo y termina en punta. Además, en la parte dorsal y lateral presenta surcos, dando lugar a una serie de anillos caudales incompletos. Su coloración varía de pardo negruzco a gris claro (pale neutral gray). Los ojos son prominentes mientras que los nostrilos son pequeños. Los dientes maxilares-premaxilares varían según el sexo; en la hembra hay alrededor de 34 en cada lado y en los machos de 6 a 8. Tanto las plantas de los pies como las palmas de las manos tienen apariencia carnosa; los dedos tienen la punta dilatada en forma de cojinetes o tubérculos bien desarrollados; el dedo de las manos de cada extremidad está incluido en la membrana interdigital, también de aspecto carnoso.

**Distribución:** sólo se conoce de los bosques mesófilo del Centro de Veracruz. Hasta antes de este reporte sólo se había reportado de los alrededores de Huatusco, pero la evidencia encontrada en campo sugiere que existen poblaciones importantes en la Sierra de las Minas.

**Hábitat:** habita en localiza en bosques fríos y templados del centro de Veracruz (bosques de *Pinus*, de *Pinus-Abies*, de *Pinus-Quercus*, y bosques mesófilos). El régimen climático de estas zonas se caracteriza por temperaturas templadas y lluvias durante el verano. Los individuos encontrados hasta ahora han sido reportados bajo la corteza de troncos caídos y tocones, y también bajo o entre rocas; es la única especie de salamandras del área que se puede localizar en un sustrato vertical.

**Historia de vida:** es posible que el cortejo y la cópula sucedan en verano y en los primeros días de otoño; en esta última estación se inicia el desarrollo, el cual debe de prolongarse hasta la primavera del año siguiente, y a fines de la cual se efectúa la eclosión. Así, durante el verano, las poblaciones pueden presentar hasta tres grupos de edades (crías, jóvenes y adultos).

**Reproducción:** ovípara

**Estado de las poblaciones:** descendiendo

**Relación con el ser humano:** el ser humano no aprovecha directamente a esta especie. Sin embargo, cuando una persona encuentra algún ejemplar en el campo, suele matarlo, ya que se considera (sin fundamento alguno) que son dañinas y provocan embarazos. No se ha evaluado el impacto de esta tradición en las poblaciones de esta salamandra, pero son necesarias acciones de educación ambiental para evitar matanzas sin sentido.

**Amenazas:** Destrucción de bosques debido a incendios forestales y deforestación de éstos para conversión a zonas habitacionales y plantaciones frutales. Los asentamientos humanos han ido reduciendo el hábitat natural de esta especie, por lo que, los factores de riesgo se han ido incrementando en su área de distribución.

**Categorías de riesgo:** *Critically Endangered* (Red List). Protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010)

**Conservación:** no existen estrategias de conservación particulares para esta especie y no habita en áreas protegidas, por lo que es necesario detectar zonas adecuadas para conservar el hábitat de esta especie.

**Fichas técnicas existentes:**

Gabriela Parra-Olea, David Wake, James Hanken 2008. *Chiropterotriton chiropterus*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Estudios existentes (fuente y ref. bibli. O URL)

No existen estudios recientes, salvo la descripción de la especie con base en caracteres morfológicos y moleculares (Parra-Olea et ál. 2001).

**Bibliografía**

Parra-Olea, G., García-París, M. and Wake, D.B. 1999. Status of some populations of Mexican salamanders. *Revista de Biología Tropical*: 217-223.

Parra-Olea, G., Papenfuss, T.J. and Wake, D.B. 2001. New species of lungless salamanders of the genus *Pseudoeurycea* (Amphibia: Caudata: Plethodontidae) from Veracruz, Mexico. *Scientific papers of the Natural History Museum of the University of Kansas*: 1-9.

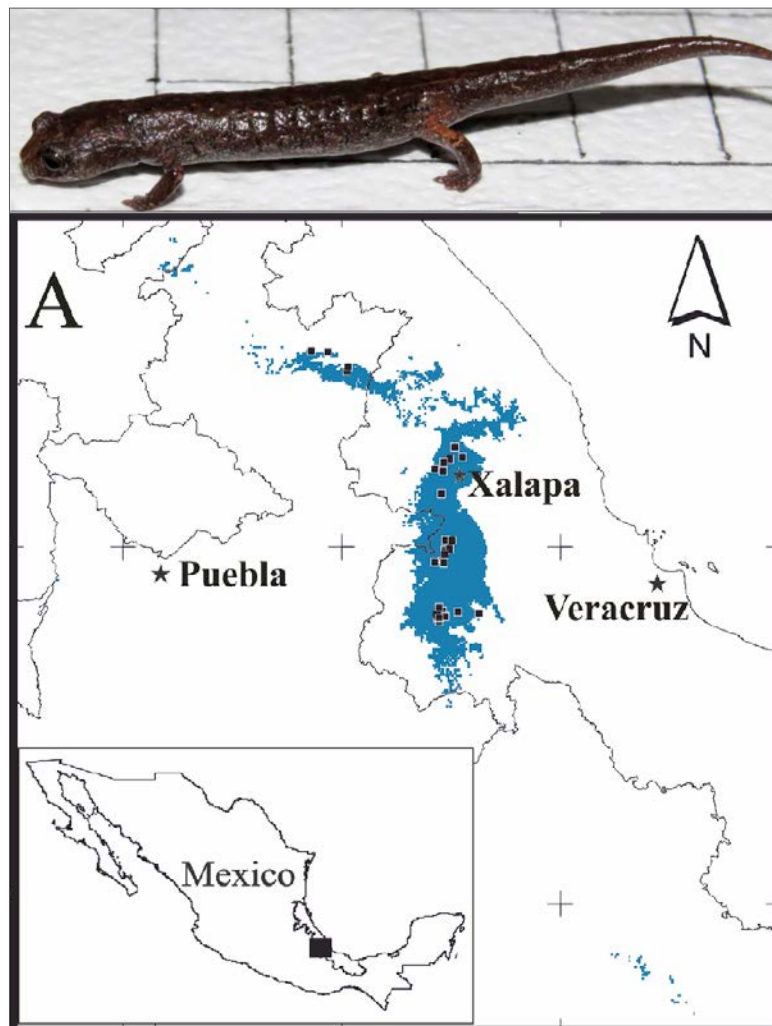
**Familia Plethodontidae**

**Nombre científico:** *Parvimolge townsendi* (Dunn, 1922)

**Sinónimos:** sin sinónimos

**Nombre común:** salamandra enana de Townsend, tlaconete (esp.), **Townsend's Dwarf Salamander** (ing.)

| Categoría NOM-059   | IUCN                         |
|---------------------|------------------------------|
| Protección Especial | <i>Critically Endangered</i> |



Mapa A9.5. Distribución potencial de *Parvimolge townsendi*. Fuente: Sandoval-Comte et ál. 2012

**Descripción de la especie:** esta especie es la única perteneciente al género *Parvimolge*. Mide aproximadamente 50 mm de LHC. Posée un cuerpo esbelto, cola larga y ojos prominentes. Tiene pequeñas glándulas dérmicas acomodadas de manera irregular a lo largo del cuerpo. El color general es pardo, siendo más oscuro en el dorso (aunque presentan manchas claras) y ligeramente más claro en el vientre.

#### Distribución:

**Hábitat:** esta especie habita en bosques de Encino y bosques de niebla. Usualmente se encuentra en bromelias y en el suelo. La evidencia más reciente sugiere que esta especie es adaptable al cambio de uso de suelo mientras se conserven niveles altos de humedad y haya presencia abundante de hojarasca. También puede trepar hasta cierta altura, por lo que se considera que en parte tiene hábitos arborícolas.

**Historia de vida:** se sabe que es una especie totalmente terrestre, ya que deposita sus huevos en zonas húmedas tierra adentro y no requiere de arroyos o charcas. Se piensa que estas salamandras protegen los huevos desde la puesta hasta la eclosión.

**Reproducción:** vivípara, no tiene metamorfosis.

**Estado de las poblaciones:** disminuyendo; pese a que todavía pueden ser localmente abundantes, se considera que sus poblaciones están cada vez más amenazadas por la fragmentación de los bosques.

**Relación con el ser humano:** esta especie no es aprovechada por el ser humano. Cuando una persona encuentra algún ejemplar en el campo, suele matarlo, ya que se considera (sin fundamento alguno) que son dañinas y provocan embarazos. No se ha evaluado el impacto de esta tradición en las poblaciones de esta salamandra, pero son necesarias acciones de educación ambiental para evitar matanzas sin sentido.

**Amenazas:** las actividades humanas que provocan pérdida de cobertura vegetal y de ecosistemas saludables son las principales amenazas para la supervivencia de esta especie. De esta forma, se considera que la urbanización, la expansión de la frontera agrícola y la deforestación están involucradas en la disminución de las poblaciones de esta especie.

**Categorías de riesgo:** *Critically Endangered* (Red List). Amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010)

**Conservación:** no existen estrategias de conservación particulares para esta especie y no habita en áreas protegidas, por lo que es necesario detectar zonas adecuadas para conservar el hábitat de esta especie.

#### Fichas técnicas existentes (Fuente y ref. bibli. O URL)

Parra-Olea, G., D. Wake, J. Hanken y M. García-París 2008. *Parvimolge townsendi*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

[http://www.edgeofexistence.org/amphibians/species\\_info.php?id=569](http://www.edgeofexistence.org/amphibians/species_info.php?id=569)

#### Estudios existentes (fuente y ref. bibli. O URL)

Recientemente, Sandoval – Comte et ál. (2012) evaluaron el estado poblacional de esta especie. Encontraron que localmente es abundante en teselas de bosque mesófilo y en cafetales con sombra diversificada. Al parecer, la presencia de hojarasca y humedad son rasgos ambientales que favorecen la sobrevivencia de las poblaciones de *P. townsendi*.

#### Bibliografía

Dunn, E. R. 1926. The salamanders of the family Plethodontidae. Smith College, Northampton, Massachusetts, U.S.A..

Frost, D. R. 2013. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 7. Electronic Database. American Museum of Natural History, New York, USA.

Sandoval-Comte, A., E. Pineda y J. L. Aguilar-López. 2012. In search of critically endangered species: the current situation of two tiny salamander species in the Neotropical Mountains of Mexico. PLoS ONE 7(4): e34023.

## Aves

### Familia: Accipitridae

**Nombre científico:** *Accipiter cooperii*

**Nombre en Inglés:** Cooper's Hawk

**Nombre común:** Gavilán de Cooper

| Categoría Acuerdo Trinacional | Categoría NOM-059            | IUCN               |
|-------------------------------|------------------------------|--------------------|
| NO                            | Sujeta a protección especial | Preocupación menor |

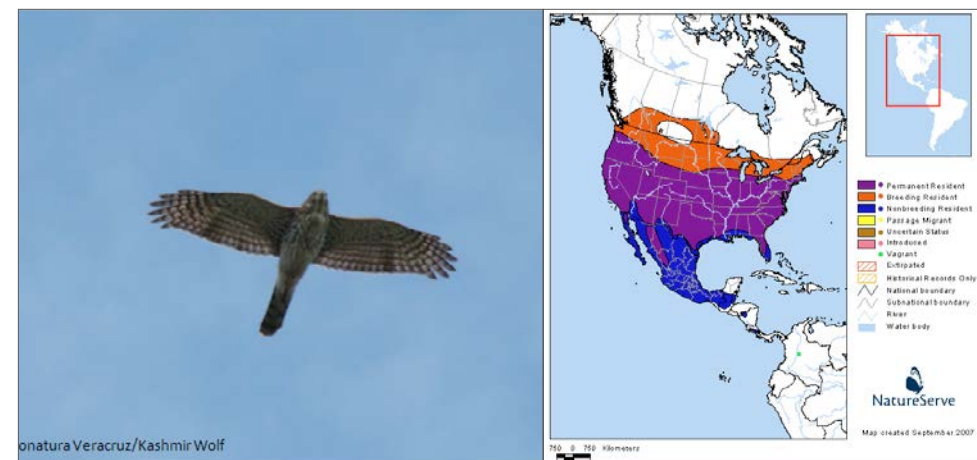


Foto: Pronatura Veracruz/ Kashmir Wolf, Mapa: NatureServe 2007 / Mapa A9.6

### Distribución

0-3000msnm(Howell & Webb, 1995)

**Hábitat:** Bosques de Pino-encino durante la reproducción y en el Invierno Bosques abiertos, bordes y áreas abiertas con árboles dispersos.

Se distribuye desde Canadá, Estados Unidos, México y Centro América, hasta Colombia, visitante en Bermuda y Panamá (BirdLife International 2012).

Bosques de Pino-encino durante la reproducción y en el Invierno Bosques abiertos, bordes y áreas abiertas con árboles dispersos.

### Historia de vida

Esta especie es una de las grandes rapaces de Norte América que ocurre como reproductivo en las montañas de Oeste de México, e inerva desde el Norte de México hasta el Sur de Centro América. Es un *Accipiter* de talla mediana, parecido al *Accipiter striatus*, del cual se distingue por su mayor tamaño, capa oscura y una cola más redondeada. Los juveniles son cafés del lado dorsal y estriados por la parte ventral; son distinguidos de los juveniles de *A. striatus* por la talla, silueta, y las estrías más angostas en la parte ventral. Se alimenta de aves principalmente, las cuales son

atrapadas desde arbustos o en persecuciones aéreas, también caza pequeños mamíferos. Anida construyendo una plataforma de ramas en lo alto de un árbol, usualmente junto a un área abierta (NeotropicalBirds Online, 2010). La población se encuentra decreciendo (BirdLife International 2012)

### Reproducción

Durante el cortejo, los machos emiten un llamado particular para atraer a las hembras. Aparentemente la pareja se queda junta durante toda la temporada reproductiva y ambos padres cuidan de las crías. Esta especie se reproduce entre abril y junio, anidando en un hoyo en el suelo cubierto con hojas de palma; ponen de 5 a 6 huevos blancos que miden 46.6X31mm., la incubación dura entre 28 y 30 días en aves de cautiverio (Rodríguez-Flores et ál 2010).

### Amenazas

Sus principales amenazas son la destrucción y fragmentación del hábitat debido a la explotación forestal, clareos para agricultura, construcción de caminos, desarrollos turísticos, intensa urbanización, creación de ranchos para cría de borregos y siembra de pastizales (BirdLife International 2012).

### Conservación

La población más estable se encuentra en la Sierra Gorda de Querétaro, pero, otras poblaciones están disminuyendo rápidamente y peor aún, muchas de ellas han desaparecido. Se requieren estudios para establecer las necesidades ecológicas de esta especie y de las relaciones genéticas a lo largo de su población; además se necesita la elaboración de un plan de educación ambiental, que detenga la cacería y el trampeo, promoviendo el desarrollo de la agricultura para que la especie no sea considerada como una plaga para el cultivo de maíz. Algunos planes de reintroducción han sido exitosos en México y estudios recientes han demostrado que el uso de grabaciones han sido útiles herramientas para el reconocimiento de individuos fuera del periodo reproductivo (Rodríguez-Flores et ál 2012).

### Bibliografía

Avifauna del Centro de Investigaciones Tropicales Costeras La Mancha, Veracruz, México, RaulOrtiz-Pulido, Gómez de Silva H. et ál. 1995. ActaZoológica Mexicana (n.s.) 66:87-118.

Steve N.G. Howell and Sophie Webb, 1995.A guide to the birds of Mexico and Northern Central America, Oxford University Press.188-189 pp.

Global Raptor Information Network. 2013. Species account: Cooper's Hawk *Accipiter cooperii*. Downloaded from <http://www.globalraptors.org> on 16 May. 2013

BirdLife International 2012.*Turdusinfuscatus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species.Version 2012.2.<[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 May 2013.

2010. Cooper's Hawk (*Accipiter cooperii*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: [http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p\\_p\\_spp=122876](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=122876)

[http://www.peregrinefund.org/explore-raptors-species/Cooper's\\_Hawk](http://www.peregrinefund.org/explore-raptors-species/Cooper's_Hawk)

<http://avesmx.conabio.gob.mx/verave?ave=217>

.....

**Familia: Ramphastidae**

**Nombre científico:** *Aulacorhynchus prasinus*

**Nombre en Inglés:** Emerald toucanet

**Nombre común:** Tucaneta verde

| Categoría Acuerdo Trinacional | Categoría NOM-059            | IUCN               |
|-------------------------------|------------------------------|--------------------|
| NO                            | Sujeta a protección especial | Preocupación menor |

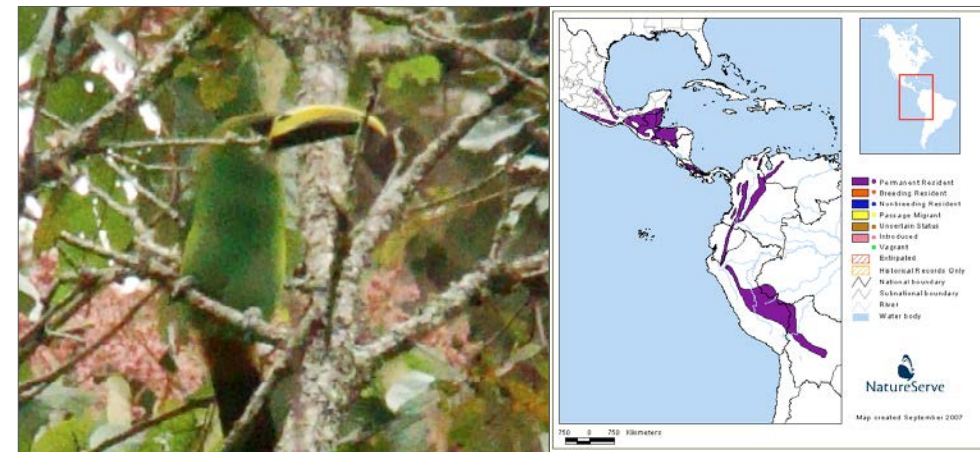


Foto: Kashmir Wolf, Mapa: NatureServe 2007 / Mapa A9.7

**Distribución**

**250-3100 msnm** (Schulenberg, Thomas S. et ál, 2012).

Hábitat: Bosques húmedos a semihúmedos, bordes, plantaciones y claros. Usualmente en grupos de 3 a 10 individuos que se encuentran en alturas medias en el bosque donde se alimentan en silencio (Howell&Webb, 1995).

La Tucaneta esmeralda es residente desde el Sur de México (Norte de San Luís Potosí, Veracruz y Guerrero) hasta el Sur de Santa Cruz en Bolivia. Donde se distribuye en bosques montañosos, con rangos altitudinales que van; en México de los 250-3000m; en Costa Rica de los 800 a los 3000; en Panamá de los 600 a los 2400; en Colombia de los 1600 a los 3000; en Venezuela de los 1700 a los 3100; en Ecuador de los 1500 a los 2600; en el Norte de Perú de los 1200 a 1500; pero en el Sur de Perú, el Oeste de Brasil y el Norte de Bolivia ocurre debajo de los 250 metros de altura (Schulenberg, Thomas S. et ál, 2012).

**Historia de vida**

En cuanto a la alimentación la Tucaneta tiene una dieta muy variada, ya que se alimenta de una gran variedad de frutos y llega al nivel del suelo a consumir invertebrados y vertebrados pequeños. En Monte Verde Costa Rica (uno de los sitios más estudiados) se ha registrado un total de 113 especies de plantas que se encuentran dentro de su dieta. Especialmente árboles frutales pertenecientes a la familia Lauracea (particularmente *Nectandra* spp., *Ocotea* spp., y *Phoebe* spp.) y de Solanaceae (particularmente *Cestrum* spp. y *Solanum* spp.). Dentro de los invertebrados que consume se encuentran arañas, centípodos, ortópteros, homópteros, escarabajos, lepidópteros, moscas e himenóp-

teros; de las presas vertebradas se incluyen crías de aves y huevos, así como también pequeñas lagartijas y serpientes; Se alimenta principalmente en el dosel y en alturas medias, y en algunas ocasiones llega al piso; Toma su alimento perchado desde una rama donde lo alcanza estirándose o colgándose de ésta; Frecuentemente levanta la cola y contrae el cuello mientras se alimenta (Schulenberg et ál., 2012). Actualmente se encuentra en decremento su población Decreciendo (BirdLife International 2012).

**Reproducción**

La mayoría de la información respecto a la reproducción es basada en estudios realizados en Costa Rica. El tiempo en la temporada de reproducción varía geográficamente, lo cual es de esperarse debido a su gran rango latitudinal: Marzo y Junio en México (huevos de Abril a Junio); Marzo y Abril en Costa Rica; Enero a Junio en Colombia. El nido se encuentra en la cavidad en un tronco entre los 2 y los 27m del suelo, la cavidad puede ser un hoyo abandonado de un pájaro carpintero o alguna cavidad natural. La entrada es usualmente ovalada, más alta que ancha de (80mm X 63 mm), los huevos son blancos y elípticos (talla promedio de 32.1 X 23.9 mm.); el tamaño de la puesta varía de entre 1 a 5 pero usualmente es de 3 ó 4. La incubación se inicia al momento de la puesta del segundo huevo y dura 16 días. Ambos sexos incuban los huevos pero la hembras son las que pasan más tiempo que los machos ya que ésta incubaba por la noche. Las crías son alimentadas con frutos y animales cazados por los padres y su tiempo para volar es de 42 a 45 días (Schulenberg et ál, 2012).

**Amenazas**

Es vulnerable a la destrucción de hábitat (Schulenberg, et ál, 2012).

**Conservación**

La lista roja de la IUCN la sitúa en la categoría de preocupación menor debido a que posee un gran rango de distribución, esto a pesar de que se considera que la población mundial está en deceso. Bajo las leyes mexicanas ésta especie se encuentra en la categoría de Sujeta a protección especial (Schulenberg et ál, 2012).

**Bibliografía**

Schulenberg, Thomas S., A.M. Contreras-González, C. Rodríguez-Flores, C. Soberanes-González, M.C. Arizmendi, and Koltén Powell. 2012. Emerald Toucanet (*Aulacorhynchus prasinus*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Neotropical Birds Online. Disponible en: [http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p\\_p\\_spp=298776](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=298776)

BirdLife International 2012. *Aulacorhynchus prasinus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 17 May 2013.

**Familia: Odontophoridae**

**Nombre científico:** *Dendrortyx barbatus*

**Nombre en Inglés:** Bearded Wood-Partridge

**Nombre común:** Codorniz coluda veracruzana, Chivizcoyo.

| Categoría Acuerdo Trinacional         | Categoría NOM-059       | IUCN       |
|---------------------------------------|-------------------------|------------|
| Especies en mayor riesgo de extinción | En peligro de extinción | Vulnerable |



Foto: Pronatura Veracruz/ Kashmir Wolf, Foto Mapa NatureServe 2004 / Mapa A9.8

**Distribución**

900-3100 msnm (BirdLife International, 2013)

**Hábitat:** Bosques de pino-encino y bosques húmedos montañosos (IUCN)

*Dendrortyx barbatus* es una especie confinada a la Sierra Madre Oriental y Sierra Madre de Oaxaca en el Este de México. Censos realizados de 1994 a 1998 confirman la presencia de la especie en distintas áreas del país. En la actualidad se considera que el total de la población es menor de 5 400 individuos (Eitniear et ál. 2000). Se cree que la población más grande se encuentra probablemente en el Estado de Veracruz (2000 individuos), donde se distribuye desde el Oeste de Coatepec hasta la cañada del río Metlac y Orizaba (Howell y Webb 1995), (Eitniear et ál. 2000, J. C. Eitniear in litt. 2004), También se distribuye en la Sierra Gorda del estado de Querétaro y en áreas aledañas (Eitniear et ál. 1999, Eitniear et ál. 2000, Rojas-Soto et ál. 2001, Eitniear y Baccus 2002).

**Historia de vida**

Poseen un pico aserrado adaptado al consumo de semillas, pero, tienen una dieta muy variada que incluye frutas, brotes de hojas, tubérculos e insectos, más sin embargo, durante la época reproductiva y la primera semana del cuidado de los polluelos el consumo de insectos y animales aumenta en esta especie. Para desplazarse realizan vuelos cortos y directos con un aleteo fuerte y profundo, usualmente aleteos rápidos combinados con pequeños planeos.

Son aves tímidas y elusivas que comúnmente se esconden en la vegetación y cuando se alarman, prefieren correr más que volar, haciendo lo último en grupos y hacia distintas direcciones con aleteos sonoros, esto con el objetivo de confundir al posible depredador. Socialmente es una especie gregaria, que después de la temporada de reproducción se mueve en familias, de las cuales muchas pueden encontrarse juntas en ciertas temporadas del año. Estas aves permanecen la mayoría del tiempo en el suelo, ya que sus piernas cortas y fuertes están designadas a ese tipo de comportamiento y por las noches descansan perchadas en árboles altos (Rodríguez-Flores et ál 2010). La población se encuentra decreciendo (BirdLife International 2012).

**Reproducción**

Durante el cortejo, los machos emiten un llamado particular para atraer a las hembras. Aparentemente la pareja se queda junta durante toda la temporada reproductiva y ambos padres cuidan de las crías. Ésta especie se reproduce entre abril y junio, anidando en un hoyo en el suelo cubierto con hojas de palma; ponen de 5 a 6 huevos blancos que miden 46.6 X 31 mm., la incubación dura entre 28 y 30 días en aves de cautiverio (Rodríguez-Flores et ál 2010).

**Amenazas**

Sus principales amenazas son la destrucción y fragmentación del hábitat debido a la explotación forestal, clareos para agricultura, construcción de caminos, desarrollos turísticos, intensa urbanización, creación de ranchos para cría de borregos y siembra de pastizales (BirdLife International 2012).

**Conservación**

La población más estable se encuentra en la Sierra Gorda de Querétaro, pero, otras poblaciones están disminuyendo rápidamente y peor aún, muchas de ellas han desaparecido. Se requieren estudios para establecer las necesidades ecológicas de ésta especie y de las relaciones genéticas a lo largo de su población; además se necesita la elaboración de un plan de educación ambiental, que detenga la cacería y el trampeo, promoviendo el desarrollo de la agricultura para que la especie no sea considerada como una plaga para el cultivo de maíz. Algunos planes de reintroducción han sido exitosos en México y estudios recientes han demostrado que el uso de grabaciones han sido útiles herramientas para el reconocimiento de individuos fuera del periodo reproductivo (Rodríguez-Flores et ál 2012).

**Bibliografía**

Steve N. G. Howell y Sophie Webb, 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. 225 pp.

BirdLife International 2012. *Dendrortyx barbatus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>

Rodríguez-Flores, C., C. Soberanes-González & M.C. Arizmendi. 2010. Bearded Wood-Partridge (*Dendrortyx barbatus*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: [http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p\\_p\\_spp=83751](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=83751)

BirdLife International (2013) IUCN Red List for birds. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 15/05/2013.

[http://www.natureserve.org/infonatura/servlet/InfoNatura?sourceTemplate=Ltabular\\_report.wmt&loadTemplate=Ldetail\\_report.wmt&selectedReport=&summaryView=Ltabular\\_report.wmt&elKey=649471&paging=home&save=true&startIndex=1&nextStartIndex=1&reset=false&offPageSelectedElKey=649471&offPageSelectedElType=Species&offPageYesNo=true&selectedIndexes=649471](http://www.natureserve.org/infonatura/servlet/InfoNatura?sourceTemplate=Ltabular_report.wmt&loadTemplate=Ldetail_report.wmt&selectedReport=&summaryView=Ltabular_report.wmt&elKey=649471&paging=home&save=true&startIndex=1&nextStartIndex=1&reset=false&offPageSelectedElKey=649471&offPageSelectedElType=Species&offPageYesNo=true&selectedIndexes=649471)

**Familia:** Turdidae

**Nombre científico:** *Hylocichla mustelina*

**Nombre en Inglés:** Wood Thrush

**Nombre común:** Zorzal maculado

| Categoría Acuerdo Trinacional  | Categoría NOM-059 | IUCN               |
|--|-------------------|--------------------|
| Especies de Alta Preocupación Trinacional que se reproducen en zonas templadas | NO                | Preocupación Menor |

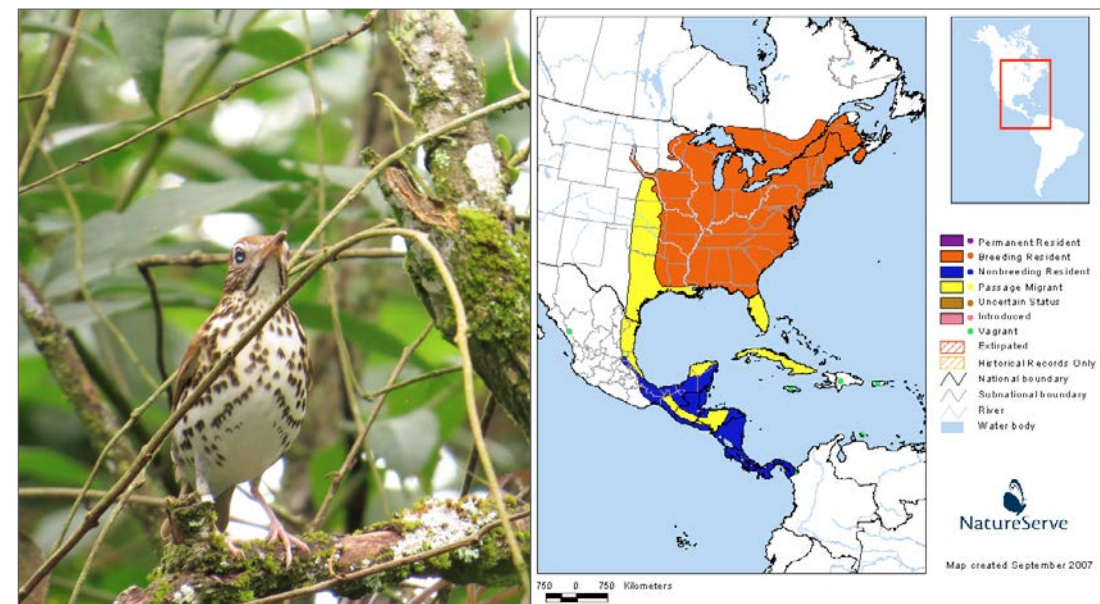


Foto: Kashmir Wolf, Mapa: NatureServe 2007 / Mapa A9.9

**Distribución**

**0-1500 msnm** (Howell & Webb, 1995)

Hábitat: Su área de reproducción está compuesta por bosques deciduos y mezclados, prefieren los acahuals, los bosques en las mesetas con una cubierta arbustiva más o menos densa. Un aspecto durante su reproducción es que prefieren un hábitat con árboles de más de 16 metros de altura, un bosque ligeramente abierto, suelo húmedo y con alfombra de hojas. Este Zorzal puede reproducirse en parches de hábitat tan pequeños como 2.7 hectáreas, pero aquellos individuos que se reproducen en parches más grandes tienen la ventaja de disminuir el parasitismo y la tasa de depredación, lo que permite un alto éxito reproductivo (Bertin, 1977; Roth, et ál., 1996).

La zona de reproducción de (*Hylocichlamustelina*) se extiende desde el sur de Canadá al Norte de Florida, y en la costa Atlántica desde el río Missouri y la Gran Planicie del Este. El Zorzal Maculada para el Invierno en México y Centro América, principalmente en las tierras bajas de las costas Atlánticas y Pacíficas (Roth, et ál., 1996).

**Historia de vida**

Esta especie se convirtió en el símbolo de especies migratorias Neotropicales en decline. Ya se ha estado desapareciendo de gran parte de su rango de distribución desde 1970, sin embargo se le puede escuchar ampliamente en los bosques, también es una especie parasitada por el vaquero *Molothrusater* lo que convierte a esta especie en un blanco para publicaciones y trabajos de investigación. En septiembre migran al sur para pasar el invierno principalmente en bosques húmedos con hojas anchas en el sotobosque, esto desde el Sur de México hacia Panamá. Se reproduce en las montañas Apalaches del Este de Estados Unidos y partes del Atlántico medio. Se alimenta principalmente de invertebrados y de frutos de arbustos a nivel de suelo, estos últimos son de suma importancia para su migración (Cornell, 2013). La población se encuentra decreciendo (BirdLife International 2012).

**Reproducción**

La hembra comienza la formación del nido mediante el acomodo de una plataforma de pasto, hojas, ramitas y en ocasiones papel y plástico. Forma un muro de entre dos y seis pulgadas de alto utilizando esos materiales terminando en una taza de 4-6 pulgadas de diámetro, la hembra rellena el nido y le da una profundidad de 3 pulgadas usando su propio peso. Posteriormente recubre el fondo con arcilla que amasa ella misma, y finalmente usa pequeñas raíces a forma de colchón para los huevos, el proceso toma de 3-6 días, Un par puede llegar a tener y cuidar 2 camadas en una sola temporada, pero para lograrlo pasa por 3 o 4 intentos fallidos, cuando tienen un nido exitoso, el siguiente lo hacen a 30 metros, salvo cuando el nido fue fallido la búsqueda será en un sitio más lejano. El nido se sitúa en una horqueta en la rama de en un arbusto o árbol joven donde la vegetación provea una buena cobertura al nido. El macho hace llamados a la hembra y deposita material para la construcción del nido sin embargo las hembras son las que deciden donde se pondrá este (Roth, R. R., M. S. Johnson, and T. J. Underwood. 1996).

**Amenazas**

A pesar de que esta especie aun es común en los bosques deciduos del Norte, es un claro ejemplo de las especies en decline de un bosque. Censos realizados desde 1966 al 2009 a lo largo de su distribución mostró un decremento poblacional del 2% anual, lo que significa en un 50% menos de la población en ese tiempo. Algunos de los más fuertes declines se dan en la costa del Atlántico y New England, donde este zorzal es muy común. Algunas áreas del medio Este han tenido un aumento. Una de las razones de su decline es la fragmentación de hábitat en sus áreas de reproducción como en las zonas de invernación. Hábitats fragmentados producen alimentos de baja calidad o una lata exposición de los nidos a los depredadores como los mapaches, urracas, cuervos, gatos domésticos o ferales y *Molothrusater* el cual parasita los nidos. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que la fragmentación no ha afectado al éxito reproductivo de la especie. Esta especie también es susceptible a los efectos de la lluvia ácida, la cual puede deshacer el calcio del suelo y por consiguiente pierda ese nutriente acumulado en los exoesqueletos de los invertebrados, en Centro América, la pérdida del bosque tropical reduce el hábitat de invernación de la especie. (USGS, 2011).

**Conservación**

*Hylocichlamustelina* está protegida dentro de la ley de USA en el Acta de Aves Migratorias, hay aproximadamente 14 000 000 individuos a lo largo de su rango de distribución (Hoover, et ál, 1993).

**Bibliografía**

Roth, R. R., M. S. Johnson, and T. J. Underwood. 1996. Wood Thrush (*Hylocichlamustelina*). In *The Birds of North America*, No. 246 (A. Poole and F. Gill, eds.). The Birds of North America Online, Ithaca, New York.



Roth, R., M. Johnson, T. Underwood. 1996. Wood thrush (\*Hylocichlamustelina\*). Pp. 1-28 in A Poole, F Gill, eds. The Birds of North America, Vol. 246. Philadelphia, PA: The Academy of Natural Sciences and Washington, D.C.: The American Ornithologists' Union.

2010. Wood Thrush (Hylocichlamustelina), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: [http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p\\_p\\_spp=547916](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=547916)

USGS Patuxent Wildlife Research Center. 2011. Longevity Records of North American Birds.

Hoover, J., M. Brittingham. 1993. Regional variation in cowbird parasitism of wood thrushes. Wilson Bulletin, 105: 228-238.

Steve N. Howell and Sophie Webb, 1995. A guide to the birds of Northern and Central America. Oxford University Press. 588-589 pp.

**Familia: Trochilidae**

**Nombre científico:** *Lamprolaima rhami*

**Nombre en Inglés:** Garnet Throated Hummingbird

**Nombre común:** Colibrí de ala castaña

| Categoría Acuerdo Trinacional  | Categoría NOM-059 | IUCN               |
|--|-------------------|--------------------|
| Especies tropicales Residentes de Alta preocupación Trinacional-distribución principal en Mesoamérica. | Amenazada         | Preocupación menor |

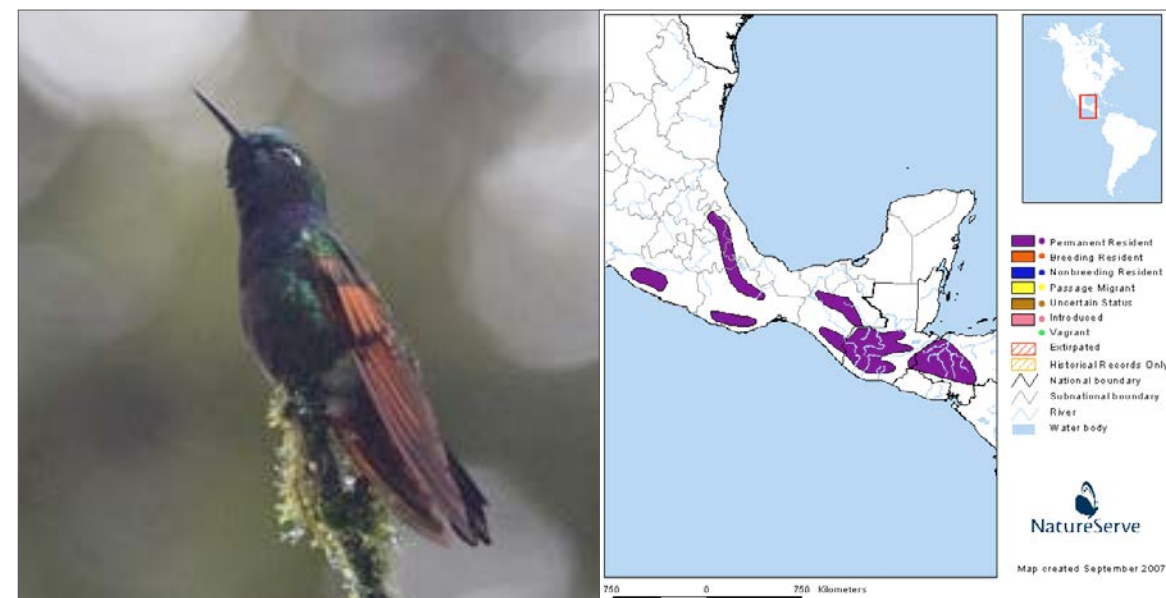


Foto: Christopher L. Wood, Mapa: NatureServe 2007 / Mapa A9.10

**Distribución**

**1200-3000msnm**(Howell & Webb, 1995)

Hábitat: Bosques de pino encino, bosques húmedos siempre verdes, bordes, y matorrales densos (Howell&Webb, 1995).

Nativa de México, Guatemala, El Salvador y Honduras (BirdLife International, 2012). En México es residente localmente en ambas vertientes, desde Guerrero y Puebla hasta El Salvador, el Sur de Guatemala y Honduras Howell&Webb, 1995). La población se encuentra en disminución (Arizmendi, M.C. et ál, 2012).

**Historia de vida**

*L. rhami* es una especie distintiva de los bosques de altura del centro de México hasta Centro América. Los machos tienen garganta rosa, pecho violeta, mejillas negras, la parte dorsal es verde con un patrón peculiar, posee un color café-rojizo en sus alas el cual es un patrón característico cuando vuela. La Hembra es gris por debajo, pero mantiene el color característico de las alas y tiene una línea post ocular blanca; ocurre tanto en bosque de pino como en bosque nublado, principalmente en bordes y en arbustos debajo de los árboles; se alimenta de néctar y de artrópodos aéreos; Sitúa su nido a orillas de un arroyo en zonas montañosas (Arizmendi, M.C. et ál, 2012).

**Reproducción**

La mayoría del comportamiento reproductivo es desconocido, pero se sabe que las hembras están encargadas de encubar los huevos; se reproduce entre Abril y Mayo en la vertiente del Atlántico. El nido es en forma de taza, construido de material vegetal (hojas, fibras de algodón, zacate); tejido con telarañas y decorado con líquenes y musgo; lo sitúa en raíces expuestas a orillas de arroyos (Arizmendi, M.C. et ál, 2012).

**Amenazas**

Ésta especie está altamente amenazada en su área de distribución debido a la especialización en bosques de altura tropicales, encontrándose desde los 1200 a 3000 msnm. La principal amenaza para ésta especie es la destrucción de su hábitat debido a un aprovechamiento forestal no sustentable, la tala, el chapeo para la agricultura y la creación de pastizales para la ganadería (Arizmendi, M.C. et ál, 2012).

**Conservación**

*L. rhami* es un residente tropical de alta preocupación trinacional (México-U.S.A.-Canadá). Está clasificado como preocupación menor para la IUCN, Pero está enlistada como amenazada por las leyes mexicanas. Basada en determinaciones de pérdida de hábitat, Berlanga et ál. 2010, se sabe que 15 a 49% de la población se ha perdido en México durante el último siglo y es muy probable que la misma tasa de desaparición se de en todo su rango de distribución. También se estima que la población reproductiva de esta especie es de 20 000 a 49 000 individuos maduros y posee una distribución residente de 138 000 km<sup>2</sup>. Ésta especie tiene una distribución moderada en Mesoamérica (del centro de México al Oeste de Honduras), pero esta localmente restringida a lo largo de su rango de distribución. Como es el caso en muchas especies de colibríes, está especie está incluida en CITES en el apartado II (Arizmendi, M.C. et ál, 2012).

**Bibliografía**

BirdLife International 2012. Lamprolaimarhami. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2.<[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 17 May 2013

Arizmendi, M.C., C. Rodríguez-Flores, C. Soberanes-González, and T. Fearer. 2012. Garnet-throated Hummingbird (Lamprolaimarhami), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: [http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p\\_p\\_spp=259096](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=259096)

Steve N.G. Howell and Sophie Webb, 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America, Oxford University Press. 418 pp.

[http://www.natureserve.org/infonatura/servlet/InfoNatura?sourceTemplate=Ltabular\\_report.wmt&loadTemplate=Ldetail\\_report.wmt&selectedReport=&summaryView=Ltabular\\_report.wmt&elKey=649719&paging=home&save=true&startIndex=1&nextStartIndex=1&reset=false&offPageSelectedElKey=649719&offPageSelectedElType=Species&offPageYesNo=true&selectedIndexes=649719](http://www.natureserve.org/infonatura/servlet/InfoNatura?sourceTemplate=Ltabular_report.wmt&loadTemplate=Ldetail_report.wmt&selectedReport=&summaryView=Ltabular_report.wmt&elKey=649719&paging=home&save=true&startIndex=1&nextStartIndex=1&reset=false&offPageSelectedElKey=649719&offPageSelectedElType=Species&offPageYesNo=true&selectedIndexes=649719)

**Familia: Turdidae**

**Nombre científico:** *Myadestes occidentalis*

**Nombre en Inglés:** Brown-backed solitaire

**Nombre común:** Jilguero, Clarín

| Categoría Acuerdo Trinacional | Categoría NOM-059            | IUCN               |
|-------------------------------|------------------------------|--------------------|
| NO                            | Sujeta a protección especial | Preocupación menor |

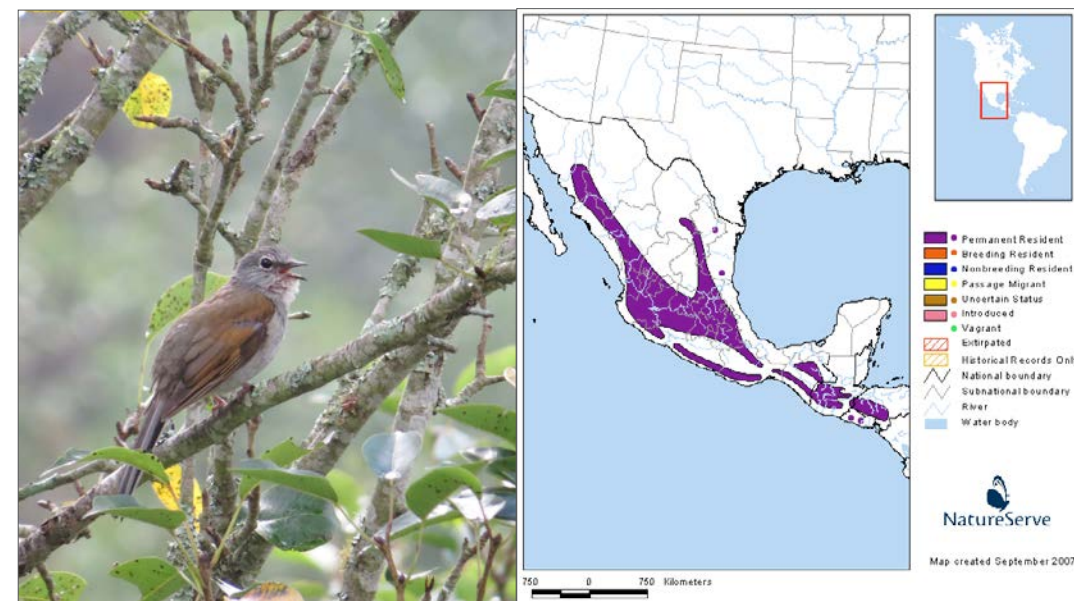


Foto: Kashmir Wolf, Mapa: NatureServe 2007 / Mapa A9.11

**Distribución**

**600-3500 msnm** (Howell & Webb, 1995)

Hábitat: Habita en lugares semiáridos siempre verdes, bosques semidecíduos, bosques de pino encino y frecuentemente junto a los arroyos (Howell & Webb, 1995).

Común a poco común residente (600-3500msnm), en ocasiones en zonas más bajas para el Oeste de México, se encuentra en ambas vertientes desde el Sur de Sonora y Nuevo León, y en el interior desde el centro de México al Norte de El Salvador y centro de Honduras (Howell & Webb, 1995).

**Historia de vida**

Es principalmente gris por abajo y café por la parte dorsal, tienen una línea café a forma de bigote, un anillo ocular blanco incompleto, viven en bosques húmedos y bosques semiáridos siempre verdes, principalmente en zonas altas donde llega hasta los 3000 msnm, su rango de distribución va desde México hasta Honduras y aparentemente es un gran sedentario, también se tiene registrado que durante el invierno se mueve a zonas más bajas. Ésta especie se le identifica de mejor forma por su llamativa vocalización, se alimenta principalmente de frutas y se encuentra en el bosque de medias y altas elevaciones (Soberanes-González, et ál, 2010). Su población se encuentra en decremento (BirdLife International 2012).

**Amenazas**

La población está declinando debido a la destrucción y degradación del hábitat (BirdLife International, 2013).

**Conservación**

A nivel mundial se encuentra en la categoría de Preocupación menor debido a que tiene una amplia distribución y además de que se cree también que la población está estable; sin embargo, en la legislación mexicana esta especie se encuentra bajo el criterio de protección especial, ya que podría estar en riesgo por factores que afecten directamente la viabilidad de esta especie (Soberanes-González, et ál, 2010).

**Bibliografía**

>BirdLife International (2013) Species factsheet: Myadestesoccidentalis. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 20/05/2013. Recommended citation for factsheets for more than one species: BirdLife International (2013) IUCN Red List for birds. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 20/05/2013.

Soberanes-González, C., C. Rodríguez-Flores & M.C. Arizmendi. 2010. Brown-backed Solitaire (*Myadestesoccidentalis*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: [http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p\\_p\\_spp=545036](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=545036)

Steve N. Howell and Sophie Webb, 1995. Agude to the birds of Mexico and Northern Central Amerca. Oxford University Press. 583-584 pp.

**Familia: Turdidae**

**Nombre científico:** *Myadestes unicolor*

**Nombre en Inglés:** Slate-colored Solitaire

**Nombre común:** Clarín

| Categoría Acuerdo Trinacional         | Categoría NOM-059       | IUCN       |
|---------------------------------------|-------------------------|------------|
| Especies en mayor riesgo de extinción | En peligro de extinción | Vulnerable |

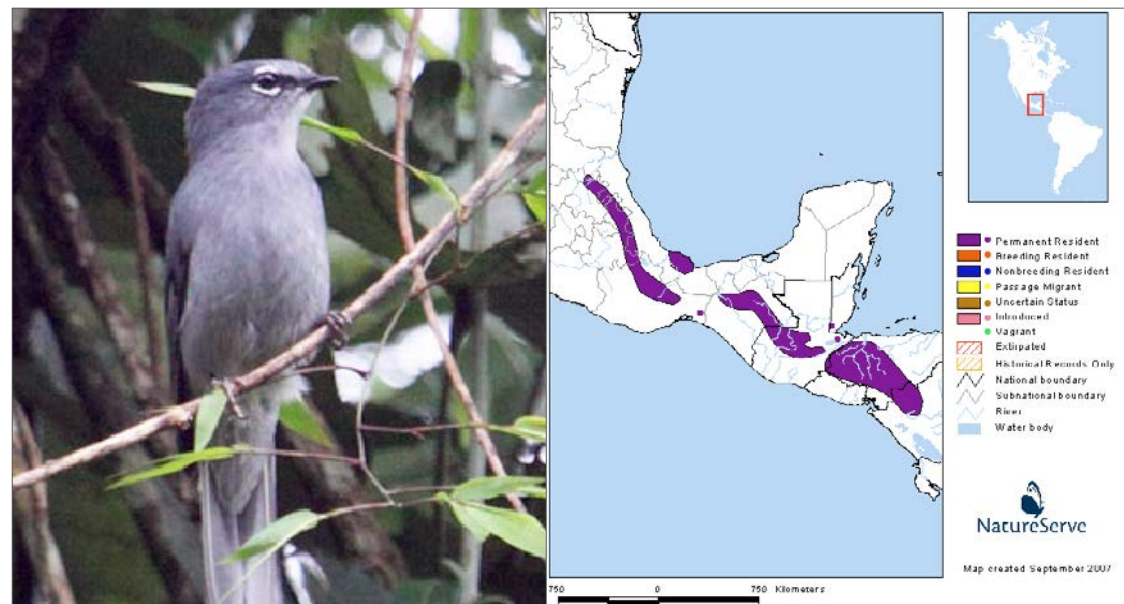


Foto: Nick Athanas, Mapa: NatureServe 2007 / Mapa A9.12

**Distribución**

1000-2700 msnm (Soberanes-González et ál, 2010)

Hábitat: Bosques húmedos y bosques de pino siempre verdes (Howell&Webb, 1995).

Se distribuye en el Atlántico, desde Hidalgo hasta Honduras; en el Pacífico y localmente en el interior desde Oaxaca hasta el Salvador y Nicaragua. Es una especie residente común a poco común en su rango de distribución que es cerca de 140 000 km<sup>2</sup> (Soberanes-González, et ál, 2010).

**Historia de vida**

Es una especie grande del género *Myadestes*, el cual tiene una coloración gris oscura, tiene un anillo ocular incompleto fácil de identificar, posee un parche pulido en las alas y la cola posee un borde blanco. Como en todos las especies del género los sexos son iguales, solo el melodioso canto es el que roba la atención y lo distingue fácilmente de otros *Myadestes*, se le encuentra desde el Sur de México hasta el Sur de Nicaragua, habitando bosques siempre verdes y bosque de niebla de las zonas altas donde se distribuye. Generalmente permanece común a pesar de que es

un ave que se captura para su venta como mascota enjaulada en sus áreas de distribución (Soberanes-González, et ál, 2010). La población se encuentra decreciendo (BirdLife International 2012).

**Amenazas**

La población está decreciendo debido a su captura para su venta en jaula, además de la pérdida de su hábitat (BirdLife International 2013).

**Conservación**

En México, ésta especie es considerada como amenazada (H. Berlanga et ál, 2010), Globalmente se encuentra en preocupación menor debido a su amplio rango de distribución, pero, en México ésta especie está amenazada debido a que es atrapada para su venta como mascota (Soberanes-González, et ál, 2010).

**Bibliografía**

Soberanes-González, C., C. Rodríguez-Flores & M.C. Arizmendi. 2010. Slate-colored Solitaire (*Myadestes unicolor*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: [http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p\\_p\\_spp=545836](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=545836)

BirdLife International (2013) Species factsheet: *Myadestes unicolor*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 20/05/2013. Recommended citation for factsheets for more than one species: BirdLife International (2013) IUCN Red List for birds. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 20/05/2013.

H. Berlanga, J. A. Kennedy, T. D. Rich, M. C. Arizmendi, C. J. Beardmore, P. J. Blancher, G. S. Butcher, A. R. Couturier, A. A. Dayer, D. W. Demarest, W. E. Easton, M. Gustafson, E. Iñigo-Elias, E. A. Krebs, A. O. Panjabi, V. Rodriguez Contreras, K. V. Rosenberg, J. M. Ruth, E. Santana Castellón, R. Ma Vidal, y T. Will. 2010. Conservando a nuestras aves compartidas: La vision trinacional de Compañeros en Vuelo para la conservación de las aves terrestres. Cornell Lab of Ornithology: Ithaca, NY

Steve N.G. Howell and Sophie Webb, 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America, Oxford University Press. 584 pp.

**Familia: Icteridae**

**Nombre científico:** *Psarocolius montezuma*

**Nombre en Inglés:** Montezuma Oropendola

**Nombre común:** Oropendola moctezuma

| Categoría Acuerdo Trinacional | Categoría NOM-059            | IUCN               |
|-------------------------------|------------------------------|--------------------|
| NO                            | Sujeta a protección especial | Preocupación menor |

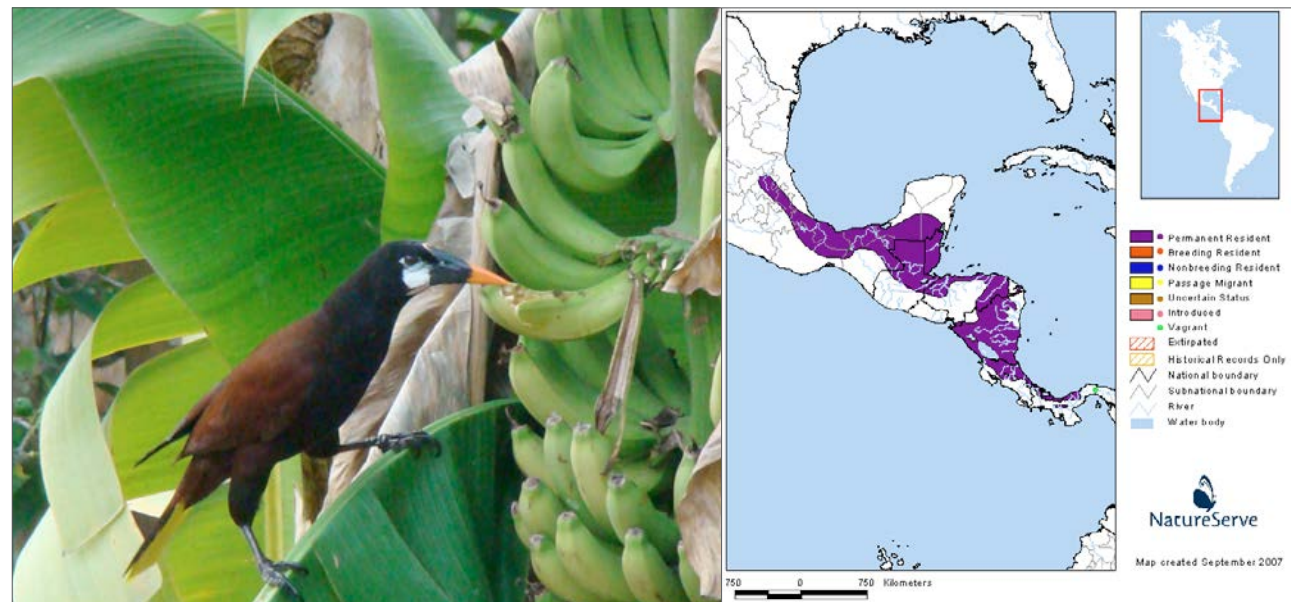


Foto: Pronatura Veracruz/Kashmir Wolf, Mapa: NatureServe 2007 / Mapa A9.13

**Distribución**

**0-1000 msnm** (Howell&Webb, 1995)

Hábitat: Vive en regiones con bosque lluvioso cerca del agua y en claros, pero no muy dentro del bosque. La especie se le puede encontrar cerca de plataneros y plantaciones de bambú; dicotiledóneas altas son escogidas para alimentarse o poner sus nidos, en ausencia de estos árboles se le puede encontrar en los árboles disponibles (Gupta, R., 2001).

La Oropéndola de Moctezuma es un ave familiar en la vertiente del Atlántico, desde el Este de México hasta el Oeste de Panamá. También se le encuentra en la vertiente del Pacífico, desde el Oeste de Nicaragua hasta el Noroeste de Costa Rica, (Cornell, 2010).

**Historia de vida**

La Oropéndola de Moctezuma es un ave familiar en la vertiente del Atlántico, desde el Este de México hasta el Oeste de Panamá. También se le encuentra en la vertiente del Pacífico, desde el Oeste de Nicaragua hasta el Noroeste de Costa Rica. Esta ave grande es común en los bordes de bosques tropicales y en la vegetación secundaria adyacente.

Esta especie anida colonialmente, comúnmente en arboles grandes aislados, formando una gran agrupación de nidos colgantes en forma de canasta muy conspicuos. Tienen dimorfismo sexual, pesando los machos casi el doble que las hembras; es una especie polígama y los machos dominantes "alfa" son los que realizan la mayoría de las copulas en la colonia (También los machos subordinados pueden aparearse con algunas hembras pero lejos de la colonia y de la presencia del macho alfa). Usualmente se alimentan de frutas y de insectos de forma grupal en el dosel de los árboles; en ocasiones también se alimentan de pequeños vertebrados (Cornell, 2010). La población se encuentra estable (BirdLife International, 2012).

**Reproducción**

La temporada de reproducción comienza desde Enero hasta Mayo. Las hembras solas incuban de 1 a 2 huevos a la vez en un periodo de hasta 15 días. Los polluelos comienzan a volar 15 días después de su nacimiento y alcanzan su madurez sexual en menos de un mes, pero, solo se podrán aparear hasta cumplidos un año. La tasa de mortalidad es alta debido a que las oropéndolas son depredadas por tucanes, serpientes, monos, y larvas de moscardón (botfly), en contraparte las hembras tienen la capacidad de reproducirse hasta tres veces durante la temporada de reproducción, pero a pesar de ello menos del 0.5% de los pollos nacidos llegan a ser volantones (Gupta, R., 2001).

**Amenazas**

Dentro de sus principales amenazas está la perdida de hábitat (Gupta, R. 2001).

**Conservación**

Esta especie no está amenazada, por lo tanto, no tienen un status especial. Sin embargo, el bosque tropical en el cual viven está disminuyendo. Los árboles son cordados debido al desarrollo humano. Sin embargo y afortunadamente esta especie se está adaptando a las zonas abiertas, asiendo así, uso de los árboles dispersos donde encuentran alimento y un lugar para hacer sus nidos (Gupta, R. 2001).

**Bibliografía**

2010. MontezumaOropendola (*Psarocoliusmontezuma*), NeotropicalBirds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: [http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p\\_p\\_spp=680076](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=680076)

Gupta, R. 2001. "Psarocoliusmontezuma" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed May 21, 2013 at [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Psarocolius\\_montezuma/](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Psarocolius_montezuma/)

Steve N. Howell and Sophie Webb, 1995.A guide to the birds of Mexico and Northern Central America.Oxford University Press.754-755 pp.

**Familia: Turdidae**

**Nombre científico:** *Turdus infuscatus*

**Nombre en Inglés:** Black Thrush

**Nombre común:** Mirlo negro

| Categoría Acuerdo Trinacional  | Categoría NOM-059 | IUCN               |
|--|-------------------|--------------------|
| Especies tropicales Residentes de Alta preocupación Trinacional-distribución principal en Mesoamérica. | Amenazada         | Preocupación menor |

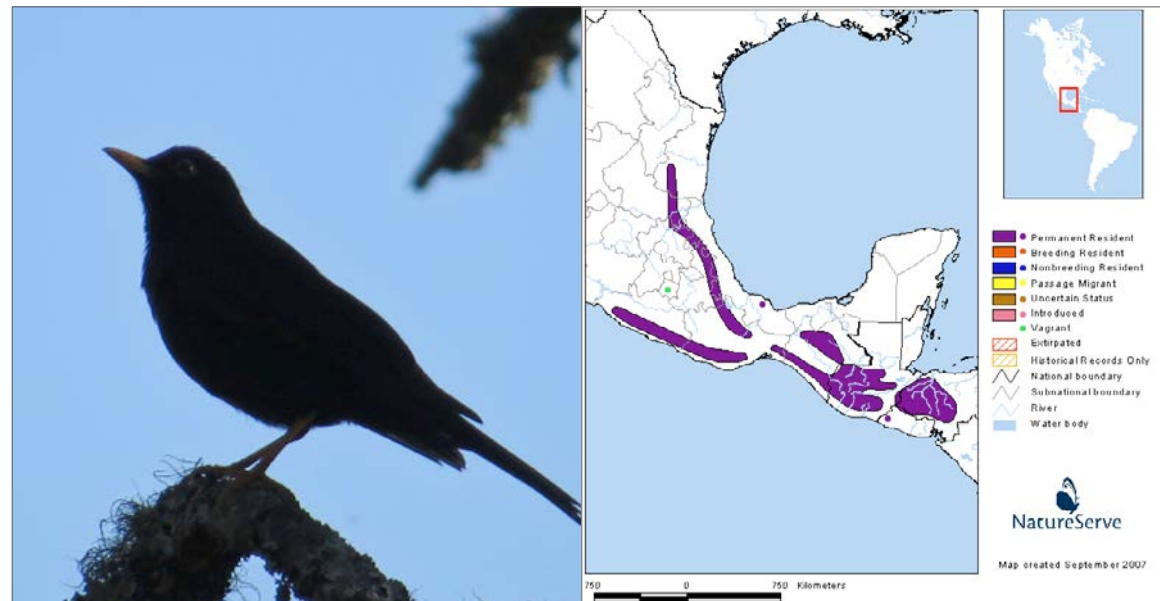


Foto: Rafael Rodríguez Mesa, Mapa: NatureServe 2007 / Mapa A9.14

**Distribución**

1200-3500 msnm (Soberanes-González, et ál, 2010).

Hábitat: bosques húmedos, bosques de pino siempre verdes y bordes.

Se distribuye en ambas vertientes, desde el sur de Tamaulipas, Guerrero; en el interior desde Chiapas, hacia el Salvador y Honduras, ocasionalmente en Morelos. Es una especie residente que probablemente realiza migraciones locales, además de ser considerada común a poco común en su rango de distribución de aproximadamente 170,000 km<sup>2</sup> (Soberanes-González, et ál, 2010).

**Historia de vida**

Se le encuentra en el estrato medio y alto donde se alimenta principalmente de insectos y frutas, en algunas ocasiones se encuentra en el suelo y en claros. Llega a formar pequeños grupos que se pueden asociar a otros mirlos en arboles con frutas. Miden entre 21 y 24 cm, presentan dimorfismo sexual, el macho presente un anillo ocular el cual

es amarillo intenso al igual que el pico, el cuerpo es negro y las patas son amarillas brillantes (Soberanes-González, et ál, 2010). La población actual se encuentra decreciendo (BirdLife International 2012).

**Reproducción**

El nido es una taza abultada de musgo, zacate, pequeñas raíces, algunas ocasiones reforzada con lodo, mismo que sitúa en árboles o en arbustos. Pone de entre 2 y 3 huevos azules sin marcas (Soberanes-González, et ál, 2010).

**Amenazas**

La población se considera que esta en decremento debido a la captura de la especie para ser vendida y enjaulada, más la suma de la pérdida de hábitat (BirdLife International, 2013).

**Conservación**

Globalmente es considerado sobre la categoría de Preocupación menor debido a que su rango de distribución es muy grande y además se considera que su población es muy estable. Sin embargo en México es considerada Amenazada, ya que pueden desaparecer en poco tiempo si los factores que afectan su viabilidad continúan operando, causando así el deterioro del hábitat, modificándolo o reduciendo directamente la talla de la población (Soberanes-González, et ál, 2010).

**Bibliografía**

>BirdLife International (2013) Species factsheet: Myadestes unicolor. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 20/05/2013. Recommended citation for factsheets for more than one species: BirdLife International (2013) IUCN Red List for birds. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 20/05/2013.

>Soberanes-González, C., C. Rodríguez-Flores & M.C. Arizmendi. 2010. Black Thrush (*Turdus infuscatus*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: [http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p\\_p\\_spp=548716](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=548716)

>BirdLife International 2012. Myadestes unicolor. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 21 May 2013. *Turdus infuscatus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 May 2013.