

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

POSGRADO EN GEOGRAFÍA

TESIS

Propuestas para la conservación de dos especies de bambú
(*Poaceae: Bambusoideae*) endémicas de México.

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN GEOGRAFÍA

P R E S E N T A

Rosa Marina Rodríguez Marín

Directora de Tesis: Dra. Eliane Ceccon

Ciudad Universitaria, México D.F., 2009.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

- A la Dra. Eliane Ceccon por toda ayuda.
- Al Biól. Gilberto R. Cortés R., Sr. Gib Cooper y al Dr. Leopoldo Galicia.
- A los proyectos DGAPA-PAPIIT: IN-118306, IN304409 y IN305606 por la ayuda financiera.
- A la fundación Alberto y Dolores Andrade por el apoyo económico y por confiar de nuevo en mí.
- Al Director de la Reserva de la Biósfera Volcán Tacaná: Biól. Alejandro López Portillo Vargas y al personal de la Conanp.
- A mis compañeros: Mtro. Mauricio Ricárdez, Ing. Arturo Castañeda, Biól. Gisela Martínez, Ing. Wilbert Sánchez, Sr. Silverio Masariego Escalante y Sr. Silvio por su valiosa colaboración en el trabajo de campo.
- Al personal del Laboratorio de SIG y PR del Instituto de Geografía de la UNAM: Lic. René Ramos, Biól. Armando Peralta y Lic. Rodrigo R. García C.
- Al Mtro. en Geog. Enrique Muñoz del Departamento de Sistemas de Información Geográfica y Lic. Daniel Ortiz del Área de Georreferenciación de la Conabio.
- Al personal del LAFQA del Instituto de Geografía de la UNAM: Q. Mary Paz Orta, M en C. Pilar Fernández, Elenita Guzmán, Mtro. Jorge y Mtra. Odette Hernández.
- A los profesores y personal del Laboratorio de Meteorología, Suelos y Huerto Fenológico del Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM: Mtro. Manuel Vázquez, Mtro. Mario F. Esquivel, Mtro. Francisco Hernández, Mtro. César y Minerva López.
- A Elizabeth Gómez del Departamento de Información y Servicios Documentales y personal de la biblioteca “Ing. Arturo García Cubas” y mapoteca “Alejandro de Humboldt” de la UNAM: Antonia Santos, Arturo Hernández y David Velásquez.
- Por su valiosa contribución: Ricardo Morales T., Biól. Arturo Ramírez H., Dra. Ma. del Carmen Mandujano S., Biól. Baruch Arroyo, Mtro. Julio César Carvajal M., Mtra. Paloma M. Carton de Grammont L., Luis H. Zárate, M. en C. Celia Franco y Mtro. Andrés Ávila
- Por su colaboración: al Dr. Javier Delgado, Penélope Márquez B., Dra. Celia Palacios M., Biól. Edgar Villeda, M. en C. Ana Gamboa, M. en C. Alma Mendoza, M. en C. Hugo Luna y Alfonso Rangel.
- A mis sinodales por sus valiosas observaciones que enriquecieron la investigación.
- A mis profesores por contribuir a formarme profesionalmente

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

A TODOS LOS QUE COLABORARON PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA INVESTIGACIÓN.

A la memoria de mis abuelos, familiares finados y del Doc

A mis padres y hermanos

A todos mis tíos, primos y sobrinos

A mis suegros y cuñadas

A mis padrinos y ahijado

A mis amigos y compañeros

A mis jefas

A mis alumnas

A mis vecinos

Al país donde nací y en el que resido

A las comunidades chiapanecas

A todas las personas que me alentaron

En especial a mi Esposo

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	3
1.1.1 Las consecuencias de la fragmentación en los ecosistemas.....	3
1.1.1.1 El efecto de borde.....	4
1.1.1.2 Consecuencias de la reducción del hábitat.....	6
1.1.2 El efecto de la fragmentación y otras perturbaciones sobre las especies de bambú.....	8
1.1.2 Breve historia de la Biología de la conservación.....	12
1.1.3.1 Las herramientas para la conservación.....	12
1.2 Descripción de las especies	14
1.2.1 <i>Rhipidocladum martinezii</i>	14
1.2.2 <i>Otatea glauca</i>	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	16
2. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 Descripción del sitio de estudio.....	17
2.1.1 Aspectos físicos.....	17
2.1.2 Aspectos socioeconómicos.....	19
2.1.3 Aspectos históricos.....	20
2.1.3.1 Migración.....	21
2.1.3.2 El impacto social, económico y ambiental de los huracanes Mitch y Stan.....	24
2.2 Métodos.....	24
2.2.1 Localización de los sitios de las poblaciones de <i>Otatea glauca</i> y <i>Rhipidocladum martinezii</i>	24
2.2.2 Análisis de los requerimientos de las metodologías de la Norma Oficial Mexicana y de la Lista Roja de la UICN.....	24
2.2.3 Método de la Evaluación del Riesgo de extinción de especies silvestres en México (MER).....	25
2.2.4 Método de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.....	34
3. RESULTADOS	
3.1 Localización de los sitios de las poblaciones de las especies.....	37
3.1.1 <i>Rhipidocladum martinezii</i>	37
3.1.2 <i>Otatea glauca</i>	38
3.2 Aplicación del Método de Evaluación del Riesgo de extinción de especies silvestres en México (MER).....	39
3.2.1 Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México.....	39

3.2.2	Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón	42
3.2.3	Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.....	50
3.2.4	Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón.....	56
3.3	Aplicación del Método de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.....	66
3.3.1	Criterio A. Reducción del tamaño de la población.....	66
3.3.2	Criterio B. Distribución geográfica.....	68
3.3.3	Criterio C. Tamaño de la población.....	70
3.3.4	Criterio D. Población restringida.....	71
3.3.5	Criterio E. Análisis cuantitativo	71
3.4	Determinación del riesgo de extinción de las especies.....	72
3.4.1	Método de Evaluación del Riesgo (MER) de extinción de las especies silvestres en México de la Norma Oficial Mexicana NOM_059-SEMARNAT-2001.....	72
3.4.1.1	Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México.....	72
3.4.1.2	Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.....	72
3.4.1.3	Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.....	73
3.4.1.4	Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón.....	75
3.4.1.5	Suma de porcentajes y asignación a la categoría de riesgo.....	76
3.4.2	Criterios y asignación de categorías con el método de la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN.....	76
3.4.2.1	Criterio A. Reducción del tamaño de la población	76
3.4.2.2	Criterio B. Distribución geográfica.....	77
3.4.2.3	Criterio C. Tamaño de la población	78
3.4.2.4	Criterio D. Población restringida.....	78
3.4.2.5	Criterio E. Análisis cuantitativo.....	79
3.4.2.6	Asignación a la categoría final de riesgo.....	79
4.	DISCUSIÓN	
4.1	Comparación entre el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las especies silvestres en México (MER) y la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN.....	81
5.	PROPUESTAS.....	87
6.	CONCLUSIONES.....	89
7.	REFERENCIAS.....	91
ANEXO I	102

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

CUADROS

Cuadro 1. Daños provocados por eventos hidrometeorológicos extremos en la costa de Chiapas.....	23
Cuadro 2. Métricas y parámetros utilizados en el análisis de paisaje del área de estudio.....	33

TABLAS

Tabla 1. Características físicas y químicas del suelo de los sitios donde habitan <i>Rhipidocladum martinezii</i> y <i>Otatea glauca</i>	44
Tabla 2. Grado de disturbio de los sitios donde habitan <i>Rhipidocladum martinezii</i> y <i>Otatea glauca</i> según la metodología de Evaluación del disturbio crónico de Martorell y Peters (2005).....	46
Tabla 3. Censo de la población de <i>Rhipidocladum martinezii</i>	51
Tabla 4. Censo de la población de <i>Otatea glauca</i>	54
Tabla 5. Superficie estimada para principales usos de suelo de El Soconusco y La Sierra.....	58
Tabla 6. Superficie estimada para principales usos de suelo de El Soconusco y La Sierra para el año 2015.....	59
Tabla 7. Comparación entre los valores de las métricas y parámetros obtenidos del análisis del paisaje en El Soconusco y La Sierra para 1976 y 2005.....	62
Tabla 8. Comparación entre superficies de área núcleo y número de parches obtenidos del análisis del paisaje en El Soconusco y La Sierra para 1976 y 2005.....	62
Tabla 9. Categorías asignadas a los diferentes criterios establecidos por la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN en la evaluación de la especie <i>Rhipidocladum martinezii</i>	79
Tabla 10. Categorías asignadas a los diferentes criterios establecidos por la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN en la evaluación de la especie <i>Otatea glauca</i>	80
Tabla 11. Asignación de la categoría En Peligro de Extinción del nuevo MER.....	84
Tabla 12. Aspectos evaluados en los métodos MER y UICN.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efectos de la fragmentación.....	8
Figura 2. Dinámica de <i>Chusquea spp.</i> en un bosque de <i>Quercus</i>	11
Figura 3. <i>Rhipidocladum martinezii in situ</i>	14
Figura 4. <i>Otatea glauca in situ</i>	15
Figura 5. Regiones del Estado de Chiapas.....	17
Figura 6. Regiones Terrestres Prioritarias en la zona de estudio.....	19
Figura 7. Indicador compuesto de los precios internacionales del Café (1976-2005).....	22
Figura 8. Sitio con presencia en 2005 y ausencia en 2007 de la especie <i>Rhipidocladum martinezii</i>	37
Figura 9. Sitios de la especie <i>Otatea glauca</i>	38
Figura 10. Ubicación y distribución de la especie <i>Rhipidocladum martinezii</i> en México.....	39-40
Figura 11. Ubicación y distribución de la especie <i>Otatea glauca</i> en México.....	41
Figura 12. Aspectos de la vegetación de los alrededores del sitio donde crece <i>Rhipidocladum martinezii</i>	43
Figura 13. Actividades humanas que impactan el hábitat de <i>Rhipidocladum martinezii</i>	45
Figura 14. Aspectos de la vegetación de los alrededores de los sitios donde crece <i>Otatea glauca</i>	48
Figura 15. Actividades humanas que impactan el hábitat de <i>Otatea glauca</i> (sitio 1).....	49
Figura 16. Actividades humanas que impactan el hábitat de <i>Otatea glauca</i> (sitio 2).....	50
Figura 17. Etapas de desarrollo de <i>Rhipidocladum martinezii</i>	51
Figura 18. Comparación entre las poblaciones de <i>Rhipidocladum martinezii</i> y <i>Otatea glauca</i>	52
Figura 19. Etapas de desarrollo de <i>Otatea glauca</i>	54
Figura 20. Ubicación de <i>R. martinezii</i> , en la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná.....	57
Figura 21. Porcentajes de ocupación de los principales usos de suelo en las regiones de El Soconusco y La Sierra.....	59

Figura 22. Variación espacial de los principales usos de suelo en las regiones de El Soconusco y La Sierra.....	60
Figura 23. Número de hectáreas de los principales usos de suelo en las regiones de El Soconusco y La Sierra proyectados para año 2015.....	61
Figura 24. Áreas núcleo en las regiones de El Soconusco y La Sierra en tres diferentes años.....	64
Figura 25. Frecuencia de las dimensiones de los parches en la zona de estudio.....	65
Figura 26. Polígono que muestra la extensión de la presencia inicial y los puntos de presencia actual de la especie <i>R. martinezii</i>	66
Figura 27. Polígono que muestra la extensión de la presencia inicial y los puntos de presencia actual de la especie <i>O. glauca</i>	67
Figura 28. Polígono que muestra la zona afectada por el incendio en 2005.....	68
Figura 29. Áreas afectadas por el huracán Stan en octubre del 2005.....	69

RESUMEN

México es uno de los países con mayor riqueza florística del planeta, sin embargo, el 15 % de la flora mexicana está en riesgo de extinción. Las especies endémicas de bambú *Rhipidocladum martinezii* y *Otatea glauca* que habitan en las regiones de La Sierra y El Soconusco en el sur de Chiapas, presentan una reducida distribución y severas presiones antrópicas sobre su hábitat, por lo que es necesario tomar medidas a fin de evitar su extinción. Una forma de hacerlo es a través del ingreso a las Listas Rojas porque además de proveer de protección legal a las especies y a sus hábitats, permiten priorizar los recursos de los programas de conservación y enfocarlos en los casos más críticos.

En el presente trabajo, se determinó el riesgo de extinción de las especies de bambú *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinezii* con la metodología de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y con el Método de Evaluación del Riesgo de extinción de especies silvestres en México (MER) de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001.

Ambas especies se encuentran en una situación crítica, ya que en los dos métodos que se emplearon obtuvieron la categoría más alta “En peligro de extinción”.

Se identificó que la principal causa es la degradación y destrucción de su hábitat por actividades antrópicas. Por esta razón, se sugieren acciones concretas para la conservación de *O. glauca* y *R. martinezii*, en las que se considera esencialmente el aspecto social, ya que es posible mejorar las condiciones de las especies, sólo si las comunidades que cohabitan con ellas participan, ya son la pieza fundamental para conseguirlo.

PALABRAS CLAVE: bambú, peligro de extinción.

1. INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la extinción de especies forma parte del proceso natural de evolución (Flores y León 1998). No obstante, las actividades del ser humano que provocan la degradación, destrucción y pérdida del hábitat han contribuido significativamente a la aceleración de las tasas de extinción. Por ejemplo, las tasas mundiales de extinción de mamíferos y aves actualmente son 100 y 1,000 veces mayores respectivamente que la ocurrencia natural del fenómeno (Primack *et al.* 2001b).

Al extinguirse una especie, se pierde su importante función biológica y ecológica en los distintos ecosistemas, lo que contribuye a la degradación de los mismos. A su vez, se pierde cualquier posibilidad de uso por la sociedad, la forma para explorar otros beneficios que pudieran tener para la humanidad, así como su contribución a la estética de los paisajes silvestres (Challenger 1998, Chapin *et al.* 2000).

Sin embargo, no todas las especies presentan el mismo riesgo de extinción. Las más vulnerables son las especies identificadas como raras (Primack *et al.* 2001a). La rareza se relaciona con tres aspectos: amplitud de su distribución geográfica, requerimientos de hábitat y tamaño de la población. Estos aspectos pueden ocurrir en diferentes combinaciones y dar origen a diversas categorías de rareza, de tal manera que los casos más críticos y por lo tanto más frágiles, son los de aquellas especies que tienen una distribución geográfica restringida, requerimientos muy específicos de hábitat y baja densidad poblacional (Halffter y Ezcurra 1992). A este fenómeno también se le conoce como endemismo extremo (Primack *et al.* 2001a).

Dentro de las acciones que se han realizado para enfrentar la pérdida de la diversidad biológica, existen las que se basan en la protección del hábitat o a nivel de especie, mientras que algunos lo hacen de forma más integral (Franklin 1992, Challenger 2001, Primack y Massardo 2001, Primack *et al.* 2001c). No obstante, una de las más importantes ha sido la identificación de las especies que se encuentran en mayor riesgo de extinción por medio de las Listas Rojas (Carton de Grammont y Cuarón 2006), debido principalmente a que las especies registradas en estas listas, se utilizan como especies indicadoras para proteger en forma legal tanto al hábitat como a las especies

que contiene. Además, estas listas permiten reconocer los procesos que las amenazan, establecer prioridades y programas de conservación para su recuperación (Sánchez *et al.* 2007) y, de esta forma, maximizar los recursos económicos y humanos utilizados en las actividades de conservación (Akcakaya *et al.* 2000, Primack *et al.* 2001 d, Carton de Grammont 2005).

México es uno de los países con mayor diversidad biológica en el planeta. Se estima que alberga más del 12% de la biota mundial (Challenger 1998, Toledo y Ordóñez 1998). En cuanto a riqueza florística se refiere, ocupa el quinto lugar, con un grado de endemismo superior al 50%. Las familias más abundantes son *Compositae*, *Leguminosae* y *Graminae* o *Poaceae* (Williams 1992, Rzedowski 1998, Conabio 2006, Semarnat 2006). Sin embargo, se ha calculado que aproximadamente 15% de la flora mexicana se encuentra bajo alguna categoría de amenaza (Vovides 1995).

Dentro de la familia *Graminae* o *Poaceae* destaca la subfamilia *Bambusoideae* por ser la más diversa debido al gran número de especies y endemismos. De esta subfamilia, las especies de la Supertribu *Bambusodae* son leñosas y popularmente conocidas como bambúes (Cruz 1994, Judziewicz *et al.* 1999). El territorio mexicano se considera como la tercera zona con mayor diversidad de especies de bambú del continente (Cortés 2000).

Hasta el momento se han descrito 36 especies de bambú leñoso nativo, de las cuales, 14 son endémicas, además de cuatro subespecies (Rodríguez 2005). Pese a esto, en las últimas décadas se ha observado que la mayoría de estas especies enfrentan severas amenazas en lo que se refiere a la sobrevivencia de sus poblaciones, debido principalmente a la pérdida y modificación de sus hábitats por actividades antrópicas (Cortés *et al.* 2002, Bystriakova *et al.* 2003).

La vulnerabilidad de las especies de bambú se ve incrementada por diversos fenómenos como la floración simultánea y la consecuente muerte natural de la población que, en ocasiones, no alcanza la regeneración debido a que los habitantes, al observar a los bambúes secos, abren las zonas para cultivos, ganadería o viviendas (Bystriakova *et al.* 2004, Cortés com. pers). Además, la producción de semillas de estas especies es infrecuente y cuando son almacenadas conservan su viabilidad por periodos cortos (Bystriakova y Kapos 2006).

Sin embargo, el riesgo que enfrentan las especies endémicas es aún mayor y dada la velocidad y amplitud de las perturbaciones antrópicas, deben ser consideradas en planes de conservación inmediatos (Bystriakova y Kapos 2006).

En Chiapas, habitan dos especies endémicas de bambú, *Rhipidocladum martinezii* y *Otatea glauca*. Estas especies, de acuerdo con Cortés (2001) y Sánchez (2005), merecen especial atención debido a su reducida distribución y presiones antrópicas sobre su hábitat; cabe resaltar que ninguna de ellas está protegida bajo lista alguna de especies amenazadas, tanto en el ámbito nacional como internacional. Debido a lo anterior, una forma de contribuir a su conservación es determinar su riesgo de extinción para ingresarlas a una lista, y elaborar planes a favor de la protección e incremento de sus poblaciones en los que participen principalmente los habitantes de la región.

En el presente trabajo se determinó el riesgo de extinción de las especies *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinezii* por medio de dos metodologías, la del sistema de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el “Método de evaluación del riesgo de extinción de especies silvestres en México” (MER).

Con base en esta información, se diseñaron propuestas complementarias para su conservación.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Las consecuencias de la fragmentación en los ecosistemas

La fragmentación es el proceso por el cual un hábitat pierde su continuidad al reducirse a fragmentos o parches aislados entre sí cuando es sustituido por una matriz de diferentes usos de suelo (Saunders *et al.* 1991, Primack *et al.* 2001, Bustamante y Grez 1995, Herrerías y Benítez 2005, Galetto *et al.* 2007, Laverty y Gibbs 2007). También se produce al dividirse mediante la construcción de caminos, canales, líneas de energía, cercas, fronteras políticas o cualquier barrera que impida el libre movimiento de especies o que atente contra sus vidas (Noss 1987, Laurence 1997, Primack *et al.* 2001, Laverty y Gibbs 2007).

Actualmente, la pérdida de hábitat por fragmentación es considerada a nivel mundial como una de las mayores amenazas para la diversidad biológica y el funcionamiento de los ecosistemas, debido a que es la principal causa de extinción de especies (Noss 1987, Santos y Tellería 2006, Galetto *et al.* 2007, Laverty y Gibbs 2007).

Teóricamente, la fragmentación y su problemática se han abordado desde la perspectiva de la biogeografía de islas (Noss 1987, MacArthur y Wilson 2001, Primack *et al.* 2001 e). Lo que ha llevado a concluir, que las principales consecuencias de la fragmentación son la reducción del área neta y funcional del ecosistema, así como el aumento del aislamiento. Por otra parte, existe también la ampliación de los bordes y sus efectos negativos (revisiones en Forman y Alexander 1998, Forman *et al.* 2002).

1.1.1.1 El efecto de borde

Al fragmentarse un hábitat, disminuye su calidad debido a la incidencia de múltiples factores que proceden de la matriz de diferentes usos de suelo que lo rodea. Esto se traduce en importantes cambios en el ambiente físico, que a su vez repercuten tanto en la flora como en la fauna (Poethke *et al.* 1996, Kapos *et al.* 1997, Zimmerer y Young 1998, Herrerías y Benítez-Malvido 2005, Santos y Tellería 2006; figura 1). Estos efectos se presentan en lo más cercano al borde del área o parche de vegetación remanente del hábitat original, y penetran hasta 500 m según la forma, edad, tamaño y relieve del parche, así

como de la distancia que exista a otro fragmento más cercano y a la calidad de éste (Kapos *et al.* 1997, Whitmore 1997, Primack *et al.* 2001 e, Herrerías y Benítez-Malvido 2005).

Los principales efectos en los bordes son:

1. *Flujos de radiación*: Al remover la vegetación nativa se altera el balance de radiación por el incremento de la luz solar. Esto puede cambiar según la estación del año y la latitud geográfica pero, en general, en áreas abiertas por la fragmentación, las temperaturas diurnas son más altas y por la noche más bajas que en las áreas con vegetación natural, lo que incrementa la incidencia de heladas (Saunders *et al.* 1991, Bustamante y Grez 1995, Primack *et al.* 2001 e, Bustamante *et al.* 2005, Herrerías y Benítez-Malvido 2005, Santos y Tellería 2006, Altamirano *et al.* 2007, Laverty y Gibbs 2007)
2. *Suelo y nutrientes*: Sin la vegetación nativa, las tasas de precipitación y evapotranspiración cambian, lo que repercute en los niveles de humedad y temperatura del suelo, por lo que, distintos procesos tales como las tasas de descomposición de la materia orgánica llegan a alterarse (Saunders *et al.* 1991, Laurence *et al.* 1997, Herrerías y Benítez 2005).
3. *Actividad microbiana*. Las alteraciones del ciclo de nutrientes, repercuten en la actividad microbiana del suelo y, a su vez, en los invertebrados y sus funciones. Por ejemplo, los bosques tropicales almacenan 40% del carbono de los ecosistemas terrestres; una perturbación en este ecosistema podría cambiar significativamente el reciclaje de carbono a nivel global (Bustamante y Grez 1995, Herrerías y Benítez-Malvido 2005).
4. *Viento*. Al eliminar la vegetación de un sitio, los fragmentos o parches remanentes están más expuestos al viento y a ráfagas de mayor velocidad, lo que se manifiesta con la remoción de la corteza y caída de árboles. Esto daña y reduce tanto el refugio como la disponibilidad de alimento para diferentes especies de fauna. También se incrementa el intercambio de contaminantes y semillas procedentes de los alrededores que pueden tener usos de suelo diferentes (e.g. matriz agrícola o matriz urbana, Saunders *et al.* 1991, Kapos *et al.* 1997, Laurence *et al.* 1997, Primack *et al.* 2001 e, Herrerías y Benítez-Malvido 2005, Santos y Tellería 2006, Laverty y Gibbs 2007).
5. *Flujo de agua*. Sin vegetación, la superficie de erosión se acentúa, por lo que aumenta la erosión laminar que remueve la capa más somera de suelo y acrecienta la carga de sedimentos en las corrientes, lo que puede ocasionar un aumento de la salinidad y afectar a diferentes organismos (Saunders *et al.* 1991, Bustamante y Grez 1995, Kapos *et al.* 1997, Primack *et al.* 2001, Herrerías y Benítez-Malvido 2005).
6. *Incendios*. Al incrementarse la intensidad del viento, disminuye la humedad y aumenta la temperatura. Bajo este escenario, la mortalidad de los árboles y el riesgo de incendio se incrementan, especialmente si la matriz que los rodea es agrícola (Primack *et al.* 2001 e, Laverty y Gibbs 2007).

7. *Cambios en la estructura y composición de las especies vegetales.* Los parches remanentes también presentan importantes cambios en la composición vegetal cerca de los bordes, debido principalmente a que las especies intolerantes a los cambios que se derivan de la pérdida y fragmentación del hábitat (súbito incremento en intensidad de luz, estrés por agua, fuertes heladas, etc.) se restringen al interior del parche. Estas modificaciones, también provocan el aumento en el reclutamiento de especies pioneras o heliófitas que se regeneran en los claros después de una perturbación. Igualmente, hay una alteración en los procesos de dispersión de las plantas locales por el aumento en los depósitos de semillas de especies no nativas transportadas desde la matriz vecina y sitios distantes por los diversos agentes como el viento, seres humanos y fauna exótica (Saunders *et al.* 1991, Bustamante y Grez 1995, Kieffer y Poschlod 1996, Poschlod *et al.* 1996, Laurence 1997, Primack *et al.* 2001 e, Bustamante *et al.* 2005, Herrerías y Benítez-Malvido 2005, Altamirano *et al.* 2007, Laverty y Gibbs 2007). Los cambios anteriores, también afectan a la comunidad animal tanto en el acceso al alimento como al refugio que otorga la vegetación, lo que puede cambiar los parámetros de nacimiento y mortalidad de las poblaciones y desestabilizar las interacciones entre diferentes especies (Laurence *et al.* 1997).
8. *Incremento de la caza furtiva.* Con la fragmentación del hábitat se facilita la entrada de cazadores y grupos de personas que perturban aún más el hábitat (Noss 1987, Laurence *et al.* 1997, Laverty y Gibbs 2007).

1.1.1.2 Consecuencias de la reducción del hábitat

La primera consecuencia de la fragmentación del hábitat es la pérdida de biomasa y de diversidad. Tan sólo en el trópico, se pierden anualmente hasta 95 especies de plantas por esta causa (Andersen *et al.* 1997). No obstante, acorde con sus características biológicas, ecológicas, demográficas o por su distribución geográfica, la flora y la fauna presentan diferentes grados de sensibilidad a los cambios físicos asociados al proceso de fragmentación (Laurence *et al.* 1997).

Las especies más sensibles a la fragmentación son las especies raras con distribución restringida o con baja densidad poblacional. También son vulnerables las especies de hábitats muy especializados, con limitada dispersión, baja fecundidad o con tamaños poblacionales variables (Laverty y Gibbs 2007). Un ejemplo de alta vulnerabilidad es la biota tropical, donde destaca el bosque de niebla, caracterizado por una gran cantidad de especies endémicas de distribución muy restringida. Estas son las más propensas a la extinción debido a su alto grado de especialización que presentan en sus relaciones ecológicas, lo que las hace insustituibles. Muestra de ello son

aquellas plantas que poseen un polinizador específico y que tienden a desaparecer, si por alguna razón, éste no cumple su función (Galetto *et al.* 2007).

En general, se ha observado que tanto la flora como la fauna, se ven afectadas genética y demográficamente por la fragmentación debido a los siguientes factores:

1. *Aislamiento*. La matriz que rodea a los fragmentos, se convierte en una barrera para los procesos de colonización de las poblaciones, así como para la búsqueda de alimento o pareja, lo que puede llevar a una reducción en los números poblacionales de las especies, que con el tiempo provocará su extinción de esos fragmentos (Saunders *et al.* 1991, Bustamante y Grez 1995, Poethke *et al.* 1996, Whitmore 1997, Primack *et al.* 2001 e, Bustamante *et al.* 2005, Herrerías y Benítez-Malvido 2005, Laverty y Gibbs 2007). Particularmente, la comunidad vegetal se ve afectada en una de las funciones demográficas y genéticas más importantes: la interacción polinizador-planta y, con ello, la dispersión. Esto se debe a diversas causas: a la disminución significativa de la diversidad o abundancia de la fauna polinizadora, a la alteración en el movimiento de algunos polinizadores a través de la matriz y a la falta de flores suficientes para atraer a los polinizadores del sitio. Estos factores, incrementan la probabilidad de que las plantas no sean visitadas con frecuencia por los polinizadores, lo que induce el aumento en los niveles de auto-polinización y el apareamiento entre individuos emparentados (Poethke *et al.* 1996, Herrerías y Benítez-Malvido 2005, Galetto *et al.* 2007). A su vez, esto puede provocar la disminución en la adecuación biológica de las plantas y generar la reducción de la variabilidad genética de las poblaciones, lo que lleva finalmente a la extinción (Henríquez 2004).
2. *Pérdida de variabilidad genética*. Las barreras impiden la dispersión de las especies, esto provoca una reducción en la abundancia poblacional o cruzamientos entre parientes. Estas situaciones generan que las poblaciones sean susceptibles a la depresión endogámica y a la pérdida de su variabilidad genética. Esto puede tener consecuencias a corto y largo plazo que se manifiesta generalmente, en distintas problemáticas con los descendientes (Saunders *et al.* 1991, Bustamante y Grez 1995, Poethke *et al.* 1996, Primack *et al.* 2001 e, Herrerías y Benítez-Malvido 2005, Altamirano *et al.* 2007, Laverty y Gibbs 2007). En las plantas, la depresión endogámica trae como consecuencias la disminución de la cantidad y calidad del polen; lo que reduce el número, tamaño, viabilidad, capacidad germinativa, crecimiento y establecimiento de las semillas producidas, así como la fecundidad y probabilidad de sobrevivencia. Las semillas determinan a su vez la calidad de la progenie, si esta no es adecuada, resultarán plántulas de menor tamaño y capacidad competitiva. El reclutamiento de plántulas vía semilla, es esencial para la sobrevivencia de las poblaciones a largo plazo, ya que permite la manutención de la diversidad genética en las poblaciones y la adaptación a los cambios de ambientes, de tal modo que los factores

que reduzcan el reclutamiento vía semillas también son amenazas para la sobrevivencia de las poblaciones a largo plazo (Poethke *et al.* 1996, Henríquez 2004, Galetto *et al.* 2007). Aunque existen pocos estudios, cabe señalar que hay evidencias que indican que incluso después de largos periodos de endogamia, el nivel de desempeño puede volver a incrementarse. Sin embargo, los modelos muestran que puede tomar cincuenta generaciones antes que esta purificación ocurra y la restauración del desempeño se manifieste (Poethke *et al.* 1996, Henríquez 2004).

3. *Saturación.* Si se saturan los fragmentos que funcionan como refugios, al ser los únicos remanentes del hábitat, la disponibilidad de recursos se verá afectada debido a la sobre explotación. Esto puede llegar a alterar las interacciones entre diferentes organismos y causar un colapso en la población. En el caso de las plantas, si la densidad de flores resulta insuficiente para abastecer de néctar a la población de polinizadores, habrá también una competencia y desplazamiento entre ellos (Saunders *et al.* 1991, Poethke *et al.* 1996, Laurence *et al.* 1997).
4. *Plagas.* La matriz que rodea a los fragmentos, puede ser un puente para las especies animales y vegetales exóticas. La fragilidad de los fragmentos o remanentes de vegetación, los hace propensos a la invasión de especies. Además, el contacto entre distintos animales puede derivar en el contagio de enfermedades que se propagan fácilmente a las especies silvestres que carecen de inmunidad contra ellas (Saunders *et al.* 1991, Laurence *et al.* 1997, Primack *et al.* e 2001, Herrerías y Benítez-Malvido 2005, Santos y Tellería 2006, Laverty y Gibbs 2007).

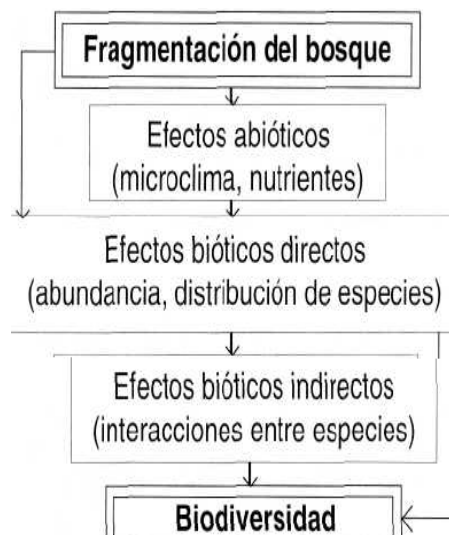


Figura 1. Efectos de la fragmentación Fuente: Bustamante y Grez, 1995.

1.1.2 El efecto de la fragmentación y otras perturbaciones sobre las especies de bambú

En la actualidad, debido principalmente a la masiva destrucción y fragmentación de los diversos tipos de bosques y selvas a nivel global, se considera como vulnerables a la extinción, a más de la mitad de las especies de bambúes leñosos, ya que dependen de un hábitat forestal para sobrevivir. Alrededor de 250 especies se encuentran en situación crítica debido a que están en porciones menores a 2,000 km² de vegetación remanente (Furniss 2004, Bystriakova y Kapos 2006).

De continuar la presente tendencia de pérdida de hábitat forestal (cinco millones de hectáreas al año), los bambúes leñosos pueden desaparecer en un corto plazo o presentar erosión en su diversidad genética (Furniss 2004, Bystriakova y Kapos 2006).

La fragilidad de la Supertribu *Bambusodae* se incrementa por una característica biológica-reproductiva que la gran mayoría de las especies presenta: la floración simultánea y la subsiguiente muerte de toda la población. Se ha propuesto que este fenómeno se debe a que las plantas gastan tal cantidad de energía al reproducirse que mueren. Generalmente, la floración se presenta en ciclos irregulares que varían según la especie y aun entre poblaciones de una misma especie, y pueden oscilar entre dos y 120 años. De esta forma, si el evento de floración llega a coincidir con una perturbación (remoción de árboles, pastoreo, incendio o huracán), las semillas o plántulas en poco tiempo mueren al no ser capaces de tolerar las severas condiciones del ambiente. Por lo tanto, una población entera puede perderse junto con la oportunidad de reproducirse, ya que sólo en casos muy raros el rizoma sobrevive a la floración y llega a regenerarse para producir nuevos brotes vegetativos. Otra desventaja, es que la mayoría de las semillas de las especies de bambú tropical, pierden su viabilidad en poco tiempo (30 a 35 días; Saxena 1990), debido principalmente a que germinan rápidamente y no alcanzan a formar banco de semillas en el suelo (Montiel 1998, Montiel y Murillo 1998, Taylor y Zisheng. 1998, Furniss 2004, Bystriakova y Kapos 2006, Bellairs 2008).

Por otra parte, las perturbaciones también pueden alterar negativamente la dinámica reproductiva de las especies de bambú. Después de presentar perturbaciones continuas e intensivas en una misma área la floración llega a ocurrir en épocas distintas a las de su ciclo fisiológico (se conoce como floración esporádica) y puede manifestarse en uno o en varios culmos, o en algunos individuos de toda una población. Como las plantas mueren después de florecer, es común que se incremente la tasa de incendios forestales, por el aumento significativo de material combustible (Montiel 1998).

También se han observado a partir de las perturbaciones, algunas modificaciones negativas en los parámetros de rendimiento de los bambúes leñosos: a) disminución en el número de culmos producidos, número total de ramas y altura de las ramas, b) desproporción entre elementos químicos presentes en el suelo donde crecen, c) modificación en sus patrones de distribución, d) retardo en la regeneración por semilla y disminución en la densidad de plántulas (Taylor y Zisheng 1988, Widmer 1997).

Cabe mencionar, que la fragmentación afecta a su vez a diversas especies de fauna que dependen del bambú en su vida diaria, ya sea como refugio o para alimentarse. La especie *Tylonycteris pachypues*, uno de los murciélagos más pequeños que existen, se resguarda en los huecos hechos por los escarabajos en los culmos de *Gigantochloa scortechinii* (Bystriakova *et al.* 2003). La especie de lémur *Hapalemur simus* consume únicamente el bambú *Cathariostachys madagascariensis* (Bystriakova *et al.* 2004). También el panda gigante *Ailuropoda melanoleuca* y el panda rojo *Ailurus fulgens*, dependen de las especies de bambú, y están actualmente en grave peligro de extinción (Bystriakova y Kapos 2006); muestra de ello fue la muerte de 138 pandas en tan solo un año (entre 1975 y 1976) en las montañas Min de China, debido principalmente a la destrucción de su hábitat y a un inusual ciclo de floración simultánea y muerte de tres especies de bambú, lo que dejó a los pandas sin alternativas de hábitat y alimento (Taylor y Zisheng 1998).

Por otro lado, existen reportes sobre algunos cambios que parecen favorecer a las poblaciones de algunas especies de bambú, como consecuencia de distintas perturbaciones, principalmente en su dinámica ecológica. Por ejemplo, Widmer (1997) ha encontrado que las especies de bambú del género *Chusquea*, que forman parte de la capa arbustiva de los

bosques de *Quercus* en las zonas montañosas de Costa Rica, muestran un alto grado de flexibilidad fenotípica en respuesta a la luz (figura 2). Por esta razón, en las áreas que han sufrido una tala excesiva, se observa que varias especies de *Chusquea* desarrollan manchones puros que en ocasiones llegan a impedir el desarrollo de árboles de *Quercus*. Esta situación resulta desfavorable debido a que con frecuencia los bambúes son considerados malezas entre la población y tratan de exterminarlos. Griscom y Asthon (2003) observaron un comportamiento similar en la especie *Guadua sarcocarpa*. Estos autores propusieron un modelo conceptual para explicar la invasión y dominancia de este bambú en el sureste de Perú. Este comportamiento de las especies de bambú, se debe primordialmente a que después de una perturbación, el aumento de luz solar provoca una fuerte competencia entre las especies (que de manera natural no ocurre, ya que sus ciclos oscilan independientemente sin el peligro de ninguna especie). No obstante, bajo estas circunstancias, se ve favorecido el bambú debido, entre otros motivos, a su rápida propagación vegetativa por rizoma, la cual resulta más exitosa en el corto plazo, que la de las plántulas originadas por semilla.

Taylor y Zisheng (1998) también han encontrado que la especie de bambú *Bashiana fangiana* que habita en las montañas Min en China, varía en densidad, proporción de brotes y dimensiones del culmo, así como en sus tasas de germinación, según el tipo de cobertura forestal. Por ejemplo, en zonas con disturbios recientes (menos de quince años) la densidad de culmos aumenta, pero disminuye su altura y diámetro. También han encontrado que mediante la poda selectiva, los culmos alcanzan mayor altura y diámetro, además que mejoran su crecimiento.

La situación actual para las distintas especies de bambú en diferentes partes del mundo es crítica debido, principalmente, a la pérdida de hábitat y sus efectos negativos. Pese a ello, las especies de bambú, son resguardadas normalmente como parte de los ecosistemas en parques nacionales y reservas, pero aún no hay una protección real. Por lo anterior, varios autores (Furniss 2004, Bystriakova y Kapos 2006) consideran que se requiere de esfuerzos para la conservación a nivel de especie *in situ*.

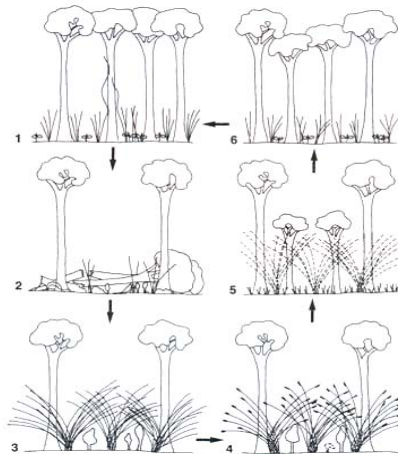


Figura 2. Dinámica de *Chusquea spp.* en un bosque de *Quercus*: Fuente: Widmer 1997.

1. Estrato arbóreo cerrado y Chusqueas en sotobosque
2. Disturbio
3. Las chusqueas forman un estrato más vigoroso,
4. Floración de chusqueas
5. Muerte de chusqueas posterior a la floración y regeneración de árboles
6. Estado natural

1.1.3 Breve historia de la Biología de la conservación

El interés por la protección de la naturaleza se ha manifestado desde tiempos remotos a través de las diferentes creencias religiosas y filosóficas de las distintas sociedades del mundo (Rozzi *et al.* 2001). Por ejemplo, en Mesoamérica, algunos gobernantes nahuas, promulgaron reglamentos para restringir el uso de los recursos naturales, entre los que destacan las sanciones a los pescadores que capturaban más peces de los que podían comer o vender (Simonian 1999).

Sin embargo, ante la marcada reducción de poblaciones de algunas especies a nivel mundial, la inquietud por el cuidado ambiental y la protección de la diversidad biológica aumentó durante los siglos XVIII y XIX, lo que posteriormente en el siglo XX se expresó a través de escuelas con enfoques conservacionistas y preservacionistas (Rozzi *et al.* 2001). No obstante, la Biología de la Conservación como una disciplina académica, surgió oficialmente hasta 1985 en Estados Unidos. Paralelamente, en Australia se desarrollaron estructuras teóricas sobre conservación, por lo que aproximadamente una década después, se decidió formular un solo esquema teórico que sistematizara las acciones de conservación y manejo de recursos (Sarkar 2004).

De esta manera se establecieron los propósitos de la Biología de la Conservación. Éstos propósitos son: conocer los efectos humanos sobre los demás seres vivos, comunidades biológicas y ecosistemas. Proveer de principios y herramientas para prevenir la degradación del hábitat y la extinción de especies, restaurar ecosistemas y reintroducir poblaciones así como reestablecer relaciones sustentables entre las comunidades humanas y los ecosistemas. Por lo anterior, se convirtió en una disciplina de carácter multidisciplinario (Soulé 1985, Cox 1997, Rozzi *et al.* 2001).

1.1.3.1 Las herramientas para la conservación

Dentro de las herramientas para prevenir la extinción de especies, se encuentran las listas o catálogos para la protección de especies, las cuales originalmente fueron creadas con fines utilitaristas. La primera fue el “Convenio de Protección de Pájaros Útiles a la Agricultura” que se firmó en París en 1902 (Gallego 1997). Hoy en día existe una gran cantidad de programas nacionales e internacionales que han sido diseñados para identificar cuáles son las especies que se encuentran bajo algún grado de amenaza con el fin de proveerles protección legal inmediata y desarrollar planes para su recuperación, de tal manera que puedan ser removidas en un futuro de la lista (Cox 1997). El sistema de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) establecido desde 1963, actualmente es el más utilizado para determinar el riesgo de extinción de las especies. Por ejemplo, su Lista Roja de Especies Amenazadas, producida por la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE), está ampliamente reconocida como la evaluación más efectiva del estado actual de las especies en todo el mundo. Esto se debe principalmente a su estructura objetiva y explícita, así como por el uso de criterios cuantitativos para categorizar a la mayoría de los organismos de cualquier unidad taxonómica (UICN 2001, Carton de Grammont y Cuarón 2006, UICN 2007).

En México, el mecanismo que reconoce a aquellas especies que están en riesgo de extinción en su territorio, es la Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 (Tambutti *et al.* 2001). Esta norma es un instrumento jurídico-administrativo que identifica a las especies silvestres en riesgo de extinción a nivel nacional mediante el “Método de evaluación del riesgo de extinción de especies silvestres en México” (MER). Las especificaciones de manejo de las especies, poblaciones o ejemplares de especies en riesgo, se establecen en la Ley General de Vida Silvestre (Sánchez *et al.* 2007).

Por otro lado, hay especialistas en el área de conservación como Castro *et al.* (2003) y Jiménez (com.pers.) quienes consideran que para asegurar el éxito de cualquier programa de conservación, es necesario tomar en cuenta a la población local en la elaboración de propuestas y estrategias para que se cumpla el objetivo de proteger y conservar la riqueza y el patrimonio natural de las comunidades y contribuir también, al desarrollo socioeconómico de los pobladores.

Dichas estrategias deben incluir diseño de alternativas de subsistencia, actividades de educación y difusión ambiental enfocadas a divulgar el conocimiento básico sobre el recurso, su importancia y problemática, así como sus beneficios; con el objetivo de generar un sentido de valoración y apropiación por parte de los pobladores.

1.2 Descripción de las especies

1.2.1 *Rhipidocladum martinezii* Davidse et R. Pohl (obtenido en Clark y Londoño 1991, Davidse y Pohl 1992, Davidse *et al.* 1995, Judziewicz *et al.* 1999, Dávila *et al.* 2004, Clayton *et al.* 2008 y Tropicos 2008).

Nombre común: carrizo chico.

Clasificación taxonómica: Reino: *Plantae*, División: *Spermatofita*, Subdivisión: *Angiospermae*, Clase: *Monocotiledónea*, Orden: *Glumiflorales*, Familia: *Gramineae* o *Poaceae*, Subfamilia: *Bambusoideae*, Supertribu: *Bambusodae*. Subtribu: *Arthrostylidiinae*, Sección: *Racemiflorum*.

Descripción morfológica: su rizoma es paquimorfo de cuello corto, por lo que crece en forma amacollada. Sus culmos son cilíndricos, leñosos, fistulosos de paredes delgadas, inermes, lustrosos y generalmente glabros. Llegan a medir de 4 a 30 m de longitud y de diámetro entre 0.5 y 3 cm. Crecen erectos en la base y arqueados hacia el ápice, son trepadores y cuelgan de las partes más altas. Cuentan con 100 a 200 ramas en cada nudo de entre 4 a 30 cm de longitud.

Es una especie endémica y restringida. La única población conocida se encuentra en las laderas mexicanas del Volcán Tacaná, en la región del Soconusco del Estado de Chiapas. La especie es perenne y presenta una floración gregaria-monocárpica. Los únicos registros de floración son en 1987 y 2003. La planta es utilizada para forraje de ganado bovino.



Figura 3. *Rhipidocladum martinezii* *in situ*: Fuente: Colección R. M. Rodríguez M. 2007.

1.2.2. *Otatea glauca* L.G. Clark & G. Cortés (obtenido en Judziewicz *et al.* 1999, Clark y Cortés 2004, Vázquez *et al.* 2004, Cortés 2006, American Bamboo Society 2007, Clayton *et al.* 2008, Tropicos 2008 y Sánchez com. pers.).

Nombre común: mute (mochó o motozintleco), mayan silver bamboo (inglés).

Clasificación taxonómica: Reino: *Plantae*, División: *Spermatofita*, Subdivisión: *Angiospermae*, Clase: *Monocotiledónea*, Orden: *Glumiflorales*, Familia: *Gramineae* o *Poaceae*, Subfamilia: *Bambusoideae*, Supertribu: *Bambusodae*.
Subtribu: *Guaduinae*

Descripción Morfológica: rizoma paquimorfo de cuello corto, crecimiento en forma amacollada. Los culmos son cilíndricos, leñosos, fistulosos, cerosos, glabros, erectos en la base y arqueados hacia el ápice. Los culmos más recientes presentan una coloración azul-blانquecina (glauca). Estos culmos llegan a medir de 8 a 12 m de longitud y 3 cm de diámetro, la distancia entre nudos es de 27 a 30 cm de largo; cada nudo presenta tres ramas ascendentes con igual forma y grosor.

Es una especie endémica y restringida a la región de La Sierra, en el sur del Estado de Chiapas. Es perenne y semelpara (se reproduce una sola vez y muere). El conocimiento sobre su fenología aún es muy escaso, el único registro de floración es de 2002-2003, de tipo gregario-monocárpico. Tolera una temperatura mínima de -6°C. Es utilizada en la región para la construcción de viviendas y vallas, así como para elaborar instrumentos musicales (flautas). En Estados Unidos es cultivada para ornato.

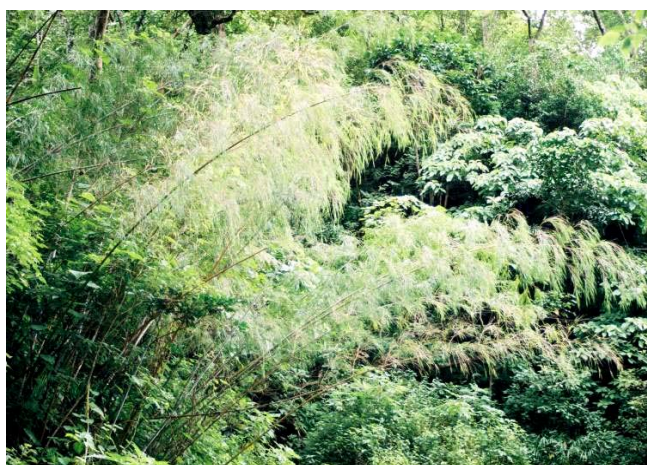


Figura 4. *Otatea glauca* in situ. Fuente: Colección R. M. Rodríguez M. 2007.

1.1 Objetivos de la investigación

Objetivo General: Generar información relevante que promueva la conservación de las especies de bambú *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinezii*.

Objetivos particulares:

1. Localizar en el campo los sitios donde se ubican las poblaciones de las especies *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinezii*.
2. Analizar los requerimientos y comparar las metodologías de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059- SEMARNAT- 2001) y de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, para evaluar el riesgo de extinción de las especies.
3. Aplicar para las especies *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinezii* el “Método de evaluación del riesgo de extinción de especies silvestres en México” (MER) de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059- SEMARNAT- 2001) y el Método de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.
4. Determinar el riesgo de extinción de las especies *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinezii* mediante el MER de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059- SEMARNAT- 2001) y el Método de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.
5. Comparar la metodología de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059- SEMARNAT- 2001) con la de Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, en relación a las dos especies de bambú estudiadas.
6. Elaborar propuestas para la conservación de las especies *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinezii*

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del sitio de estudio

2.1.1 Aspectos físicos

Las regiones de El Soconusco y La Sierra se encuentran en el sur del estado de Chiapas y destacan por su riqueza biológica (Arriaga *et al.* 2000). Ambas regiones se ubican al sureste del estado y colindan al norte con la Sierra Madre del Sur y la Depresión Central de Chiapas, al este con la República de Guatemala, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con la región de Istmo-Costa (Figura 5). Sus coordenadas geográficas extremas son: 14°33' y 15°41' latitud norte y 91° 58' y 93° 10' longitud oeste. Fisiográficamente, presentan tres provincias: Sierras del Sur de Chiapas, Volcanes de la Costa Golfo Norte y Llanura Costera de Chiapas y Guatemala (Catalán 1995, Cervantes *et al.* 1990). La altitud varía entre 0 y 4,100 msnm (el Volcán Tacaná, es el punto más elevado del Estado). La geología en la porción de La Sierra y los Volcanes, está representada por granitos y granodioritos del Mesozoico tardío y por tobas de diferentes etapas del Cenozoico. Hacia la llanura costera de El Soconusco, se encuentran sedimentos pliocénicos y cuaternarios de origen aluvial (Catalán 1995, INEGI 1994).

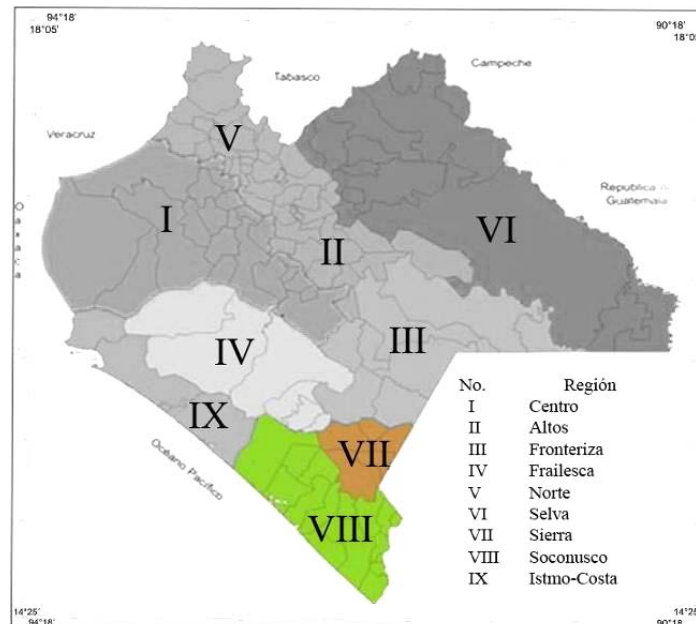


Figura 5. Regiones del Estado de Chiapas. Fuente: Modificado de: División Regional del Estado de Chiapas. 2005. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de Chiapas.

El clima que predomina es tropical y en las zonas de mayor altitud el templado. Las temperaturas que se registran oscilan entre 5° y 27° C, y la precipitación entre 600 y 7,000 mm, con notable influencia de tormentas y ciclones tropicales en verano (INEGI 1984, Catalán 1995, García-Conabio 1998). En la sección de los Volcanes y Sierra, los suelos que principalmente se encuentran son andosoles y acrisoles, mientras que hacia la costa son de tipo cambisol, feozem, solonchak, fluvisol, regosol y gleysol (INIFAP-Conabio 1995).

Debido a la variabilidad topográfica, edáfica y climática de estas regiones, la diversidad de especies vegetales es sumamente alta. Existen cinco tipos de bosque (encino, oyamel, pino, pino-encino y mesófilo de montaña), seis tipos de selvas (altas y medianas perennifolias y subperennifolias, bajas caducifolias y subcaducifolias), también hay praderas de alta montaña, manglar, popal-tular y vegetación de dunas costeras y de galería (UNAM-Semarnat 2000).

Cabe destacar que tanto El Soconusco como La Sierra, al ser de las zonas de mayor riqueza biológica del país, presentan sitios específicos con un alto valor de biodiversidad conocidos como Regiones Terrestres Prioritarias (RTP; Arriaga *et al.* 2000). Las RTP están determinadas con base en distintos criterios: de tipo biológico, de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad y de oportunidad para su conservación. Las RTP que se encuentran en el sitio de estudio son: RTP-133 “El Triunfo- La Encrucijada-Palo Blanco”, que comprende a su vez dos Áreas Naturales Protegidas (ANP) con la categoría más alta, las Reservas de la Biosfera “El Triunfo” y “La Encrucijada”, la RTP-134 “El Mozotal”; la RTP-135 “Tacaná-Boquerón” que alberga también la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, y la RTP-136 “Selva Espinosa Alto Grijalva-Motozintla” (Figura 6: Arriaga *et al.* 2000).

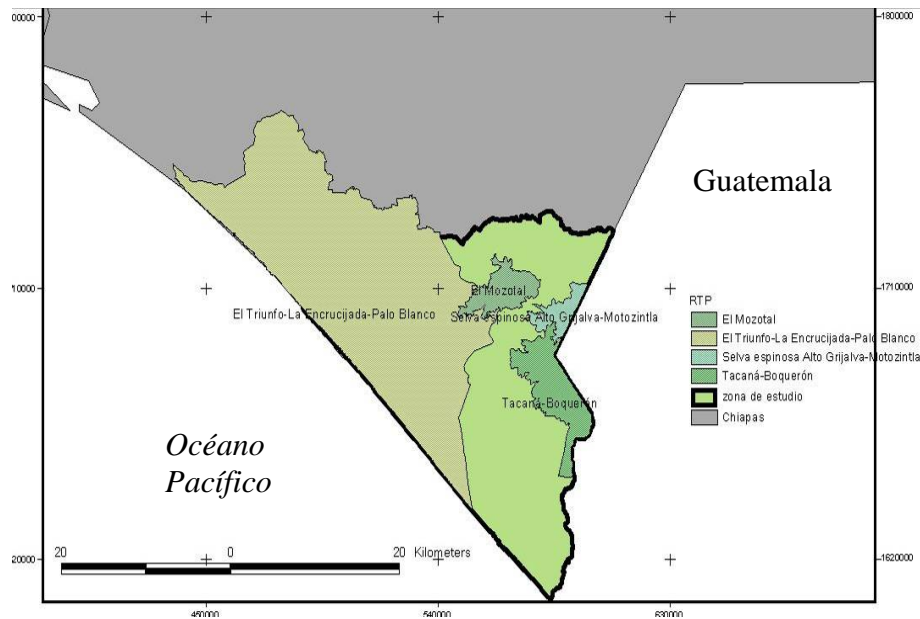


Figura 6. Regiones Terrestres Prioritarias en la zona de estudio.
Fuente: Elaboración propia con información de Arriaga *et al.* 2000.

2.1.2 Aspectos socioeconómicos

Actualmente, El Soconusco está integrado por dieciséis municipios: Acacoyahua, Acapetahua, Cacahotán, Escuintla, Frontera Hidalgo, Huehuetán, Huixtla, Mapastepec, Mazatán, Metapa, Suchiate, Tapachula, Tuxtla Chico, Tuzantán, Unión Juárez y Villa Comaltitlán. La Sierra a su vez, tiene ocho municipios: Amatenango de la Frontera, Bejucal de Ocampo, Bella Vista, La Grandeza, Mazapa de Madero, Motozintla, El Porvenir y Siltepec. Entre las dos regiones reúnen 846,913 habitantes. Los municipios más poblados son Tapachula, Motozintla, Huixtla y Cacahotán en donde se concentra el 50 % de la población. Mapastepec es el municipio con más población rural, mientras que Unión Juárez y Tapachula poseen el mayor porcentaje de población indígena. El grupo étnico predominante es el Mame y las lenguas indígenas que más se hablan son el mame y el maya.

Respecto a la estructura poblacional, el 51 % del total son mujeres y el grupo de edad que predomina es el de 15 a 64 años. El grado de escolaridad promedio que tienen los habitantes de estas regiones, es quinto de primaria. (Catalán 1995, INEGI 2005).

La agricultura es la principal actividad económica en ambas regiones. En El Soconusco principalmente se cultiva café, plátano, caña de azúcar, pasto, arroz, maíz, frijol, sorgo, ajonjolí, tabaco, cacao, limón, mago y sandía; mientras que en La Sierra además del café, maíz y frijol, se siembra también papa, durazno y manzana. La segunda actividad en importancia es la ganadería, en donde destacan el ganado bovino, porcino y las aves de corral. En los últimos años, ha aumentado considerablemente la industria de la construcción, aunque abunda el trabajo informal con bajos salarios, por lo que la mayoría de los habitantes vive en economía de subsistencia.

La Sierra y El Soconusco son regiones fronterizas que por su lejanía del centro del país, durante mucho tiempo carecieron de la atención de las autoridades federales, por lo que aún prevalecen altos los índices de marginación. Además son las regiones con mayor expulsión de población en edad laboral del estado de Chiapas. Por lo anterior, se considera que son las regiones más afectadas por la crisis económica y las políticas neoliberales (Guillén 2003, INEGI 2005, Escobar *et al.* 2006).

2.1.3 Aspectos históricos

Los primeros grupos humanos que se establecieron en La Sierra eran de origen olmeca. Posteriormente estos grupos llegaron a ocupar también las costas del Soconusco. Estas regiones al ser tan abundantes en recursos naturales, proveían de una basta variedad de productos terrestres y marinos a sus habitantes y a otras regiones; por lo que durante la época prehispánica, estas tierras llegaron a funcionar como un importante corredor comercial en Mesoamérica. Entre los principales productos que se enviaban al centro del imperio Mexica, se encontraban ropa de algodón, aves vivas, plumas, pieles y cacao.

A su llegada los españoles observaron la gran potencialidad de estas tierras y les despertó un gran interés por dominarla. Fue conquistada en 1524 por Pedro de Alvarado (Pérez 1980, Clark y Pye 2006).

2.1.3.1 Migración

En la época de la Colonia, El Soconusco se convirtió en una de las cinco zonas más productivas de cacao a nivel mundial. Sin embargo, decayó rápidamente debido a la explotación irracional del lugar y a la abrupta disminución de la población nativa a causa de la peste. Por lo anterior, fueron necesarias las migraciones de mestizos y afrodescendientes para que trabajaran en la siembra y cosecha de los cultivos coloniales (cacao, algodón, añil, caña y frutas tropicales), así como para el cuidado de diferentes tipos de ganado (Pérez 1980, Aubry 2005).

En la época posterior a la independencia y durante el Porfiriato, se continuó con la política de colonización del Soconusco y sus alrededores, debido a que el café desde el siglo XVIII, fue considerado como artículo de lujo en Europa; y como esta zona en particular de Chiapas es apta para su cultivo, fue rápidamente desmontada para sembrar únicamente café. De esta manera fue como los extranjeros, esencialmente alemanes, aprovecharon las facilidades para adquirir tierras en esta región. En la medida que las fincas cafetaleras se extendieron, los indígenas se incorporaron a ellas. En 1890, tras el agotamiento de sus terrenos, una nueva oleada de inmigrantes alemanes procedentes de Guatemala fundaron más fincas cafetaleras en las bases de las laderas mexicanas del volcán Tacaná (Aubry 2005).

Las actividades agropecuarias (principalmente a cargo de los inmigrados), han sido un factor determinante para otorgarle impulso económico a la región. Sin embargo, también han ocasionado severos procesos de deforestación que han provocado la fragmentación significativa de la vegetación natural y, en gran medida, agotamiento de los suelos. Estos hechos, a su vez, han provocado un impacto cada vez más intenso de las tormentas tropicales. Se tienen registros desde 1641, 1659 y de 1794 en los que Huehuetán fue destruido (Tovar 2000, Aubry 2005). Recientemente, los Huracanes Mitch en 1998 y Stan en 2005, provocaron la mayor destrucción y pérdida económica en estas regiones (Mundo 2006).

2.1.3.2 El impacto social, económico y ambiental de los huracanes Mitch y Stan

Históricamente, la zona sur de Chipas se ha dedicado a la producción de café. Ésta era la actividad más rentable y a la que se dedicaba un porcentaje importante de población. Sin embargo, a finales de la década de 1980, el precio internacional empezó a disminuir drásticamente (Figura 7), lo que afectó negativamente a los pequeños productores de café; ya que tuvieron que buscar otras alternativas de empleo. Algunos migraron hacia los centros urbanos para trabajar en el comercio informal, mientras que la mayor parte permaneció en el sitio. Lo anterior provocó una tala indiscriminada, ya que los campesinos aumentaron la superficie cultivada para compensar los menores ingresos ocasionados por la reducción de los precios. Es decir, con la disminución de los ingresos familiares, se recurrió a una mayor explotación de la tierra, que era el único recurso disponible. La degradación ambiental aumentó por el sistema agrícola utilizado (roza, tumba y quema), que además provoca una mayor incidencia de incendios forestales. Esta deforestación aumentó la vulnerabilidad de los poblados, lo que se reflejó en el aumento de la fuerza destructiva de los huracanes en las regiones de La Sierra, La Costa y El Soconusco (Guillén 2003, Escobar *et al.* 2006).

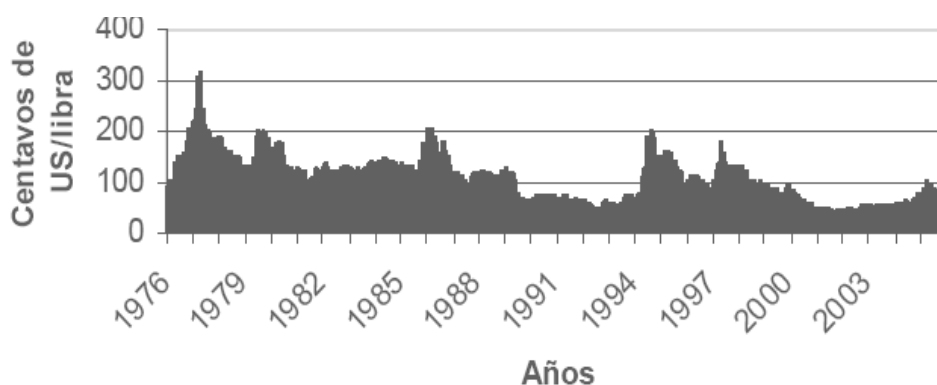


Figura 7. Indicador compuesto de los precios internacionales del Café (1976-2005).

Fuente: Escobar *et al.* 2006

Como consecuencia de lo anterior, en septiembre de 1998 el huracán Mitch provocó severas inundaciones en las regiones Sierra, Istmo-Costa y Soconusco del estado de Chiapas. Las carreteras Arriaga-Huixtla-Tapachula y Huixtla-Motozintla sufrieron severos daños, por lo que la comunicación se interrumpió a lo largo de más de 400 km. Ochenta comunidades quedaron totalmente anegadas y se destruyeron miles de hectáreas agrícolas. Aproximadamente una tercera parte de la producción de café se perdió por el deslizamiento de las laderas hacia los cafetales. Se calculó una pérdida de 602.7 millones de dólares, equivalentes a 9.3 % del PIB de Chiapas en 1998. Los sectores principalmente afectados fueron los pequeños y medianos productores (cafecultores, ganaderos y pescadores). Ante la ausencia de políticas que pudieran restaurar los medios de vida perdidos en el campo, se agudizó el proceso de despoblamiento de las regiones La Sierra, La Costa y El Soconusco a partir del 2000 (Escobar *et al.* 2006, Mundo 2006).

Siete años después, en octubre de 2005, el huracán Stan provocó los mayores daños causados por un evento hidrometeorológico en La Sierra y La Costa chiapaneca, dado el elevado número de damnificados y los cuantiosos daños a la infraestructura agrícola y de comunicaciones (Cuadro 1). Debido a las intensas lluvias, en las zonas altas, se originaron numerosos deslizamientos de enormes dimensiones hacia las partes bajas de las cuencas que, unido al caudal extraordinario, causaron severos daños en casi toda la planicie costera, lo que afectó de forma severa a las ciudades de Tapachula, Huixtla y sus alrededores (Escobar *et al.* 2006, Mundo 2006).

Cuadro 1. Daños provocados por eventos hidrometeorológicos extremos en la costa de Chiapas.

Concepto	Huracán Mitch (1998)	Huracán Stan (2005)
Damnificados	29,000	92,000
Decesos	229	82
Puentes dañados	40	253
Viviendas afectadas	16,000	45,166

Fuente: Modificado de Mundo (2006).

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Localización de los sitios de las poblaciones de *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinezii*

Se recabó información bibliográfica y de las etiquetas de ejemplares herborizados de las especies *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinezii*. La búsqueda se realizó en los herbarios de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU) y del Instituto de Ecología de Xalapa (XAL) y en los herbarios electrónicos del Missouri Botanical Garden (MBG), Royal Botanic Gardens (KEW), además de los incluidos en la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (Remib) depositados en los acervos electrónicos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), entre 2006 y 2007. Con la información obtenida y con la colaboración de los colectores de las especies, se localizaron los sitios en cartas topográficas y se determinaron los recorridos de campo a los lugares reportados en los herbarios y la literatura.

Para llegar a los sitios de las poblaciones de bambú, fue necesario contar con la ayuda de los habitantes de la zona, debido a que hubo modificaciones en las referencias que indicaban los herbarios tras el paso del huracán Stan en octubre del 2005. También se amplió la búsqueda a nuevos sitios por medio de la asistencia de personas que llenaran los siguientes requisitos: que conocieran las especies (identificadas por su nombre común), que habitaran en los alrededores de los sitios donde se encuentran las poblaciones de las especies y que, por la actividad que desempeñaran, tuvieran un dominio espacial de la zona y un amplio conocimiento de lugares poco frecuentados e inaccesibles. Las personas que llenaron estos requisitos fueron principalmente cazadores y jornaleros.

2.2.2 Análisis de los requerimientos de las metodologías de la Norma Oficial Mexicana y de la Lista Roja de la UICN

Se examinaron las especificaciones de las metodologías de la Norma Oficial Mexicana y de la Lista Roja de la UICN. Se realizó una búsqueda sobre estudios específicos con especies de bambú en los que se evaluarán aspectos requeridos en dichas las metodologías. Se consultaron investigadores especializados en el tema de conservación de especies y trabajos escritos de

diferentes autores en los que se han utilizado las dos metodologías para determinar el riesgo de extinción de distintos taxones, principalmente especies de plantas.

Con la información obtenida, se diseñaron con base en las características propias de las especies de bambú estudiadas, los procedimientos para cumplir con los requerimientos de las metodologías de la Norma Oficial Mexicana y de la UICN. Se buscaron las semejanzas entre los dos métodos para medir el mismo parámetro y ser utilizado en ambos casos.

2.1.2 Método de Evaluación del Riesgo de extinción de especies silvestres en México (MER)

Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México

Requerimientos:

- a) Descripción de la distribución
- b) Mapas
- c) Descripción de la elaboración del mapa
- d) Evaluación del tamaño relativo de la distribución

Para cumplir con este criterio, se consultaron herbarios, bibliografía específica del tema y se realizaron recorridos dirigidos en campo a los sitios donde se encontraban las poblaciones de cada especie (para mayores detalles, puede consultarse “Localización de los sitios de las poblaciones” *loc. cit.* pág 24). Los sitios que contaron con presencia actual de las especies, fueron georreferenciados por medio de un geoposicionador (GPS Garmin).

Los mapas de distribución se elaboraron en el SIG *Arc View 3.2.* a partir de cartas topográficas, ortofotos digitales y con la información georreferenciada obtenida en campo, con la cual se trazó un polígono bajo el concepto “extensión de la presencia” de la UICN (2001). El área total del polígono corresponde a la distribución actual de cada especie estudiada.

Con la herramienta *XTools* se calculó el área total del polígono, y se transformó a las unidades requeridas por la Norma (km^2) y el porcentaje de la porción que representa en el territorio nacional.

Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón

Requerimientos:

- a) Descripción del tipo de hábitat que la especie ocupa
- b) Análisis diagnóstico del estado actual del hábitat
- c) Evaluación del estado actual del hábitat con respecto a las necesidades naturales del taxón

La caracterización y análisis diagnóstico del hábitat donde se encuentran las poblaciones de las especies de bambú estudiadas, se realizó por medio de la consulta de diversas fuentes bibliográficas, hemerográficas, cartográficas, ejemplares herborizados, bases de datos de estaciones meteorológicas cercanas a la zona, comunicación con los colectores y habitantes de la zona. También se llevaron a cabo observaciones y muestreos realizados en el campo.

Para conocer las características físicas y químicas del suelo se realizó (a mediados de la época de lluvias), un muestreo selectivo simple, a lo largo de los transectos con presencia de las especies de bambúes estudiadas, de acuerdo con lo recomendado por la Norma Mexicana AA-132-SCFI-2006. Se extrajeron manualmente en cada sitio cinco muestras de suelo con un nucleador de hierro de 5 x 20 cm, hasta una profundidad de 60 cm. Se pusieron en bolsas de plástico con cierre hermético, se etiquetaron y se almacenaron en un sitio fresco, seco y sin luz. En el laboratorio, las muestras fueron secadas sobre charolas y papel absorbente a temperatura ambiente; posteriormente, se pasaron por dos tamices de 1 mm y 0.4 mm en forma manual.

Con el fin de obtener una muestra representativa, se mezclaron en proporciones iguales las cinco muestras en bolsas de polietileno y se obtuvo un compuesto homogeneizado de cada sitio. Los siguientes análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de suelos del Colegio de Geografía de la UNAM, cada uno fue realizado en tres series.

- Físicos: color (método tabla de *Munsell*), textura (por determinación densimétrica de Bouyoucus, Dewis y Freitas, 1970), clase textural (interpolación en el diagrama triangular de las clases texturales, USDA adecuado por INEGI 2001).

- Químicos: pH (Método Colorímetro, indicadores colorimétricos, Jackson, 1964), materia orgánica (por oxidación en húmedo con dicromato de potasio, Walkley y Black 1934), capacidad de intercambio catiónico por percolación, INEGI 2001).

Las siguientes pruebas fueron realizadas por el Laboratorio de Fertilidad de Suelos del Colegio de Postgraduados:

- Conductividad eléctrica (C.E.) por disolución 1:5 H₂O
- Cationes intercambiables: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K), por Acetato de Amonio 1M.
- Microelementos: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn) con DTPA ácido dietilén-triamino-penta-acético, Nitrato (N-NO₃) y Amonio (N-NH₄) por KCl 2 N Cloruro de potasio, Aluminio intercambiable (KCl 1 N Cloruro de potasio), Nitrógeno total (Kjeldahl), Fósforo total (Bray II), Carbono total (autoanalizador), Boro (Azometin H).

Para la evaluación del estado actual del hábitat, se aplicó la metodología de Evaluación del disturbio crónico, de Martorell y Peters (2005). En cada sitio con presencia de los bambúes estudiados, se trazaron tres transectos de 50 m de largo por 2 m de ancho y se midieron los siguientes indicadores:

a) Ganadería

- Densidad de excretas de cabra u oveja (**CABR**): los transectos se dividieron en cuadros de 1 m² y se registró la presencia o ausencia de excretas dentro de los cuadros.
- Densidad de excretas de ganado mayor (**GAM**): se registró la presencia o ausencia de las excretas de otros animales domésticos dentro de los mismos cuadros de 1 m²
- Fracción de plantas ramoneadas (**RAMO**): se contó el número de plantas perennes con evidencias de ramoneo y se dividió entre el total de plantas revisadas.
- Caminos ganaderos (**CGAM**): se registró el número de caminos hechos únicamente por el ganado a lo largo del transecto.
- Compactación del suelo por ganado (**COMP**): se midió el tiempo de infiltración de 250 ml de agua vertidos en un tubo de PVC de 10 cm de diámetro que se enterró 4 cm en caminos ganaderos y en suelo intacto. El valor de la variable equivale al tiempo de infiltración del camino entre el tiempo en el suelo intacto. Si el índice que se obtiene es menor que 1 ó si no hay presencia de caminos ganaderos $COMP = 1$.

b) Actividades humanas

- Fracción de plantas macheteadas (**MACH**): se contabilizó el número de plantas que mostraron evidencia de haber sido cortadas o taladas y se dividió entre el total de plantas revisadas.
- Evidencia de incendio (**INCE**): si se presentaban en al menos un transecto signos de cortezas chamuscadas, carbón, el *INCE* = 1, de lo contrario, equivale a 0. No fueron considerados los fuegos que hayan tenido lugar dentro de milpas y se escaparon a la vegetación natural.
- Cobertura de caminos humanos (**CCHU**): se midió el ancho de la zona donde los caminos utilizados por la gente se interceptaban con el transecto. *CCHU* = la suma de la longitud de las intercepciones entre la longitud del transecto.
- Cercanía a poblaciones (**POBL**): se midió en una carta topográfica la distancia entre el centro de la zona de estudio y el borde de la población más cercana en kilómetros. *POBL* = 1/distancia. Si la distancia es menor a 1 km *POBL* = 1.
- Adyacencia a núcleos de actividad (**ADYA**): se consideró como núcleo de actividad humana a sitios como minas, milpas, carreteras asfaltadas o capillas. Si alguno de estos núcleos estaba a una distancia menor a 200 m de un transecto, se tomó en cuenta. El mismo núcleo no aplica para más de un transecto. *ADYA* = número de transectos adyacentes entre el número de transectos totales.
- Cambio de uso del suelo (**USOS**): se registró la fracción de la superficie de la zona de estudio destinada a zonas urbanas, milpas y minas. Se realizó por estimación visual apoyado en ortofotos digitales. Se expone entre 0 y 1.

c) Deterioro del hábitat

- Erosión (**EROS**): se seleccionaron veinte puntos al azar sobre el transecto, y en cada uno de ellos se registró si había huellas dejadas por el material al ser arrastrado por el agua, como la exposición de la roca madre, surcos o cárcavas. *EROS* = número de puntos donde se registró erosión entre número de puntos revisados.
- Islas (**ISLA**): se observó la presencia de procesos erosivos severos (pequeños montículos de suelo cubiertos de vegetación en un suelo fuertemente erosionado y desnudo). Si existían en más de la tercera parte de la zona de estudio, el valor de *ISLA* = 1.
- Superficie totalmente modificada (**STOM**): en los casos que partes de las zonas de estudio han sido modificadas y no fue posible realizar las mediciones de los indicadores anteriores, se tomó en cuenta la longitud del transecto que intercepta estas zonas. *STOM* = longitud de la intercepción entre longitud del transecto.

El valor obtenido para cada indicador, se integró en la siguiente fórmula para conocer el grado de disturbio de cada sitio:

$$D= 3.41 (CABR) - 1.37 (GAN) + 27.62 (RAMO) + 49.20 (CGAN) - 1.03 (COMP) + 41.01 (MACH) + 0.12 (CCHU) + 24.17 (POBL) + 8.98 (ADYA) + 8.98 (USOS) - 0.49 (INCE) + 26.94 (EROS) + 17.97 (ISLA) + 26.97 (STOM) + 0.2$$

D= disturbio

La escala de valores se encuentra entre 0 y 100, de tal manera que los valores cercanos al 0 son los sitios conservados y los próximos a 100 son los perturbados, aunque es posible obtener valores fuera de escala, condicionados por sitios muy perturbados o muy bien conservados (Martorell y Peters 2005, Hernández *et al.* 2006).

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón

Requerimientos:

- a) Historia de vida de la especie
- b) Diagnóstico del actual estado de la población o especie y la descripción de cómo se obtuvo dicha diagnosis
- c) Evaluación de los factores que lo hacen vulnerable

Para cumplir el primer requerimiento, la escasa información que se conoce sobre la biología y ecología de los bambúes estudiados se recabó por medio de la consulta con algunos expertos e información reportada en la literatura.

El diagnóstico del estado actual de la población se obtuvo mediante un censo poblacional y evaluación del banco de semillas, efectuados a mediados de la época de lluvias de la siguiente manera:

Se establecieron tres parcelas de 10 x 1 m, en el único sitio donde se encontró la especie *Rhipidocladum martinezii* y una parcela en cada uno de los dos sitios de la especie *Otatea glauca*. Para identificar a los individuos, se utilizó la definición para especies con rizoma paquimorfo utilizado por De la Cruz (1990): se considera un "individuo" al macollo o mata (conjunto de culmos o tallos) que se desarrollan a partir de un mismo rizoma. Se contabilizaron el total de los individuos observados. Se registraron las alturas y los diámetros de los culmos principales, así como las edades de los culmos en cada macollo o individuo.

Las edades se determinaron con base en la coloración y la apariencia de los culmos propuesta por Castaño (1981). Así, un culmo juvenil presenta un color verde intenso, el maduro un color verde pálido y blancuzco (por la presencia de líquenes) y el sobremaduro un color amarillento. Las alturas de los culmos accesibles se midieron con un flexómetro y el resto se calcularon por el método trigonométrico 1: 10 (U.N.P.S.J.B 2006). Los diámetros fueron medidos como indica Cruz (1994), sobre la base del culmo, con calibrador de Vernier digital.

La productividad para cada sitio de las dos especies de bambú bajo estudio, se obtuvo acorde con lo formulado por Loetsch (1961), Montes *et al.* (1998) y con parámetros planteados por Botero (2004). Por tanto, la productividad de la población es igual al número de culmos y brotes en una unidad de superficie (ha), en un año.

Para evaluar el banco de semillas se colectaron muestras de suelo. En cada sitio se extrajeron cinco muestras de suelo manualmente, con un nucleador de hierro de 5 x 20 cm en la base del individuo central, a la izquierda y derecha fuera del diámetro que cubrían sus culmos y en los extremos de cada población; hasta una profundidad de 60 cm. Estas muestras se pusieron en bolsas de plástico con cierre hermético, se etiquetaron y se almacenaron en un sitio fresco, seco y sin luz. Posteriormente, las muestras se secaron en laboratorio sobre charolas y papel absorbente a temperatura ambiente. Se tamizaron manualmente con dos tamices de 1 mm y 0.4 mm para evitar dañar las semillas. La búsqueda de semillas se realizó con una lámpara con lupa (lente 3 dioptrías de 10 cm de diámetro) y como referencia, imágenes, esquemas y muestras de inflorescencias de especies del mismo género y de otras especies de bambú (Soderstrom y Elis 1988).

La evaluación de los factores que hacen a las especies vulnerables, se realizó con base en las características biológicas y ecológicas de cada especie y la situación particular que enfrenta en cada zona donde se ubican.

Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón

Requerimientos:

- a) Factores de riesgo reales y potenciales y su importancia relativa
- b) Análisis pronóstico de la tendencia de la especie o población
- c) Evaluación del impacto

Para el inciso a), se identificaron las acciones antropogénicas actuales y futuras que provocan la destrucción del hábitat de las especies estudiadas. Se hizo una revisión bibliográfica sobre los antecedentes históricos de la zona que han afectado a las especies y se llevaron a cabo observaciones en el campo.

Los incisos b) y c), se obtuvieron por medio de análisis espacial a nivel regional y de paisaje. La pérdida de hábitat de los bambúes estudiados se evaluó en el período 1976-2005. A partir de estos análisis espaciales, se realizaron pronósticos sobre la posible tendencia que seguirá este hábitat y cómo repercutirá sobre las poblaciones de bambúes para el año 2015. Además, se evaluó en forma general, el impacto que tendrá en las especies.

Para estos análisis, se elaboró en el SIG ArcView 3.2, la cartografía de la zona de estudio (región El Soconusco-La Sierra) a partir de los siguientes materiales cartográficos digitales:

- Carta de tipos de vegetación y uso del suelo. Serie I y III de INEGI. Escala 1:250,000 con 62 y 18 clases de uso de suelo y vegetación respectivamente.
- Inventario Nacional Forestal. 2000. UNAM. Escala 1:250,000, con 38 clases de uso de suelo y vegetación.
- Imágenes de satélite de 1970, 1974, 1980 y 1990 Landsat MSS resolución espacial (60*60 km), 2000 Landsat ETM resolución espacial (30*30 km).
- División municipal de las Entidades Federativas. 2000. INEGI. Escala 1:250,000
- Cobertura de la Reserva de la Biósfera Volcán Tacaná. Creada en *AutoCad* 2006 a partir de los puntos que delimitan el polígono de la Reserva mencionados en el decreto de su creación en el Diario Oficial de la Federación.

Se homogenizó el sistema de coordenadas a UTM y se reclasificaron los tipos de vegetación y uso de suelo en 16 clases, con base en las

características comunes de los ecosistemas y verificaciones con las imágenes de satélite en el SIG ArcView 3.2.

Para los análisis, no se consideraron la vegetación tipo popal-tular, pradera de alta montaña, vegetación de dunas costeras, cuerpos de agua y manglar, ya que éstas mostraron algunas inconsistencias dadas por la temporalidad de dichos ecosistemas y a las distintas técnicas con las que fueron elaborados los materiales cartográficos.

Se obtuvo la superficie en hectáreas por clase, para los años 1976, 2000 y 2005, con la extensión *XTools* y la herramienta *Statistics* de ArcView 3.2.

Para cada clase se hicieron los siguientes cálculos: 1) diferencia entre periodos, 2) velocidad de cambio anual y el promedio (ha/años), 3) tasa de cambio promedio entre los años evaluados, 4) proyección para la próxima década.

Para obtener estos cálculos se utilizó la fórmula propuesta por Peña *et al.* (2006):

$$TCC_i = \frac{[\ln(A_{i1}) - \ln(A_{i0})] * 100}{(t_1 - t_0)}$$

Donde:

TCC_i = la tasa de cambio promedio anual, para la clase i en el periodo evaluado.

A_{i1} = Superficie total de la clase i en el paisaje en el tiempo 1.

A_{i0} = Superficie total de la clase i en el paisaje en el tiempo 0.

$(t_1 - t_0)$ = Delta de tiempo entre dos periodos de tiempo evaluados.

\ln = logaritmo neperiano

El análisis de paisaje del área de estudio, se realizó con la extensión *Patch Analyst 3.0* del SIG ArcView 3.2 (Elkie *et al.* 1999) para los años 1976 y 2005. Se utilizaron imágenes vectoriales y se aplicaron las métricas y parámetros para analizar paisaje de Cayuela *et al.* 2006, Peña *et al.* 2006, Altamirano *et al.* 2007 y Fontúrbel 2007 (cuadro 2). Se estableció como área núcleo, una distancia de 500 m desde el borde hacia el interior de cada parche o fragmento. Como medida de diversidad se utilizó únicamente el índice de

diversidad de Shannon; este índice toma valores entre 0 e infinito; tiende a cero cuando hay un solo parche y aumenta con el número de tipos de parche que hay en el paisaje.

Cuadro 2. Métricas y parámetros utilizados en el análisis de paisaje del área de estudio.

Tipos de Métrica	Parámetro
Paisaje	<p>Número total de parches en el paisaje</p> <p>Tamaño promedio de los parches (ha).</p>
Borde	<p>Borde total= perímetro de todos los parches del paisaje(km)</p> <p>Densidad de borde= relación entre el perímetro y el área total del paisaje (m/ha)</p> <p>Borde promedio= relación entre el perímetro y el número de parches (m/parche).</p>
Forma	<p>Índice de forma= borde total entre la raíz cuadrada del área de los parches del paisaje, ajustado por un círculo estándar dividido por el número total de parches. Los valores mayores que 1 corresponde a figuras más irregulares, entre más cercano a 1, tenderá a la forma circular.</p>
Área núcleo	<p>Área núcleo total=suma de las áreas núcleo de todas las clases (m²).</p> <p>Número de áreas núcleo=es el número total de áreas núcleo en el paisaje</p> <p>Densidad del área núcleo=es el número total de parches de área núcleo dividido por el área total del paisaje (núm. de parches/m²).</p>

Fuente: Peña C. F., Rebolledo G., Hermosilla K., Hauenstein E., Bertrán C., Schlatter R., Tapia J. 2006. *Ecología Austral*. 16 (2):183-196. Fontúrbel F. 2007. *REDESMA*. Octubre: 57-67. Altamirano A., Echeverría C., Lara A. 2007. *Revista chilena de historia natural*. 80: 27-42 Cayuela L., Rey J., Echeverría C. 2006. *Forest Ecology and Management*. 226: 208–218.

2.1.3 Método de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN

Los cinco criterios de la UICN son independientes y pueden ser evaluados individualmente. Según esta entidad, se debe cumplir con al menos uno de los criterios para que un taxón pueda ser incluido en el nivel de amenaza correspondiente. En caso de evaluar todos los criterios y presentar diferentes categorías de amenaza en cada uno, se tomará la de mayor amenaza (UICN 2001).

Criterio A. Reducción del tamaño de la población

Se debe sustentar que el tamaño de la población de determinada especie, se ha reducido, con cualquiera de los siguientes puntos:

- a) observación directa
- b) índice de abundancia apropiado para el taxón
- c) reducción de: área de ocupación, extensión de la presencia y/o calidad del hábitat
- d) niveles de explotación reales o potenciales
- e) efectos de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos

Este criterio, se sustentó por medio del punto “c”, y se utilizó el concepto “reducción en la extensión de la presencia”, el cual se refiere al área contenida dentro de los límites continuos más cortos que pueden incluir todos los lugares de presencia de la especie (pueden ser lugares conocidos, inferidos o proyectados) con excepción de los sitios de vagabundeo (UICN 2001). Bajo dicho concepto se infirió una extensión inicial, que se delimitó en el SIG ArcView 3.2, con base en observaciones realizadas en campo, testimonios de personas que habitan la zona de estudio y colectores, así como características ecológicas y biológicas de las especies y un análisis cartográfico con ortofotos digitales (1996) escala 1:75,000 y cartas topográficas digitales (2003) escala 1:50,000 de la zona de estudio. Se comparó con la extensión de la presencia actual y se calculó el porcentaje de pérdida por año.

Criterio B. Distribución geográfica

Este criterio puede ser demostrado por medio de dos conceptos “extensión de la presencia” o “área de ocupación”. Cualquiera de los conceptos debe ser sustentado con al menos dos de los siguientes puntos:

- a) “Severamente fragmentada” o “se conoce sólo en una localidad”
- b) Disminución continua, observada, inferida o proyectada apoyada con cualquiera de los siguientes:
 - (i) Extensión de la presencia
 - (ii) Área de ocupación
 - (iii) Área, extensión y/o calidad del hábitat
 - (iv) Número de localidades o subpoblaciones
 - (v) Número de individuos maduros
- c) Fluctuaciones extremas de cualesquiera de los siguientes factores:
 - (i) Extensión de la presencia
 - (ii) Área de ocupación
 - (iii) Número de localidades o subpoblaciones
 - (iv) Número de individuos maduros

Se aplicó el concepto “extensión de la presencia” y se comprobó mediante los puntos (a) “Se conoce sólo en una localidad” y (b) iii Disminución en la “calidad del hábitat”.

En relación al punto a), localidad se define como un área geográfica o ecológica distintiva en la cual un solo acontecimiento amenazante puede afectar rápidamente a todos los individuos del taxón presente. Por su parte, el tamaño dependerá del área que pueda cubrir la amenaza. Si existen varias amenazas, se toma en cuenta la más severa por su afectación.

En el presente estudio, para la especie *Rhipidocladum martinezii*, los incendios representan la mayor amenaza debido a que en la zona donde habita, éstos se presentan periódicamente y afectan seriamente a la población (Conafor 2005). Se tomó como referencia el incendio ocurrido en enero de 2005. Para mostrar la zona de afectación de este incendio, se realizó un mapa con datos de Cházaro (2005) y se calculó la distancia al sitio donde habita *R. martinezii* en el SIG Arcview 3.2. En el caso de *Otatea glauca*, se consideraron a las inundaciones provocadas principalmente por huracanes, como la mayor amenaza del área geográfica donde habita la especie, acorde con los reportes de Cocytch *et al.* (2007) y Mundo (2006).

En lo concerniente al inciso b (iii) “Disminución de la calidad del hábitat”, se buscan evidencias sobre una disminución reciente, actual o proyectada en el futuro, por lo cual se aplicó la Evaluación del disturbio crónico de Martorell y Peters (2005), descrito en el Criterio B del MER (*loc. cit* pág. 27), ya que muestra la calidad del hábitat de la especie en la actualidad.

Criterio C. Tamaño de la población

Este criterio debe respaldarse con el número de individuos maduros y que la especie además, cumpla con uno de los siguientes puntos:

1. Disminución continua estimada entre 10 y 25% en un máximo de cien años.
2. Disminución continua, observada, proyectada o inferida en el número de individuos maduros y con uno de los siguientes subcriterios:
 - a. Estructura poblacional en una de las siguientes formas:
 - (i) ninguna subpoblación estimada contiene un mínimo de cincuenta individuos maduros
 - (ii) entre 90 y 100% de los individuos maduros están en una subpoblación
 - b. Fluctuaciones extremas en el número de individuos maduros

Para ambas especies de bambú bajo estudio, se aplicó el punto 2 a, y se utilizó un censo de población, explicado en el punto C del MER (*loc. cit*, pág.29).

Criterio D. Población restringida

Requerimientos

En este criterio únicamente se solicitan estimaciones del tamaño de la población en número de individuos maduros. También se utilizó el censo de población explicado en el punto C del MER.

Criterio E. Análisis cuantitativo

Se debe realizar un análisis cuantitativo que demuestre la probabilidad de extinción en estado silvestre de un porcentaje de la población, en un periodo de tiempo de máximo de cien años.

No se disponía de información suficiente para cumplir con este criterio, por lo que no fue evaluado.

1. RESULTADOS

3.1 Localización de los sitios de las poblaciones de las especies

3.1.1 *Rhipidocladum martinezii*

Se localizaron poblaciones de esta especie dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, en el municipio de Unión Juárez, aproximadamente en las coordenadas 15°05'26" N, 92°05'31" W. Sin embargo, algunos sitios que, según las fuentes consultadas, contaban con la presencia de la especie en julio de 2007 (época de la verificación en campo), no presentaron indicios de dicha especie (Martínez & Reyes 1987, Cortés & Sánchez 2003, Sánchez 2005 en MEXU 2006, figura 8).



Figura 8. Sitio con presencia en 2005 y ausencia en 2007 de la especie *Rhipidocladum martinezii*
Talquián viejo (km 5 del Camino de terracería Unión Juárez-Chiquihuite), vereda a San Isidro 1,756 msnm. Fotografías: Cortesía Ing. W. Sánchez, Colección M. Rodríguez

3.1.2. *Otatea glauca*

Se localizaron dos poblaciones, ambas se ubicaron en el municipio de Motozintla, en la zona entre los puentes Tolimán I y Tolimán II de la nueva carretera Huixtla – Motozintla. Aproximadamente se encuentran entre las cotas de 1,100 a 1,500 msnm, en las coordenadas 15°19'50" N, 92°19'19" W. Antes de este estudio, sólo se conocía un sitio donde se distribuía la especie (sitio 1), el explorado por Cortés y Sánchez (MEXU 2003, figura 9a). A partir del presente estudio, otro sitio con presencia de la especie fue hallado con ayuda de los habitantes de la zona (sitio 2), el cual no estaba registrado (figura 9b).



Figura 9. Sitios de la especie *Otatea glauca*: Fotografías: Colección M. Rodríguez
a) Sitio 1: Ladera norte del cauce del río Tolimán, (actualmente km. 28) de la carretera Huixtla-Motozintla, km. 39 de la antigua carretera, puente de Hamaca a 1100 msnm (ya no se encuentra la especie)
b) Sitio 2: Nuevo sitio con presencia de la especie: ladera sur a 1.5 km al norte de la carretera a 1500 msnm.

3.2 Aplicación del Método de Evaluación del Riesgo de extinción de especies silvestres en México (MER)

3.2.1 Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México

▪ *Rhipidocladum martinezii*

a) Descripción de la distribución: las poblaciones de esta especie se ubican en los límites de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, en el municipio de Unión Juárez, aproximadamente en las coordenadas 15°05'26"N, 92°05'31" W.

b) Mapas (véase figura 10).

c) Descripción de la elaboración del mapa (para detalles sobre este punto *loc. cit*, pág. 25).

d) Evaluación del tamaño relativo de la distribución: esta especie presenta actualmente una distribución de 1.06 km², lo que representa 0.00005% del Territorio Nacional.

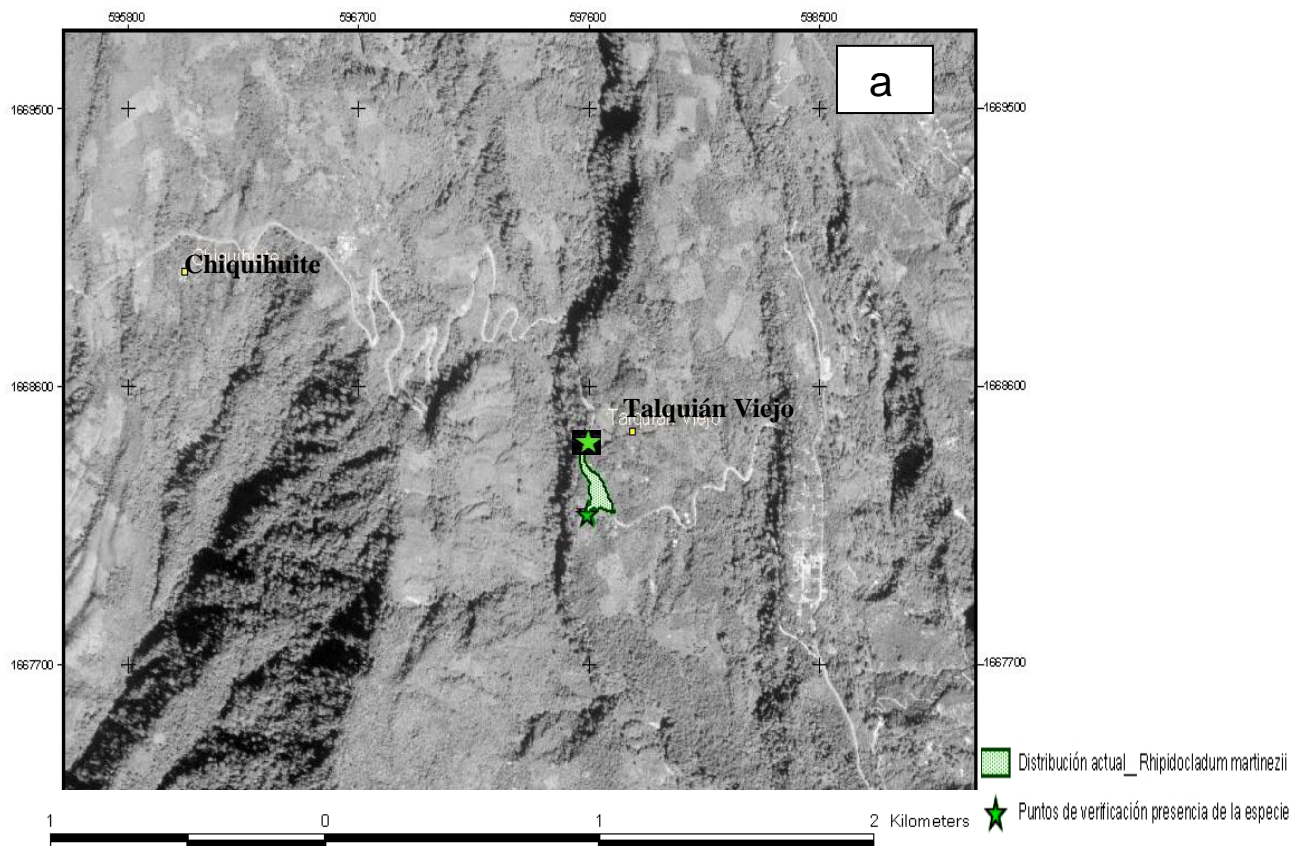


Figura 10. Ubicación y distribución de la especie *Rhipidocladum martinezii* en México.
a) Ortofotografía digital: D15B43F

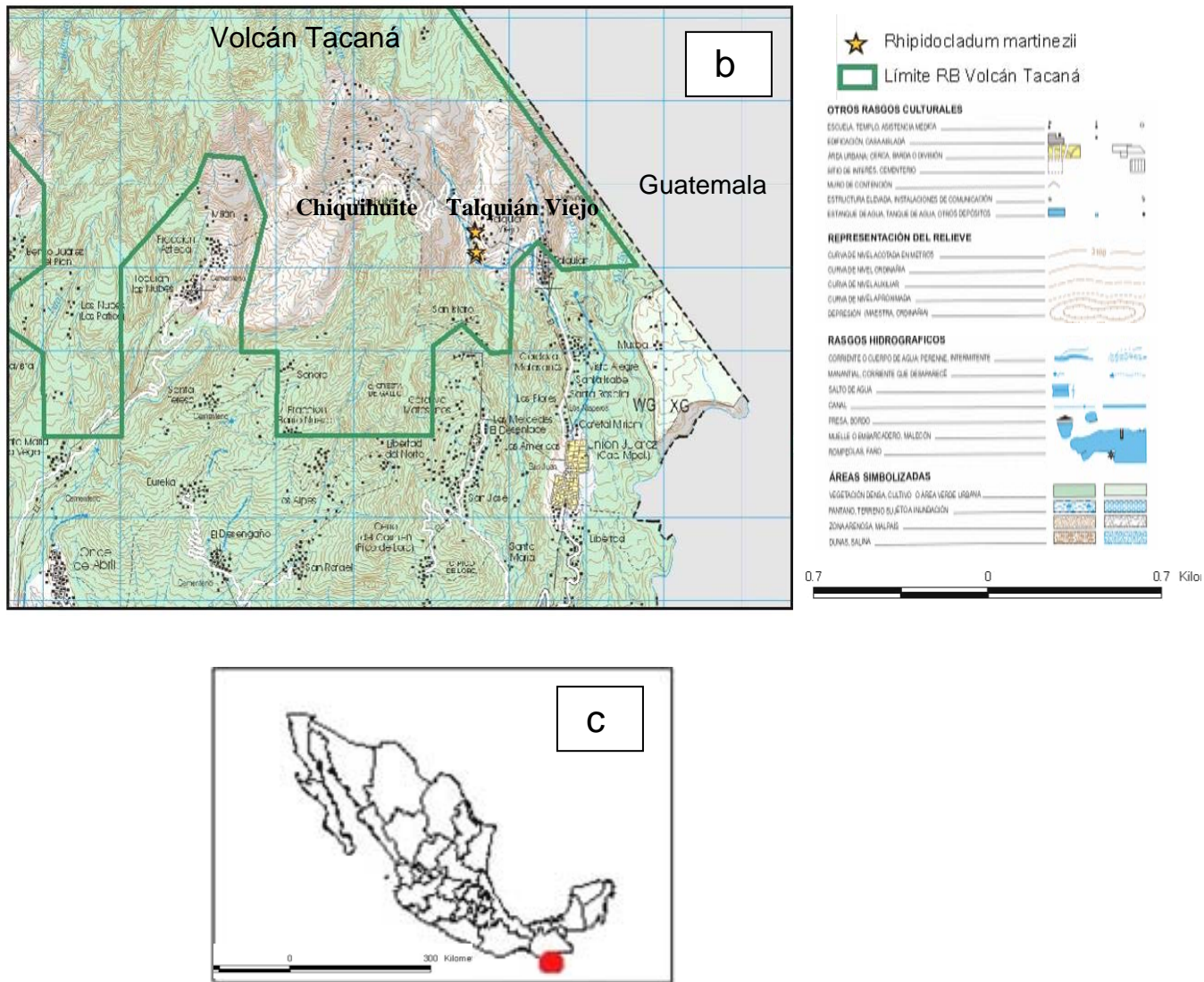


Figura 10. Continuación.

b) Imagen digital, carta topográfica Pavencul 2002. Escala 1:50 000. D15B43

c) Ubicación en el país

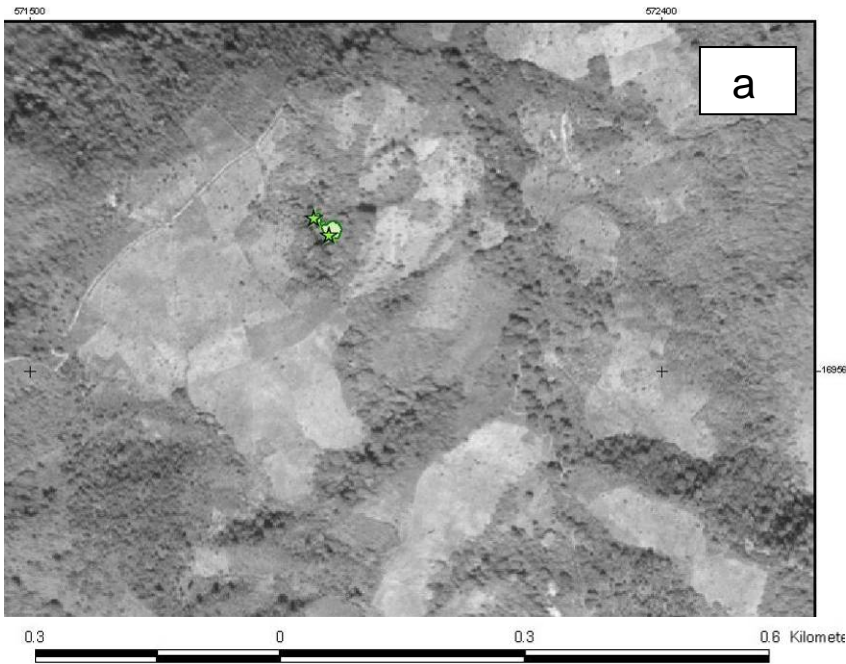
▪ ***Oatea glauca***



a) Descripción de la distribución: las poblaciones se ubican en el municipio de Motozintla, aproximadamente entre las cotas de 1,100 a 1,500 msnm, en las coordenadas 15°19'50" N, 92°19'19" W.

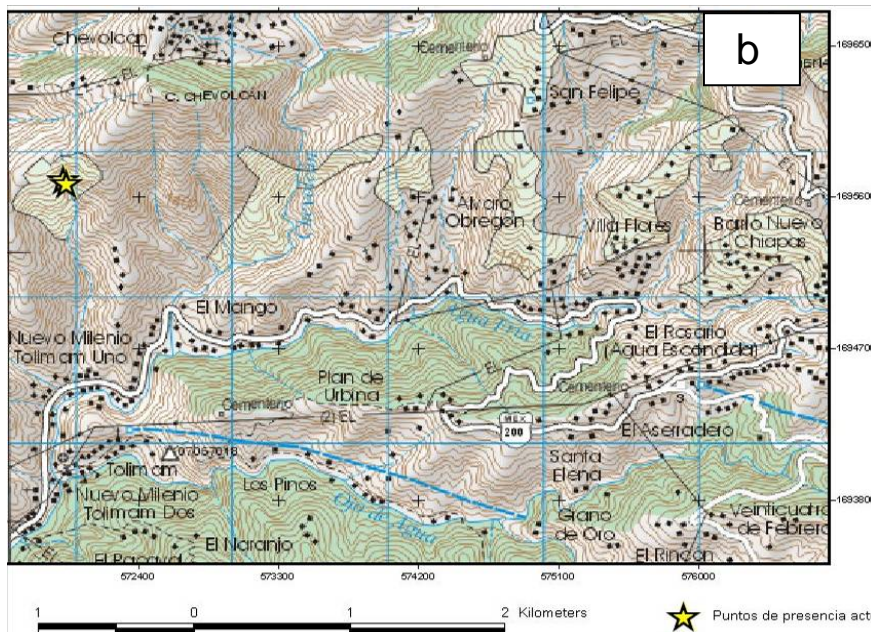
b) Mapa (véase figura 11)

c) Descripción de la elaboración del mapa (para detalles sobre este punto *loc. cit.*, pág. 25).

d) Evaluación del tamaño relativo de la distribución: presenta actualmente una distribución de 0.060 km², lo que representa 0.000003% del Territorio Nacional.



-  Puntos de presencia actual de la especie
-  Distribución actual *Oatea glauca*



OTROS RASGOS CULTURALES

- ESCUOLA, TEMPLO, ASISTENCIA MEDICA
- EDIFICACION CASABLANCA
- AREA URBANA, CERCA, BARRIO O DIVISION
- SITIO DE ENTERRIO, CEMENTERIO
- MURO DE CONTENCION
- ESTRUCTURA ELABORADA, INSTALACIONES DE CONSERVACION
- ESTANQUE DE AGUA, TANQUE DE AGUA, OTROS DEPOSITOS

REPRESENTACION DEL RELIEVE


- CURVA DE NIVELASOMADA ENMETROS
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA
- CURVA DE NIVELANORMAL
- CURVA DE NIVELACIONADA
- DEPRESION INMERTA, ORDINARIA

RASGOS HIDROGRAFICOS

- CORRIENTE O CUERPO DE AGUA PERENNE, INTERMITENTE
- MANANTIAL, CORRIENTE GAS, DESBANCARSE
- SALTO DE AGUA
- CANAL
- PRESA, BORDO
- MUJALA O BARRAJADERO, MALZON
- ROMPEDIZAS, PANTO

AREAS SIMBOLIZADAS

- VEGETACION DENSA, CULTIVO, O AREA VERDE URBANA
- PANTANO, TIEMPO SUJETO A INUNDACION
- ZONAS ARENOSAS, SALPARG
- DUNAS, SALINA

-  Puntos de presencia actual de la especie

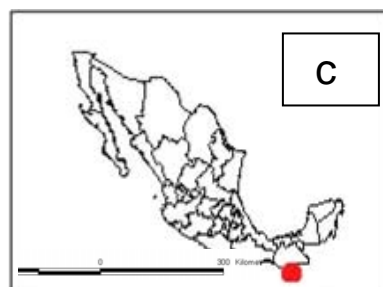


Figura 11. Ubicación y distribución de la especie *Oatea glauca* en México

a) Ortografía digital: D15B33D

b) Imagen digital, carta topográfica Motozintla de Mendoza 2002. Escala 1:50 000.

c) Ubicación en el país

3.2.2 Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón

▪ *Rhipidocladum martinezii*

a) Descripción del tipo de hábitat que la especie ocupa

La especie habita en una región con relieve accidentado y laderas de pendiente pronunciada (7.5° o 13.3%, Ruiz *et al.* 2005), principalmente en las cañadas más húmedas que están protegidas del viento y la insolación. Se encuentra a una altitud entre los 1,600 msnm y los 1,770 msnm (obser. pers.)

El clima es (A) C(m) semicálido húmedo según Köppen, modificado por García, con temperaturas desde los 12° hasta los 28°C, con un régimen de lluvias en verano (principalmente de junio a septiembre), con un rango de precipitación que alcanza los 3000 – 3500 mm anuales (García 1998).

El tipo de vegetación que predomina es el bosque mesófilo de montaña cerca de los límites de la selva alta perennifolia. Entre las especies vegetales arbóreas que se pueden observar se encuentran: *Carpinus carolinian*, *Matudaea trinervia*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Liquidambar spp.* además de diversas especies de bromeliáceas, briofitas, líquenes y trepadoras como *Philodendron sagittifolium*, pteridofitas como *Lycopodium clavatum*, *Phlebodium aureum* y *Woodwardia spinulosa* que son helechos arborescentes que prosperan en zonas perturbadas (Rzedowski 2005). También se pueden observar especies arbóreas comunes de las selvas altas perennifolias, tales como *Aspidosperma megalocarpon*, *Diospyros digyna*, *Guarea glabra*, *Guazuma ulmifolia*, *Miconia argentea*, *Omphalea oleifera*, *Plumero rubra*, *Salix humboldtiana*, *Stemmadenia donell-smithii*, *Schizolobium parahyba* *Tabebuia rosea*, *Trichospermum mexicanum* (Pennington y Sarukhán 2005, Rzedowski 2005, figura 12).

Por su parte, el suelo corresponde a un andosol húmico de textura media según la carta edafológica de INIFAP-Conabio (1995) y los análisis complementarios realizados en el laboratorio (tabla 1). Al ser un suelo de origen volcánico, posee un alto porcentaje de arenas, su pH es ácido (5), y su color es oscuro. En relación a la materia orgánica, ésta es abundante sólo superficialmente, es pobre en bases (Ca, Mg, K, Na), tiene una conductividad eléctrica baja (0.25) y la capacidad de intercambio catiónico es media (43.6).

Específicamente en la cantidad de fósforo, nitrógeno y carbono, muestra niveles críticos de deficiencia para gramíneas (Rodríguez 1996, INEGI 2001), al igual que en micronutrientes (B, Fe, Cu, Zn, Mn; Kirkby y Römheld 2007). El aluminio de intercambio no se encuentra en niveles tóxicos (Ortiz *et al.* 2004).



Figura 12. Aspectos de la vegetación de los alrededores del sitio donde crece *Rhipidocladum martinezii* Fotografías: Colección M. Rodríguez

Tabla 1. Características físicas y químicas del suelo de los sitios donde habitan *Rhipidocladum martinezii* y *Otatea glauca*

Sitio	CE	N	P	P	C	K	Ca	Mg	Na	N-NO3	N-NH4	B	Fe	Cu	Zn	Mn	Acidez	H inter	Al inter	pH	CIC	MO	
	1:5 H ₂ O mmhos/cm dS m ⁻¹	(%) Kj	Bray ppm	tot ppm	tot ** %	← NH ₄ OAc 1 N pH 7 meq/100g (cmoles+Kg ⁻¹)	→	← KCl 2 N ppm	→	← Azom H ppm	← KCl 2 N ppm	→	← DTPA ppm	→	←	→	←	← KCl 1 N meq/100g	→				%
<i>R. martinezii</i>	0.25	0.61	2	0.51	8	0.2	8.5	1.6	t	116	14	0.21	23	0.6	1.2	7	0.1	t	0.1	5	43.60	5	
<i>O. glauca</i> (1)	0.12	0.59	116	0.63	7	0.5	11.4	3.6	t	19	6	1.21	118	1.7	2.2	10	0.2	t	0.2	5	35.46	6.4	
<i>O. glauca</i> (2)	0.14	0.36	33	0.41	5	1.2	16.9	4.2	t	32	27	*	80	7.8	16.7	40	0.1	t	0.1	5	36.32	6.3	

* no alcanzo la muestra**autoanalizador t=trazas

Sitio	Color del suelo			seco	húmedo	arena %	textura arcilla %	limo %	clase textural	
	seco	húmedo	húmedo							
<i>R. martinezii</i>	2.5 Y	4/3	pardo olivo	10 YR	2/2	pardo muy oscuro	56.34	10.02	33.64	migajón arenoso
<i>O. glauca</i> (1)	10 YR	4/2	pardo grisáceo oscuro	10 YR	2/1	negro	54.88	16.02	29.10	migajón arenoso
<i>O. glauca</i> (2)	10 YR	4/3	pardo olivo	10 YR	2/2	pardo muy oscuro	39.60	11.24	49.16	migajón limoso

b) Análisis diagnóstico del estado actual del hábitat

La mayor parte del hábitat de *Rhipidocladum martinezii* aunque forma parte de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, presenta varios impactos por distintas actividades humanas. Esto sucede porque se encuentra cerca del límite (a 145 metros del punto más cercano al borde, en línea recta), y corresponde a la zona de amortiguamiento o influencia de la reserva. Los grupos humanos asentados en esta zona, desarrollan diferentes actividades alrededor del sitio donde habita la especie y la impactan directamente, destaca lo siguiente: desmonte de la vegetación para introducir cultivos (principalmente cafetales), minas de extracción de material para construcción y tiradero de basura. Además, las bajas cantidades de nutrientes en el suelo, pueden producir debilitamiento en las plantas. También esta zona está sujeta a otras amenazas, principalmente incendios y huracanes (Conafor 2005; Figura 13).

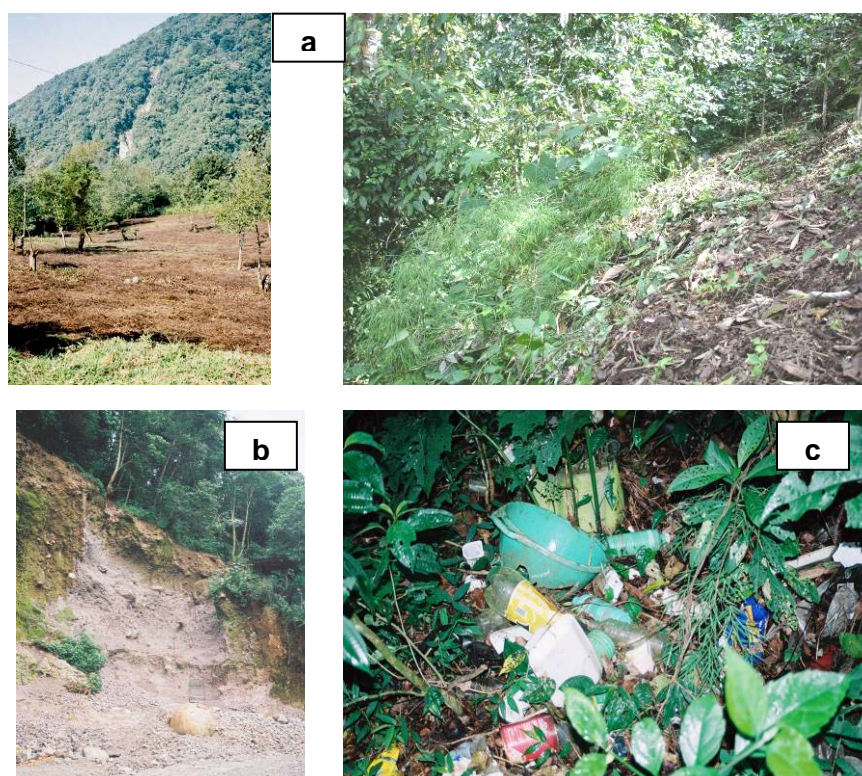


Figura 13. Actividades humanas que impactan el hábitat de *Rhipidocladum martinezii*

a) Se encuentra en el límite de los cultivos donde no es posible sembrar por la inclinación de la pendiente, b) Extracción de material en las laderas aledañas, c) Tiradero de basura principalmente residuos sólidos (plástico) Fotografías: Colección M. Rodríguez, A. Castañeda

c) Evaluación del estado actual del hábitat con respecto a las necesidades naturales del taxón

Se aplicó la metodología de Evaluación del disturbio crónico de Martorell y Peters (2005) en el sitio donde se encuentra *Rhipidocladum martinezii*, se obtuvieron los valores de cada indicador y se integraron a la fórmula. El resultado fue un valor fuera de escala: 114.87 puntos (Tabla 2); esto indica que el sitio actualmente se encuentra muy perturbado (Hernández *et al.* 2006).

Tabla 2. Grado de disturbio de los sitios donde habitan *Rhipidocladum martinezii* y *Otatea glauca* según la metodología de Evaluación del disturbio crónico de Martorell y Peters (2005).

Métricas	Sitio 1 <i>Otatea glauca</i>	Sitio 2 <i>Otatea glauca</i>	Sitio <i>Rhipidocladum martinezii</i>
Ganadería			
Densidad de excretas de cabra u oveja (<i>CABR</i>)	0	0	0
Densidad de excretas de ganado mayor (<i>GAM</i>)	0	0	0
Fracción de plantas ramoneadas (<i>RAMO</i>)	0	0	0
Caminos ganaderos (<i>CGAN</i>)	0	0	0
Compactación del suelo por ganado (<i>COMP</i>)	1	1	1
Actividades humanas			
Fracción de plantas macheteadas (<i>MACH</i>)	0.150	0.500	.850
Evidencia de incendio (<i>INCE</i>)	1	0	1
Cobertura de caminos humanos (<i>CCHU</i>)	0.040	0.026	0.230
Cercanía a poblaciones (<i>POBL</i>)	1	0.769	1
Adyacencia a núcleos de actividad (<i>ADYA</i>)	1	0	1.333
Cambio de uso del suelo (<i>USOS</i>)	0.600	0.400	0.700
Deterioro del hábitat			
Erosión (<i>EROS</i>)	0.166	0.250	0.450
Islas (<i>ISLA</i>)	0	0	1
Superficie totalmente modificada (<i>STOM</i>)	0.2	0.007	0.560
Disturbio	55.30	48.60	114.87

▪ *Otatea glauca*

a) Descripción del tipo de hábitat que la especie ocupa

Esta especie en un principio fue hallada en dos sitios; ambos presentan un relieve abrupto y laderas con pendientes muy pronunciadas (22.5° ó 40 %); las plantas crecen cerca de los cauces de las corrientes de agua. El sitio 1 se encuentra a una altitud de 1,100 msnm, mientras que el sitio 2 presenta una mayor elevación (1,500 msnm) (obser. pers.). El clima en los dos sitios es C(m) semicálido húmedo según Köppen, modificado por García, con temperaturas de 14° a 30°C, con un régimen de lluvias en verano (principalmente de junio a septiembre) con un rango de precipitación entre los 2,500 y los 3,000 mm anuales (García 1998).

El tipo de vegetación presente es una selva alta subcaducifolia, y se encuentra muy cercana a los límites con el bosque de coníferas. Entre las especies vegetales que se pueden observar en el sitio 1 se encuentran de manera muy abundante el bambú *Chusquea liebmanii* y otra gramínea *Arundo dunax*; también están presentes las especies arbóreas: *Pinus strobus* var. *chiapensis*, *Salix humboldtiana*, *Alchornea* spp., *Cecropia* spp., *Terminalia* spp., además de varias especies de epifitas, trepadoras, herbáceas y rastreras. En el sitio 2; de igual manera está presente el bambú *Chusquea liebmanii* en abundancia y son comunes especies arbóreas como *Aphananthe monoica*, *Dendropanax arboreus*, *Inga jinicuil*, *Trema micrantha*, *Calycophyllum candidissimum*, *Aspidosperma magalocarpon*, *Bursera* spp., *Tabebuia* spp., hongos (*Geastrum rufescens*), helechos, bromeliáceas y del género *Ficus* algunas especies con comportamiento de epifitas. Algunas de las trepadoras llegan a utilizar como soporte los culmos de *Otatea glauca* (Pennington y Sarukhán 2005, Rzedowski 2005; figura 14).

El suelo en ambos sitios corresponde a un acrisol húmico de textura media y fina respectivamente (INIFAP y Conabio 1995). En general presentan características similares (tabla 1). Los colores son oscuros, el pH es ácido (5) en ambos sitios, la conductividad eléctrica es baja (0.12 y 0.14 respectivamente) y son pobres en bases (Ca, Mg, K, Na). Los porcentajes de arcilla (16.02 y 11.24) y limo (29.10 y 49.16) al igual que la materia orgánica (6.4 y 6.3) en el sitio 1 y 2 respectivamente; son más altos que en el suelo donde crece *R. martinezii*, al contrario de la capacidad de intercambio catiónico, que es menor (35.46 en el sitio 1 y 36.32 en el sitio 2), contra 43.60 de la otra especie. El aluminio en ninguno de

los sitios se encuentra en niveles tóxicos (Ortiz *et al.* 2004). En cuanto a la cantidad de nitrógeno y carbono, también muestra niveles críticos de deficiencia para gramíneas (Rodríguez 1996, INEGI. 2001). El sitio1 presentó niveles muy bajos de Zn, Cu y Mn. El boro es insuficiente en ambos sitios, en cambio el Fe presenta valores altos y el fósforo se encuentra en cantidades suficientes (Kirkby y Römheld 2007).

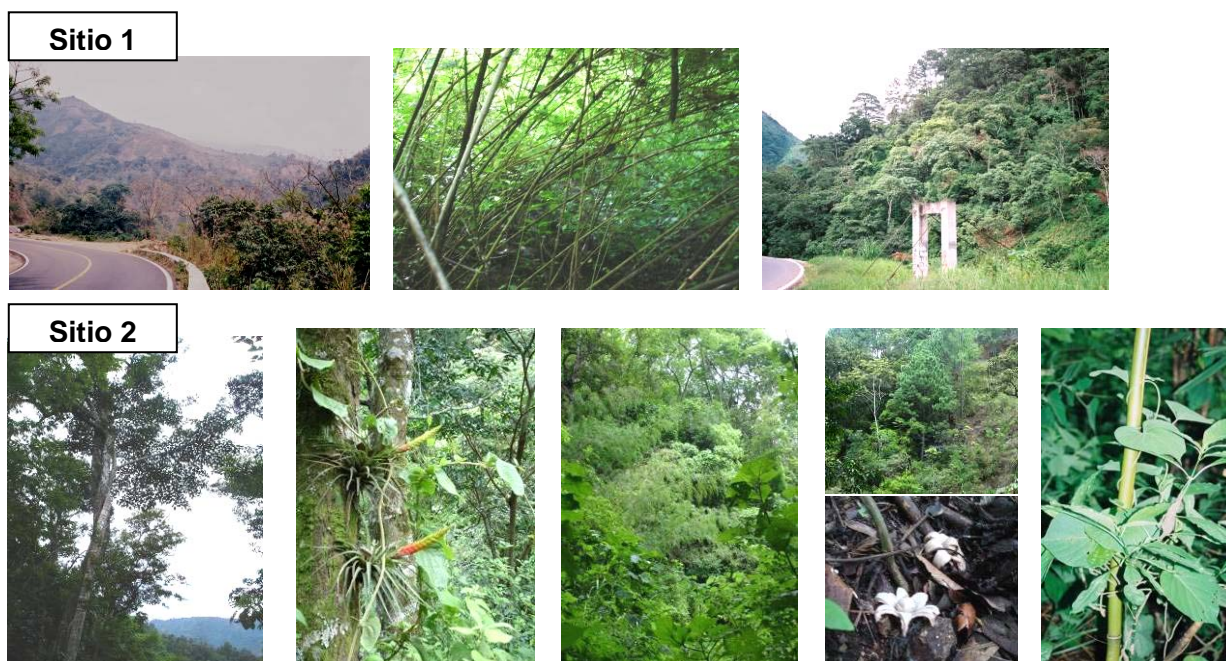


Figura 14. Aspectos de la vegetación de los alrededores de los sitios donde crece *Otatea glauca*
Fotografías: Colección M. Rodríguez, A. Castañeda

b) Análisis diagnóstico del estado actual del hábitat

Ambos sitios han sido intermitentemente afectados por eventos hidrometeorológicos como las tormentas tropicales. La más reciente (octubre de 2005), el huracán Stan, causó severos daños (Hernández y Bravo 2005). Particularmente en el Sitio 1, este huracán provocó inundaciones y deslizamientos de laderas que modificaron la geomorfología de la zona. Los habitantes de la zona notaron una disminución considerable en la población de la especie *Otatea glauca* posterior a este evento (Silverio com. pers). Cabe mencionar que durante el primer recorrido que se hizo para la presente investigación (abril 2007), aún se observó una plántula. Sin embargo, en la

siguiente visita (julio 2007), esta plántula ya había sido cortada. Esta acción de poda o corte con machete por parte de los mismos habitantes del lugar, es precisamente junto con el desmonte de la vegetación natural para la introducción de cultivos (banano, maíz y café) o apertura de caminos; lo que afecta directamente a la especie de bambú estudiada (Figura 15). También se observó que la especie *Arundo dunax* se encuentra de manera abundante cerca de los cauces de los ríos en esta zona, lo que de acuerdo con Flores *et al.* (2008) es indicador de alta perturbación del ecosistema, ya que se considera una invasora de ecosistemas riparios.

En el sitio 2, por las condiciones del terreno, que son poco accesibles, se observó un menor número de agentes de perturbación (únicamente poda con machete y apertura de caminos). A pesar de esto, al igual que en el sitio 1, a partir de las inundaciones provocadas por el Huracán Stan, hubo una notable disminución de la población de la especie *Otatea glauca* (Silverio com. pers). Es posible que la escasez de algunos nutrientes en el suelo, haya afectado el desarrollo de las plantas (Figura 16).

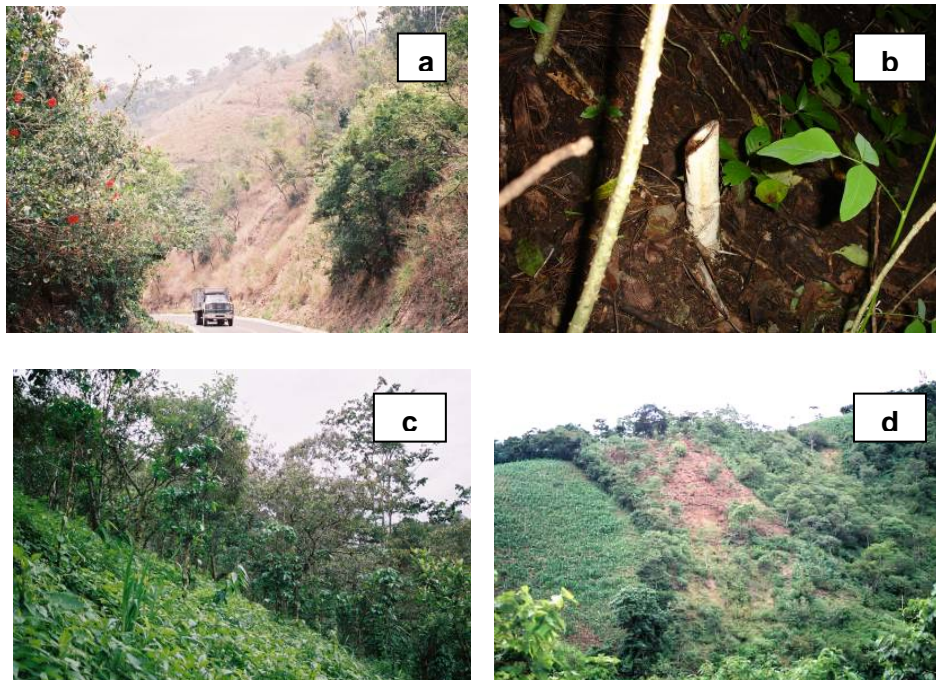


Figura 15. Actividades humanas que impactan el hábitat de *Otatea glauca* (sitio 1)
a) Fragmentación del hábitat por caminos,
b) poda con machete,
c) introducción de diferentes cultivos
d) deslizamientos e inestabilidad de laderas por la falta de cubierta vegetal y altas precipitaciones

Fotografías: Colección M. Rodríguez, A. Castañeda

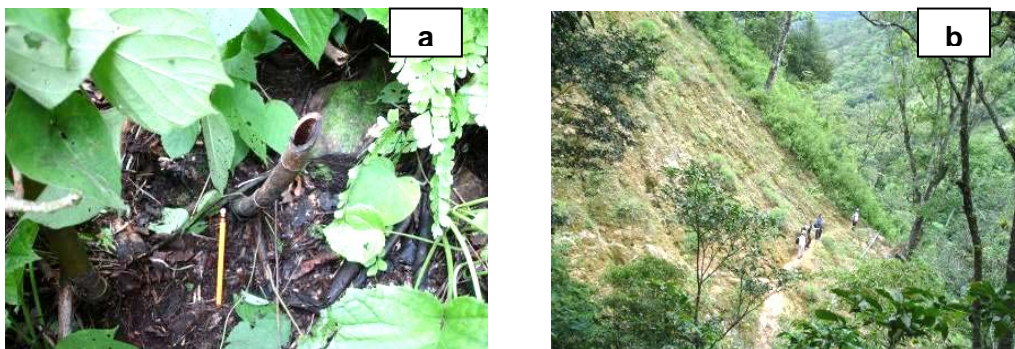


Figura 16. Actividades humanas que impactan el hábitat de *Otatea glauca* (sitio 2)

a) Poda con machete, b) apertura de caminos

Fotografías: Colección M. Rodríguez, A. Castañeda

c) Evaluación del estado actual del hábitat con respecto a las necesidades naturales del taxón

De acuerdo con la Evaluación del disturbio crónico de Martorell y Peters (2005); los valores de los sitios donde se encuentra la especie *Otatea glauca* indican una perturbación moderada; aunque el valor del sitio 1, es ligeramente mayor (55.30) que el del sitio 2 (48.60) (tabla 2).

3. 2. 3 Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón

▪ *Rhipidocladum martinezii*

a) Historia de vida de la especie

La información que aún es escasa para esta especie, se encuentra en la sección “descripción de las especies” (*loc. cit* pág. 14) y en el Anexo I.

b) Diagnóstico del actual estado de la población o especie y descripción de cómo se obtuvo dicha diagnosis

A través de un censo en la población de *R. martinezii*, se contabilizó un total de 54 macollos, cada uno con seis cañas en promedio; diez plántulas y 21 brotes en una superficie de 30 m² (Tabla 3). El 74% de los culmos eran juveniles de aproximadamente un año y medio; el resto estaban secos. En la parcela 1, los culmos presentaron una mayor altura promedio (90 cm) que los de la parcela 2 (53 cm). En contraste, el diámetro promedio de los culmos en la parcela 2 fue mayor (2.25 cm) que en la parcela 3 (1.5 cm). En promedio había 1.8 macollos/ m² y cada uno tenía un diámetro de 4 cm; por lo que se considera una densidad media

para bambúes (Griscom y Ashton 2003). La parcela con mayor densidad fue la 2 (2.8 macollos/ m²). Esta parcela tenía un acceso muy restringido, ya que estaba rodeada de las parcelas 1 y 3 que limitaban con cultivos y caminos (figura 17). Debido a que había solamente 339 culmos en 30 m², se puede considerar una productividad muy baja, ya que las cifras ideales de productividad de bambú son de 3,000 a 10,000/ha (Botero 2004).

Tabla 3. Censo de la población de *Rhipidocladum martinezii*

Parcela	Plántulas	Macollos	Brotes	Culmos juveniles	Culmos maduros	Culmos SM	Culmos secos	CCM
1	10	9	12	51	0	0	2	1
2	0	28	3	169	0	0	15	2
3	0	17	6	85	0	0	4	0

SM= sobremaduros CCM=cortados con machete



Figura 17. Etapas de desarrollo de *Rhipidocladum martinezii*
a) Plántulas, b) Brotes.

Fotografías: Colección M. Rodríguez y A. Castañeda

Respecto al banco de semillas, sólo se encontraron lemas (restos del envoltorio más externo de la semilla o fruto) en la parcela 1, que coincidió con la presencia de plántulas. Se hallaron también semillas de otras especies, tales como *Trichospermum mexicanum*, *Miconia argentea* y *Salix Humboldtiana*.

A partir de dichas observaciones, es difícil precisar el momento del evento de floración que dio lugar a esta nueva población que está bajo estudio, ya que aún no se conoce el tiempo o ciclo de floración de esta especie, y el último registro oficial de floración en el mismo sitio es del 2003. Dado que el tiempo que permanece viable la semilla de los bambúes es muy corto (Bellairs 2008), la probabilidad que sea del 2003 es casi nula, al menos de que la floración se haya mantenido por más de dos años, o que hubiera una floración más reciente y que no se hubiera registrado (Cortés com. pers).

Diagnóstico del estado actual de la población de *R. martinezii*:

Por lo descrito previamente, se considera que la población de *R. martinezii* tiene un número reducido de individuos (54); sin embargo, la densidad en las zonas donde aún crece es aceptable (1.8 individuos/m²); además, tres cuartas partes son individuos en fase juvenil y existen plántulas y rebrotes (Figura 18). Las condiciones de nutrientes del suelo también pueden ser mejoradas y con ello podría incrementarse la productividad de la especie. Por lo anterior, la población de *R. martinezii* tiene posibilidades de recuperarse mediante programas que sean adecuados y compatibles con los intereses de los habitantes de la región.

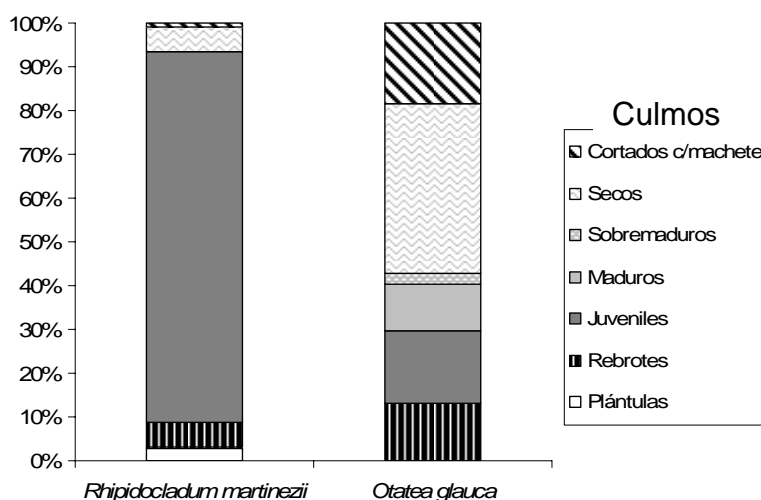


Figura 18. Comparación entre las poblaciones de *Rhipidocladum martinezii* y *Oatea glauca*

d) Evaluación de factores que lo hacen vulnerable

Rhipidocladum martinezii es un bambú endémico y de distribución restringida. Actualmente su hábitat es afectado por diversos factores que perjudican a esta especie. Entre ellos, se encuentra el desmonte de la vegetación para introducir cultivos. Dicha acción, además de reducir aún más su hábitat, causa otros efectos negativos; por ejemplo, el desarrollo de este bambú es alterado por la falta de árboles para trepar. Así mismo, debido a que existe mayor cantidad de luz en las áreas perturbadas, es posible que se originen más eventos de floraciones, tal como ocurre en algunas especies del género *Chusquea* cuando se abren claros en los bosques de *Quercus* (Widmer 1997). Estas floraciones atípicas y la consecuente muerte de las plantas, podría influir en la decisión de los habitantes de retirarlas (a pesar de la existencia de un banco de semillas) y cultivar en esos sitios especies de las que obtengan mayores beneficios económicos. Otro factor importante que pudo haber afectado negativamente el desarrollo de las plantas, fue el bajo nivel de algunos nutrientes importantes para el crecimiento de gramíneas, que a su vez, pudo ser originado por las mismas perturbaciones que repercuten en la proporción de elementos químicos presentes en el suelo (Widmer 1997, Taylor y Zisheng 1988, Rodríguez 1996, INEGI 2001).

▪ ***Otatea glauca***

a) Historia de vida de la especie

La escasa información que se tiene de esta especie, se encuentra en la sección “descripción de las especies” (*loc. cit* pág.15) y Anexo I.

b) Diagnóstico del actual estado de la población o especie y descripción de cómo se obtuvo dicha diagnosis

El censo sólo se pudo realizar en el sitio 2, ya que en el sitio 1, el único ejemplar que permanecía fue cortado. En total se registraron seis macollos, cada uno con 28 cañas en promedio; además de 21 brotes (Tabla 4). Al contrario de lo que ocurre en la población de *R. martinezii*, el 50 % de los culmos de *O. glauca* ya están secos o sobremaduros. Los culmos juveniles de la parcela 2, mostraron en promedio mayor altura (3.2 m) que los de la parcela 1 (1.9 m). En contraste, los ejemplares maduros de la parcela 1 son mayores por 75 cm que los de la parcela

2. El diámetro promedio de los culmos en ambas parcelas fue de 3 cm. En promedio habían 0.16 macollos/m² y cada macollo tenía un diámetro de dos metros aproximadamente, por lo que se considera una densidad baja según Mostacedo (2007). En cuanto a la productividad, existen 122 culmos/ha, lo cual es muy bajo, acorde con Botero (2004).

Tabla 4. Censo de la población de *Otatea glauca*

SITIO 2

Parcela	Núm. plántulas	Núm. macollos	Brotes	Culmos juveniles	Culmos maduros	Culmos SM	Culmos secos	CCM
1	0	5	15	19	19	5	73	28
2	0	1	11	14	2	0	4	9

SM= sobremaduros CCM=cortados con machete

La composición de la población fue de 13% brotes, 16% juveniles, 12% entre maduros y sobremaduros y 38% secos. El resto fueron cortados con machete (Figuras 18 y 19). Esta proporción, parece indicar que la población se encontraba en una fase más avanzada hacia la decadencia ya que una quinta parte eran maduros y sobremaduros y un gran número ya estaban muertos. También la decadencia en la población puede ser comprobada comparando con lo que propone Botero (2004) para una población productiva de bambú: 10% brotes, 30% juveniles, 60% maduros y sobremaduros y 0% secos. En el caso del presente estudio, el porcentaje de juveniles y maduros-sobremaduros están muy por debajo de lo esperado para una población productiva.



Figura 19. Etapas de desarrollo de *Otatea glauca* a) Plántulas (sitio 1), b) Culmos en diferentes estadios (sitio 2), c) rebrotes (sitio 2). Fotografías: Colección M. Rodríguez, A. Castañeda

En cuanto al banco de semillas, en el sitio 1 no se encontraron semillas de este bambú. Solamente se encontraron semillas de: *Salix humboldtiana*, *Cecropia spp.*, y *Alchornea spp.* En el sitio 2, a diferencia de lo observado con *R. martinezii*, en donde había únicamente lemas; este sitio presentó además paleas (brácteas internas que encierran al fruto o cariposis) había glumas (brácteas que rodean la espiguilla). A pesar de esto no se registraron plántulas, por lo que se puede inferir que las semillas fueron depredadas o las plántulas regeneradas no pudieron sobrevivir. En el sitio también se encontraron semillas de *Ficus spp.*, *Aphananthe monoica* y *Trema micrantha*.

Debido a que este sitio se dio a conocer a partir de la presente investigación, no se cuentan con fechas de floración ni información de otros eventos, aunque es probable que haya ocurrido simultáneamente a la población del sitio 1, acontecida en el mismo año que *R. martinezii* (2003).

Diagnóstico del estado actual de la población de *O. glauca*

Por todo lo anterior, el número de individuos (6), muestra a una población impresionantemente reducida, y con una composición en las edades de sus culmos que indican que esta pequeña población puede estar al inicio de un descenso. Además, cerca de 20% de los culmos fueron cortados por los habitantes. Sin embargo, presenta una cuantiosa producción de brotes.

c) Evaluación de factores que lo hacen vulnerable

Otatea glauca como especie endémica, presentó alta sensibilidad a los eventos hidrometeorológicos extremos, lo que ocasionó una cuantiosa disminución de individuos. Esto puede deberse a la disminución de los nutrientes esenciales requeridos por las plantas que fueron lixiviados por las cantidades altas de precipitación ocurridas durante un corto período de tiempo (Mejía 1999). Al paso del Huracán Stan, en octubre del 2005, ocurrieron precipitaciones de 700 mm en 72 horas, con una precipitación máxima de 457 mm en un día; Suárez 2006); además, hubo cambios en la geomorfología de la zona también por el efecto de las lluvias que produjeron una gran cantidad de deslizamientos (avalanchas y flujos; Suárez 2006) que destruyeron zonas donde crecía la especie (obser. pers.)

Otro factor a considerar es el tamaño de la población que, al ser tan reducido, tiende a presentar problemas de baja diversidad genética debido a la depresión endogámica (Lavery y Gibbs 2007). También la incesante práctica de los habitantes de cortar los culmos, con el fin únicamente de abrir más lugares para transitar (ya que las pendientes son muy escarpadas y el bambú crece junto al lecho de una corriente); puede ser un factor que impacte negativamente, ya que puede llegar a exterminar por completo la única población conocida en estado silvestre. Sin embargo, para Montes *et al.* (1998), esta poda no selectiva de culmos (ya que no es para su aprovechamiento como material), en ocasiones, desencadena un comportamiento favorable, ya que en plantaciones comerciales, la poda tipo aclareo, libera la compactación y promueve el crecimiento de nuevos culmos.

Por estas razones, la posibilidad de recuperación de la población de esta especie requerirá de medidas no sólo compatibles con los intereses de los habitantes de la región; principalmente deberá incluir intercambio de material genético con las plantas que se comercializan en Estados Unidos (Gamboa com.pers).

3.2.3 Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón

▪ *Rhipidocladum martinezii*

a) Factores de riesgo reales y potenciales y su importancia relativa

En la región del Soconusco se ha observado desde la época de la Colonia, un intenso proceso de deforestación que ha repercutido de diversas maneras (Aubry 2005). Actualmente, de acuerdo con los análisis de los criterios anteriores, los factores de riesgo reales y potenciales más importantes para *R. martinezii*, siguen siendo la destrucción y modificación de su hábitat por diferentes agentes relacionados con las actividades humanas. Aunque la región del Volcán Tacaná fue declarada hasta enero del 2003 como área natural protegida con carácter de reserva de la Biosfera, en 2005 aún no contaba con un plan de manejo que regulara las actividades dentro de ella. Esta reserva abarca parte de los municipios de Tapachula, Cacaohatán y Unión Juárez; y cuenta con una superficie total de 6,378 hectáreas (Diario Oficial Primera Sección 2003), figura 20.

En México, al igual que en otros países tropicales, lamentablemente el objetivo de las áreas protegidas o reservas no se cumple en su totalidad, ya que, en general, son zonas complejas en las que existen diversos conflictos o demandas de las poblaciones locales porque en la mayoría de los casos no son tomadas en cuenta para el establecimiento de los límites de las ANP. Tampoco se cuenta con una estricta vigilancia dentro de ellas, además de que se carece de planes integrales que incluyan tanto el desarrollo de las poblaciones, como la conservación del medio y su biodiversidad (Toledo 2005). Por esta razón, se deben hacer planteamientos en colaboración con las poblaciones locales que conjunten acciones con los que se obtengan mejores resultados a corto plazo, tanto para la población local como para el medio ambiente.

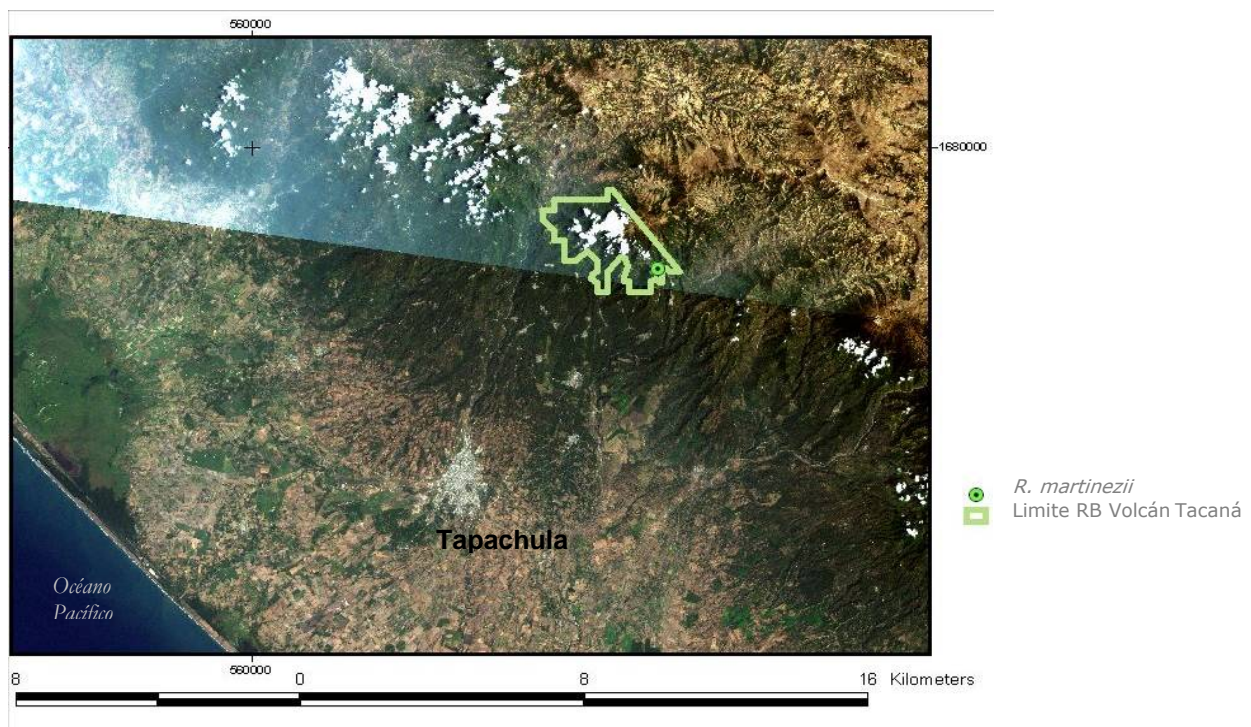


Figura 20. Ubicación de *R. martinezii*, en la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná.
Mosaico de imágenes Landsat MSS Chiapas 1990.

b) Análisis pronóstico de la tendencia de la especie o población referida

Tal como se mencionó en el punto anterior, la pérdida de hábitat ha repercutido en la población de *R. martinezii*, la cual se encuentra en una reducida porción del bosque mesófilo de montaña, cerca de los límites de la selva alta perennifolia, en la RB Volcán Tacaná. De acuerdo con los materiales cartográficos analizados, se ha observado que en los últimos 29 años, en las regiones de El Soconusco y La Sierra, al igual que otras regiones de Chiapas, los tipos de vegetación que han perdido mayor número de hectáreas son las selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias: (8,298 ha), seguidas del bosque mesófilo con 721 ha. Estas selvas y bosques son sustituidos principalmente por cultivos y asentamientos humanos que presentaron una tasa de crecimiento de 4.3% y 8.8% respectivamente en el mismo periodo (Cayuela *et al.* 2006; Tabla 5; figuras 21 y 22).

Tabla 5. Superficie estimada para principales usos de suelo de El Soconusco y La Sierra

USO DE SUELO	1976 (ha)	2000 (ha)	2005 (ha)
Agricultura	11,984.86	14,998.85	41,812.26
Pastizal cultivado e inducido	23,111.57	24,179.70	3,576.48
Asentamientos humanos	52.85	542.52	676.70
Bosque de encino	303.10	87.22	74.10
Bosque de oyamel (incluye ayarín y cedro)	339.40	339.39	234.32
Bosque de pino	4,274.61	4,157.49	4,157.42
Bosque de pino-encino	4,289.50	4,000.64	3,980.19
Bosque mesófilo de montaña	7,265.50	6,584.50	6,544.32
Selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia	15,126.86	13,566.83	6,828.61
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	1,269.57	850.41	849.37

Elaboración propia a partir del análisis cartográfico

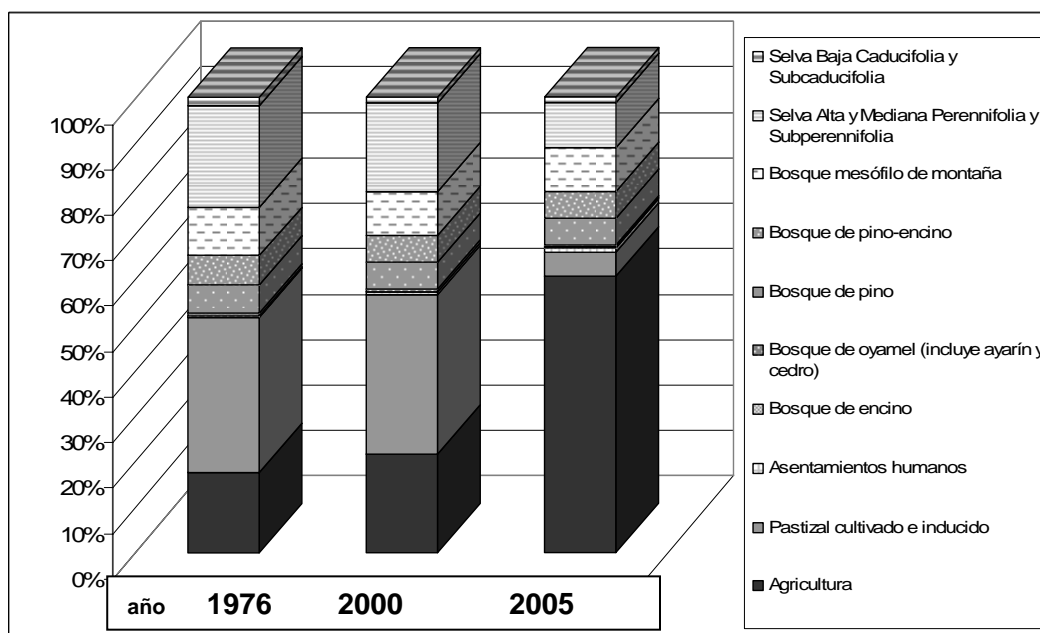


Figura 21. Porcentajes de ocupación de los principales usos de suelo en las regiones de El Soconusco y La Sierra. Elaboración propia a partir del análisis cartográfico

De continuar con las tasas que se presentan actualmente, para el año 2015 en El Soconusco y La Sierra se habrán perdido aproximadamente cien hectáreas de bosque mesófilo y mil hectáreas más de selvas altas y medianas. Estos tipos de vegetación son los que presentan la velocidad de cambio más elevada, es decir, los que pierden en promedio más hectáreas al año. Por el contrario, se prevé que la superficie para fines agrícolas aumentará exponencialmente (Mas *et al.* 2002; Tabla 6; figura 23).

Tabla 6. Superficie estimada para principales usos de suelo del Soconusco y La Sierra para el año 2015

USO DE SUELO	proyección 2015 (ha)
Agricultura	63,762.17
Pastizal cultivado e inducido	1,840.02
Asentamientos humanos	1,571.40
Bosque de encino	44.96
Bosque de oyamel (incluye ayarín y cedro)	205.99
Bosque de pino	4116.03
Bosque de pino-encino	3877.9
Bosque mesófilo de montaña	6312.5
Selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia	5,172.190
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	738.420

Elaboración propia

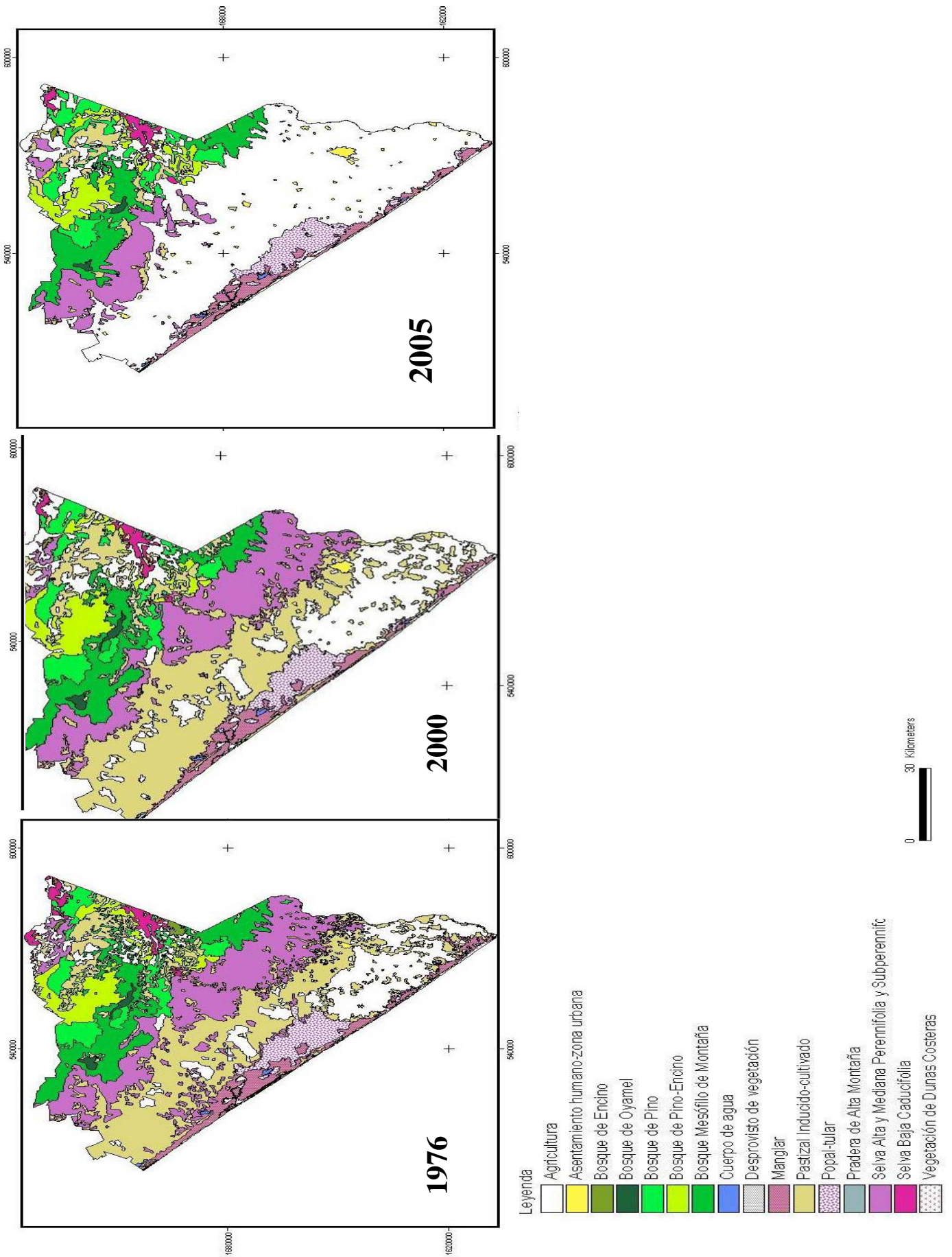


Figura 22. Variación espacial de los principales usos de suelo en las regiones de El Soconusco y La Sierra. Elaboración propia a partir del análisis cartográfico

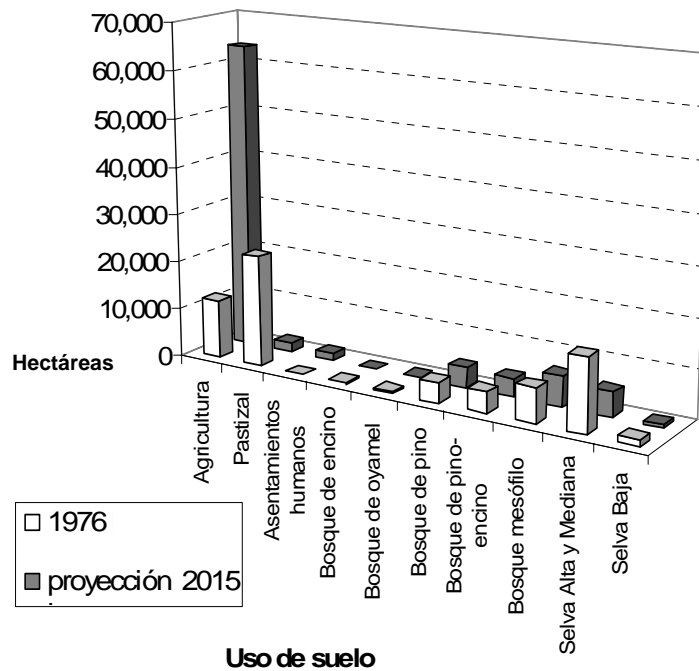


Figura 23. Número de hectáreas de los principales usos de suelo en las regiones de El Soconusco y La Sierra proyectados para año 2015. Elaboración propia

En cuanto al paisaje, El Soconusco y La Sierra presentaron un compartimiento que puede representar superficialmente lo opuesto a lo que muestran otros estudios sobre fragmentación (Fontúrbel 2007, Peña *et al.* 2006), ya que el número de parches entre el 1976 y 2005 disminuyó, mientras que el tamaño promedio y el área núcleo total aumentaron. En lo que respecta al borde, la densidad de borde y el borde promedio disminuyeron, y el índice de forma, no tuvo una variación significativa (tendió al círculo). Estos valores pueden confundirse con indicadores de una mejora en el medio, sin embargo, el índice de diversidad de Shannon aumentó y disminuyó el número de áreas núcleo y su densidad, lo que significa que desapareció una gran cantidad de áreas núcleo y aumentó la fragmentación.

Este comportamiento, se debe a que el análisis de paisaje en esta escala de estudio, se ve altamente influido por los datos de la superficie de uso agrícola que se expandió hasta dominar el uso de suelo de la región. Sin embargo, los índices por tipo de vegetación, permiten apreciar que la superficie de área núcleo en realidad disminuyó y que aumentó el número de parches de todos los tipos (con excepción del bosque de encino, tablas 7 y 8, figura 24).

Este caso presenta similitudes con la región este del país, en la que se encuentra otra ANP; la reserva de la Biosfera Los Tuxtlas de Veracruz (Guevara *et al.* 2000), en la que también se observa que en las décadas recientes ha habido una expansión de la agricultura y una destrucción de las áreas forestales.

Tabla 7. Comparación entre los valores de las métricas y parámetros obtenidos del análisis del paisaje en El Soconusco y La Sierra para 1976 y 2005

Métrica	Parámetro	1976	2005
Paisaje	Número total de parches	580	395
	Tamaño promedio de los parches (ha)	1,391.2	2,042.6
Borde	Borde total (km)	11,971.2	8,428.4
	Densidad de borde (m/ha)	14.8	10.4
	Borde promedio (m/parche)	20,640.0	21,337.7
Forma	Índice de forma	1.9	1.8
Diversidad	Índice de diversidad de Shannon	2.0	2.2
Área núcleo	Área núcleo total (m ²)	542,265.8	616,698.14
	Número de áreas núcleo	392	328
	Densidad del área núcleo (núm parches/m ²)	0.00049	0.00041

Elaboración propia

Tabla 8. Comparación entre superficies de área núcleo y número de parches obtenidos del análisis del paisaje en El Soconusco y La Sierra para 1976 y 2005

USO DE SUELO	Área núcleo (m²)		Número de parches	
	1976	2005	1976	2005
Agricultura	85,091.61	397,593.87	80	38
Pastizal cultivado e inducido	160,364.22	19,584.18	153	50
Asentamientos humanos	303.54	1,852.10	1	47
Bosque de encino	1,569.31	359.90	6	2
Bosque de oyamel (incluye ayarín y cedro)	2,245.50	1,582.19	2	2
Bosque de pino	31,060.34	24,318.87	21	46
Bosque de pino-encino	29,433.77	23,507.34	21	36
Bosque mesófilo de montaña	58,914.45	47,605.24	5	26
Selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia	118,364.23	52,267.86	57	28
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	7,173.09	4,513.81	10	10

Elaboración propia

c) Evaluación del impacto

La región que conforman El Soconusco y La Sierra, está sujeta a un ritmo de cambio muy acelerado que, aunque se ha presentado desde épocas coloniales, el proceso se ha acelerado en los últimos veinte años. Este cambio, provoca que las especies de bambú estudiadas se encuentren en ambientes altamente fragmentados con todas las consecuencias negativas que eso implica (Tovar 2000, Aubry 2005). Es probable que *R. martinezii* haya crecido originalmente en una zona mayor a la que se presenta en la actualidad, por lo que es importante mantener las únicas zonas donde se desarrolla y mejorar las condiciones ambientales, ya que bajo estas condiciones es susceptible, al igual que otras especies, al efecto de borde (Primack *et al.* 2001 e).

Los análisis regionales y de paisaje revelaron que la zona se encuentra altamente fragmentada y dominada por la actividad agrícola, mientras los asentamientos humanos continúan en expansión. Principalmente el tipo de vegetación y la topografía influyeron en el patrón de fragmentación de la región ya que las zonas de baja altitud del sur y sureste con cercanía a la costa; al presentar alto nivel de humedad son intensamente utilizadas para cultivos tropicales, así como para el establecimiento de asentamientos humanos. Al noreste, los fragmentos de selvas y bosques son de escasas dimensiones y baja conectividad entre ellos (la mayoría de los fragmentos son de una superficie menor a veinte hectáreas; Figura 25), ya que aun en terrenos con una gran pendiente, se cultiva café o se extraen maderas (Catalán 1995, Guevara *et al.* 2000).

Por lo anterior, se estima que en un futuro, los cambios de uso de la cobertura del suelo, en particular la deforestación, tendrán un impacto negativo sobre la biodiversidad regional, así como en la hidrología, ya que esta zona ha demostrado también una alta vulnerabilidad a las tormentas tropicales extremas. Esta situación se agrava debido a las altas tasas de deforestación y fragmentación de la vegetación natural en la región.

Cabe mencionar que por su cercanía con Guatemala, sería conveniente reforzar los planes binacionales a favor de la conservación de esta región.

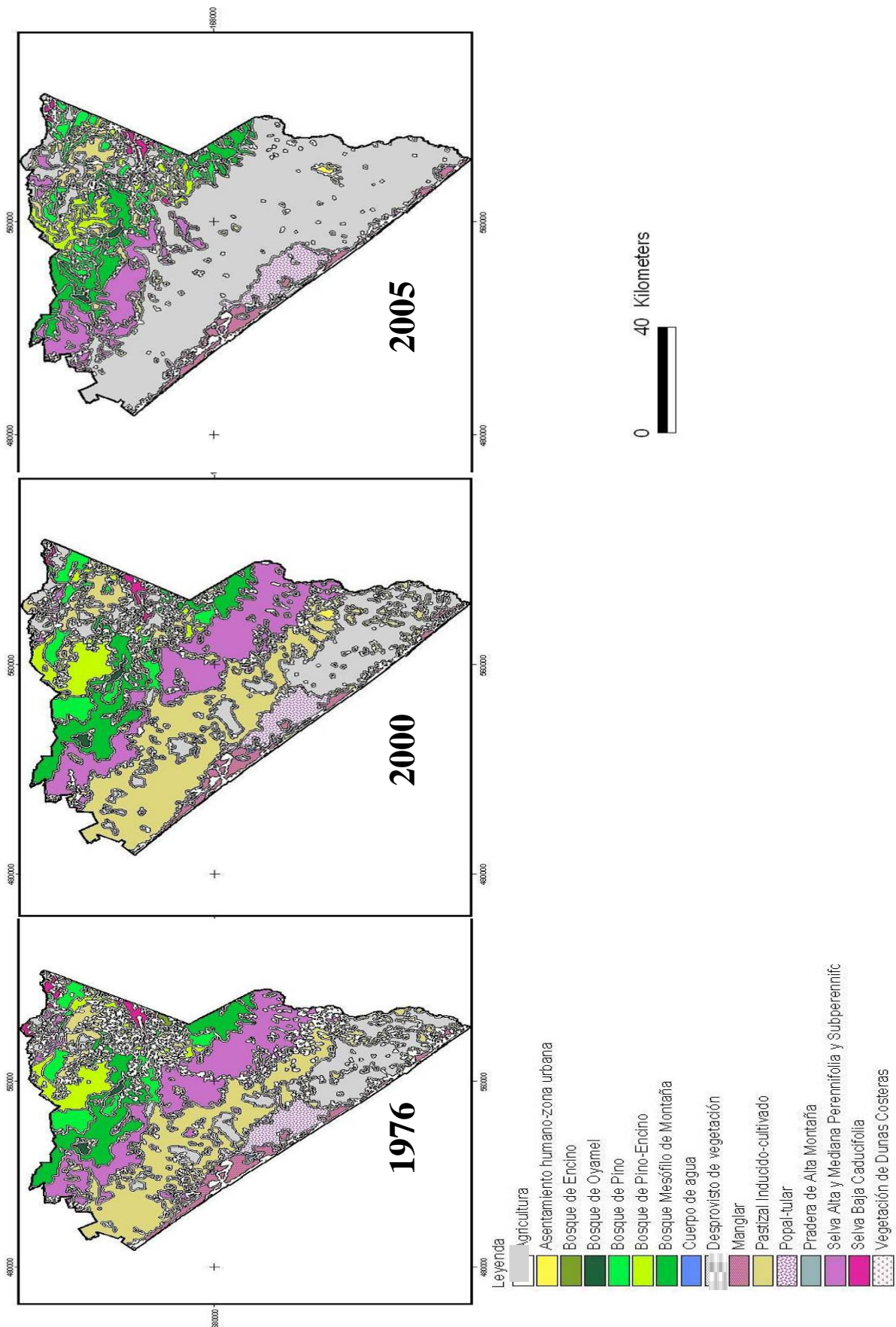


Figura 24. Áreas núcleo en las regiones de El Soconusco y La Sierra en tres diferentes años.
Elaboración propia

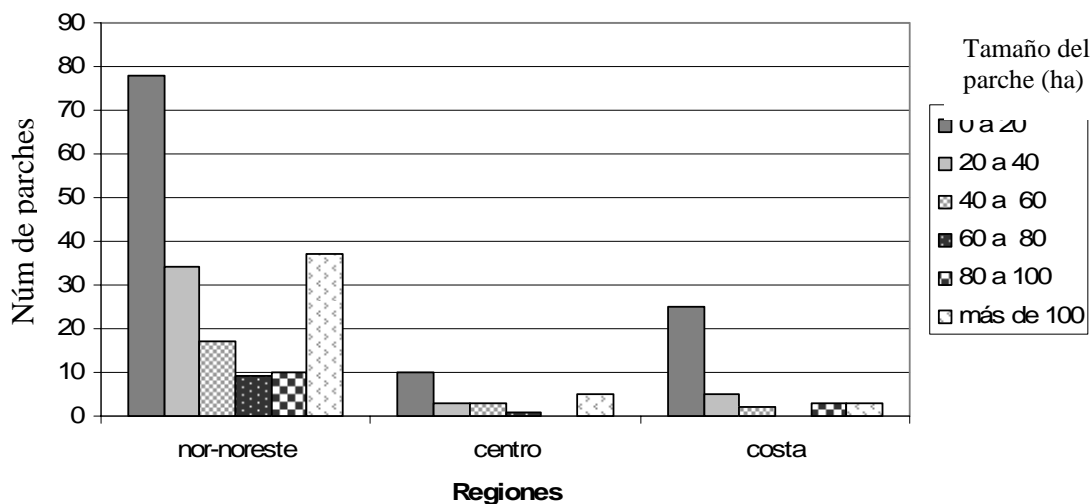


Figura 25. Frecuencia de las dimensiones de los parches en la zona de estudio.

▪ *Otatea glauca*

a) Factores de riesgo reales y potenciales y su importancia relativa

Tal como sucede en el caso de *R. martinzeii*, los factores de riesgo reales y potenciales más importantes son la destrucción y modificación del hábitat por diferentes actividades humanas, sin embargo, la desventaja en la que se encuentra *O. glauca* es que el único sitio donde todavía crece, no se encuentra en zona de reserva, por lo que su riesgo se incrementa.

b) Análisis pronóstico de la tendencia actualizada de la especie o población

Debido a que las dos especies bajo estudio, se encuentran en la misma región, la pérdida y fragmentación del hábitat, les ha afectado de manera similar. *Otatea glauca* se encuentra en una reducida porción de selva alta subcaducifolia y de acuerdo con los análisis cartográficos, es también uno de los tipos de vegetación que más hectáreas han perdido en las últimas tres décadas. Este tipo de selvas, suelen ser reemplazados por cultivos y/o asentamientos humanos (Tabla 5; figuras 21 y 22). Si esta situación continúa, en el año 2015 se habrán sustituido 1,000 ha de selvas altas y medianas por cultivos agrícolas (Tabla 6; figura 23). Lo que puede tener fatales consecuencias en las pequeñas poblaciones de *O. glauca*.

c) Evaluación del impacto

La evaluación presenta similitudes con *R. martinezii*, por lo que únicamente cabe señalar de manera particular sobre *O. glauca* que ha presentado mayor sensibilidad a los cambios ambientales. Además esta especie, enfrenta la poda intencional por parte de los habitantes de la zona. A partir de la presente investigación, fue localizado un sitio que no había sido reportado donde se desarrolla la planta. Sin embargo, por testimonios de los lugareños, parece que es el único sitio en el que aún perdura. Se considera que la probabilidad de encontrar más sitios donde pudiera estar presente la especie, es muy baja, debido al alto grado de perturbación y fragmentación de la región.

3.3 Aplicación del Método de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN

3.3.1 Criterio A. Reducción del tamaño de la población

▪ *Rhipidocladum martinezii*

Esta especie en 2005 tenía una extensión de presencia de 1.13 km² (Figura 26). Actualmente, presenta una extensión de 1.06 km² (determinado en el Criterio A del MER *loc. cit.* pág. 39).

Debido a la escasa información histórica con la que se cuenta, sólo se puede inferir que esta especie perdió 35 m² de extensión de presencia por año. Se estima que en el área que se perdió del 2005 al 2007, crecían más de cien macollos (basado en el censo realizado en campo *loc. cit.* pág. 50). Esto comprueba que es posible, a través de varias herramientas y distintos métodos, inferir la reducción de la extensión de la presencia de una especie, aun en condiciones de escasa información (Novoa 2004).

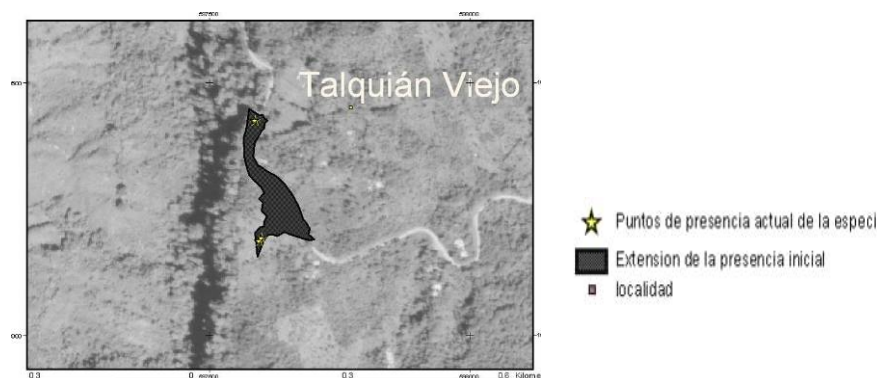


Figura 26. Polígono que muestra la extensión de la presencia inicial y los puntos de presencia actual de la especie *R. martinezii*. Elaboración propia

▪ ***Otatea glauca***

Esta especie, de acuerdo con lo establecido en el Criterio A del MER (*loc. cit.* pág. 40), en la actualidad cuenta con una extensión de presencia de 0.060 km². Para esta especie se cuenta con más datos sobre una distribución en años pasados. Así se sabe que esta especie ha tenido desde finales de la década de 1990, una fuerte reducción en la extensión de su presencia, que se acentuó en octubre del 2005. Se calculó que anterior a octubre de 1998, la especie contaba con una presencia continua a lo largo de 9.3 km², por lo que en nueve años ha perdido el 99.3 % de su extensión (Figura 27). Según nuestras estimaciones, estos valores significan que ha habido una pérdida de alrededor de 1860 individuos (*loc. cit.* pág. 53).

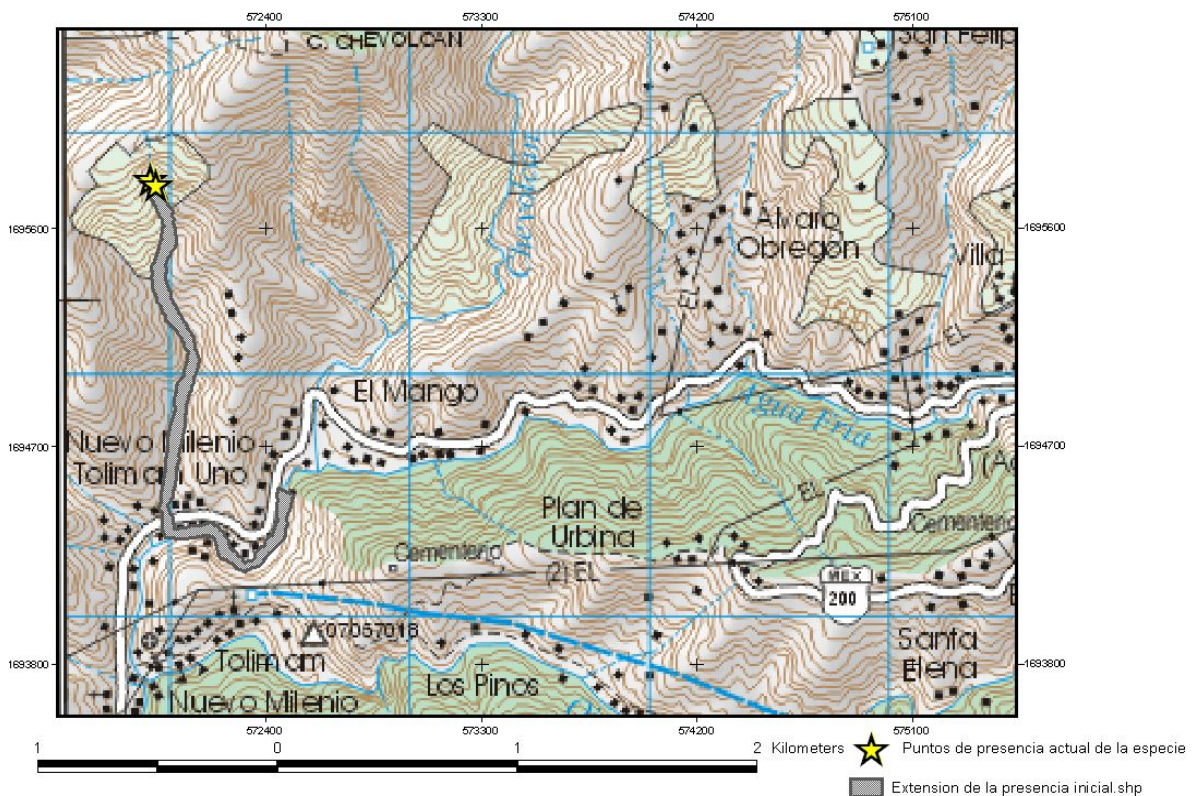


Figura 27. Polígono que muestra la extensión de la presencia inicial y los puntos de presencia actual de la especie *O.glauca*. Elaboración propia

Tanto *R. martinezii* como *O. glauca*, presentan una extensión de las más restringidas ya que no alcanza los 2 km². Otros autores, ya consideran de gran amenaza una extensión de 10 km² (Muñoz y Serra 2006).

3.3.2 Criterio B. Distribución geográfica

Este criterio también fue sustentado con el concepto “extensión de la presencia” y comprobado mediante el punto (a) “la especie se conoce sólo en una localidad” y (b) iii observación de la “disminución en la calidad del hábitat”.

▪ *Rhipidocladum martinezii*

Se consideró que la especie se conoce de una sola localidad porque la zona donde habita está sujeta a diversas amenazas, en donde destacan los incendios ya que un solo evento puede acabar con la reducida población. En enero del 2005, ocurrió uno de los incendios más devastadores a partir del cual treinta hectáreas resultaron afectadas (Conafor 2005, Cházaro 2005); por lo tanto, debido a que la especie *R. martinezii* crece a tan sólo 3.5 km de donde ocurrió el siniestro, es altamente susceptible de ser perturbada si se llega a repetir otro evento de dichas magnitudes (figura 28).

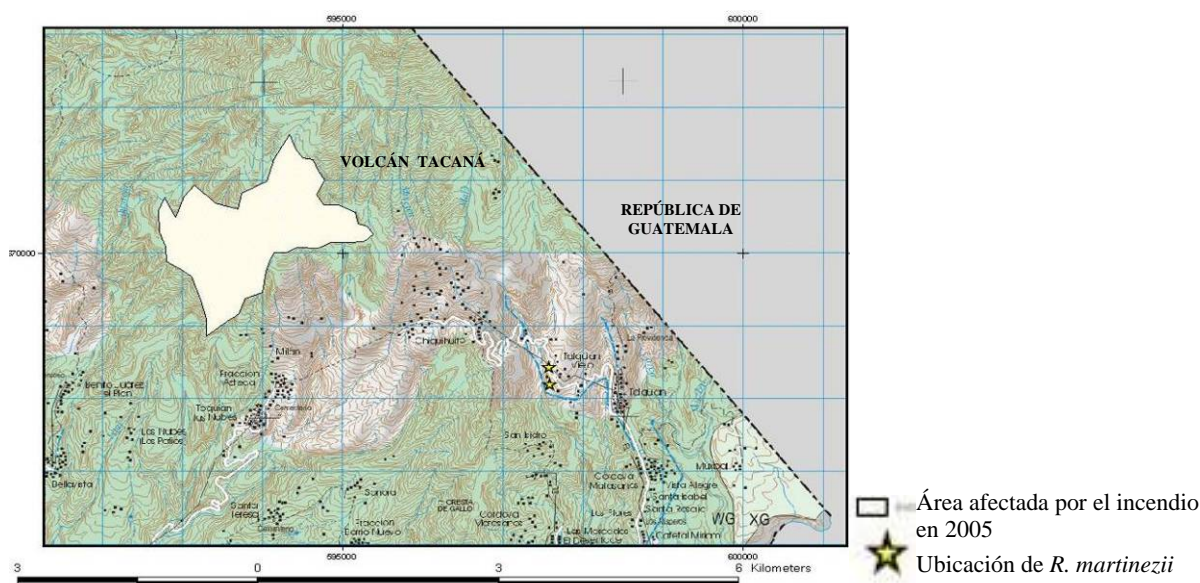


Figura 28. Polígono que muestra la zona afectada por el incendio en 2005. Elaboración propia con datos de Cházaro (2005).

Para demostrar la disminución de la calidad del hábitat, se aplicó la Evaluación del Disturbio Crónico de Martorell y Peters (2005), descrito en el Criterio B del MER. El sitio en el cual crece actualmente *R. martinezii* es un sitio muy perturbado (*loc. cit* pág. 46). Los principales factores de disturbio son por el desarrollo de distintas actividades humanas y el cambio en el uso del suelo.

▪ ***Otatea glauca***

Al igual que el caso de *R. martinezii*, esta especie sólo queda en una sola localidad. Las inundaciones más recientes que ocurrieron en octubre de 2005, afectaron a las regiones de La Sierra y El Soconusco, por lo que si llegara a ocurrir un fenómeno de características similares, la reducida población de *O. glauca* tendría posibilidades mínimas de sobrevivir, dado que se encuentra en esta zona de riesgo (Cocytech *et al.* 2007, Mundo 2006, Sánchez com.pers; figura 29).

Respecto a la disminución en la calidad del hábitat, se documentó que en el sitio 1 donde crecía la especie, había una perturbación moderada (55.30). En el sitio 2 donde únicamente quedan ejemplares de esta especie, la perturbación humana es ligeramente menor (48.60, Evaluación del Disturbio Crónico de Martorell y Peters (2005), descrito en el Criterio B del MER (*loc. cit* pág. 50).

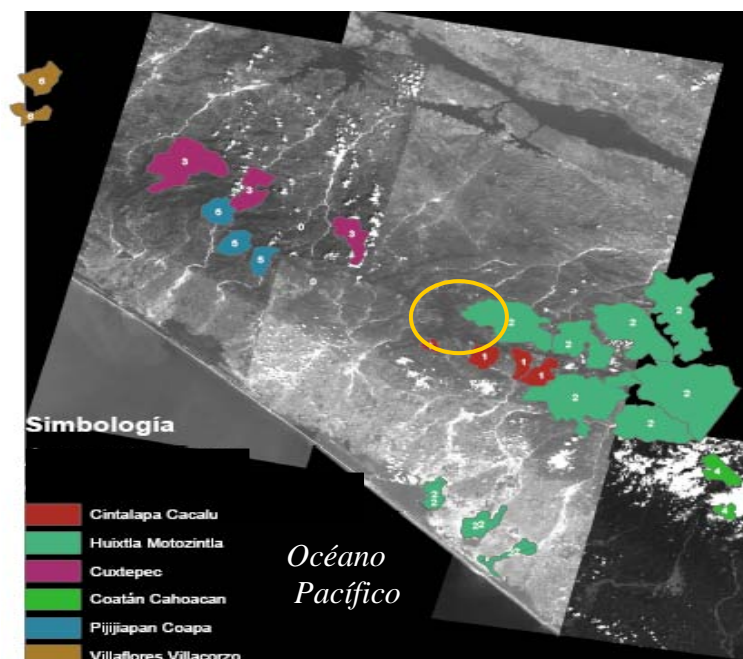


Figura 29. Áreas afectadas por el huracán Stan en octubre del 2005 (Cocytech *et al.* 2007). La zona donde habita *O. glauca* está marcada con el círculo ámbar.

3.3.3 Criterio C. Tamaño de la población

Para respaldar este criterio, se utilizaron los datos del censo levantado en cada población, explicados en el punto C del MER (*loc. cit*, pág.50 y 53).

▪ *Rhipidocladum martinezii*

En esta especie se utilizó el número de individuos y el inciso 2 a(ii): “Disminución continua, observada, proyectada o inferida” en el número de individuos maduros. Y la estructura poblacional en la forma: “entre 90 y 100 % de los individuos maduros están en una subpoblación”.

Esta especie cumple con el punto anterior, por los siguientes factores:

Se puede inferir que debido al desmonte y otras actividades que impactan negativamente a la vegetación en los sitios donde crece *R. martinezii*, el número de individuos de esta especie puede disminuir aún más si no se cuenta con un programa de rescate de la población a corto plazo.

Respecto a la estructura poblacional, todos los individuos conocidos de la especie (54 macollos y 10 plántulas) se encuentran en un solo sitio, por lo tanto, la estructura cumple con el subcriterio “entre el 90 % y 100 % de individuos están en una subpoblación”.

▪ *Otatea glauca*

Para esta especie se utilizó el número de individuos y el inciso 2 a(i):

“Disminución continua, observada, proyectada o inferida” en el número de individuos maduros y el subcriterio sobre estructura poblacional en la siguiente forma: “ninguna subpoblación estimada contiene un mínimo de cincuenta individuos maduros”

El censo realizado en el sitio 2, se registraron seis macollos en total que, a diferencia de *R. martinezii*, 50% de los culmos ya están secos maduros o sobremaduros. Debido a las observaciones y testimonios de los habitantes de la zona donde habita la especie, esta pequeña población ha disminuido súbitamente en los últimos once años. Alrededor de 20 % de los culmos fueron cortados por los habitantes. Con estos datos, se cumple el subcriterio en el que ninguna subpoblación hasta ahora conocida contenga un mínimo de cincuenta individuos maduros.

3.3.4 Criterio D. Población restringida

Para cumplir este criterio, únicamente se requiere conocer el tamaño de la población (número de individuos maduros). Por el tipo de información que solicita, es similar al criterio C. Sin embargo, son criterios independientes y este criterio posee una estructura menos compleja pues sólo se asigna la categoría de amenaza según los datos (se utilizaron los datos del censo de población ya explicado en puntos anteriores).

Categoría	Número de individuos
En peligro crítico	< 50
En peligro	< 250
Vulnerable	< 1,000

▪ *Rhipidocladum martinezii*

Esta especie posee 54 individuos maduros por lo que le corresponde la categoría “En peligro.”

▪ *Otatea glauca*

Esta especie sólo tiene seis individuos maduros y le corresponde la categoría “En peligro crítico”.

3.3.5 Criterio E. Análisis cuantitativo

No se evaluó este criterio debido a que no se dispone de la información suficiente para cumplirlo (se requiere un análisis cuantitativo que demuestre la probabilidad de extinción en estado silvestre de un porcentaje de la población en un periodo máximo de cien años).

3.4 Determinación del riesgo de extinción de las especies

3.4.1 Método de Evaluación del Riesgo (MER) de extinción de las especies silvestres en México de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001

3.4.1.1 Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México

Se maneja con una escala numérica-jerárquica que tiene cuatro gradaciones

- Muy restringida = 4 puntos. Se aplica para especies microendémicas como para especies principalmente extralimitales con escasa distribución en México (menor a 5 % del territorio nacional).
- Restringida = 3 puntos. Incluye especies cuyo ámbito de distribución en México se encuentra entre el 5 % y el 15 % del territorio nacional.
- Medianamente restringida o amplia = 2 puntos. Incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es mayor al 15 % pero menor al 40 % del territorio nacional.
- Ampliamente distribuidas o muy amplias = 1 punto. Incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es igual o mayor al 40 % del territorio nacional.

▪ *Rhipidocladum martinezii*

La distribución actual de esta especie es de 1.06 km², lo que representa 0.00005% del Territorio Nacional. Por lo tanto, se considera “Muy restringida” y le corresponde un valor de 4 puntos.

▪ *Otatea glauca*

Esta especie presenta una distribución de 0.060 km², equivalente a 0.000003% del Territorio Nacional, por lo que le corresponde también un valor de 4 puntos.

3.4.1.2 Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón

Se consideran tres valores que califican el estado actual del hábitat en la tendencia hacia la extinción del taxón que se analiza

- Hostil o muy limitante = 3 puntos
- Intermedio o limitante = 2 puntos
- Propicio o poco limitante = 1 punto

▪ ***Rhipidocladum martinezii***

El hábitat de esta especie, aunque se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, presenta diversos impactos relacionados con distintas actividades humanas: desmonte de la vegetación para cultivos; extracción de material para construcción y tiradero de basura. Asimismo, por su ubicación geográfica, está sujeto a otras amenazas, tales como incendios y huracanes. Además, algunos nutrientes del suelo se encuentran en cantidades por abajo del satisfactorio. El valor que se obtuvo en la Evaluación del disturbio crónico de Martorell y Peters (2005), indica que actualmente es un sitio muy perturbado. Por lo anterior, se considera que el hábitat es hostil o muy limitante para el desarrollo de la especie, por lo cual se le otorgó un valor de 3 puntos.

▪ ***Otatea glauca***

Ambos sitios donde se localizó a esta especie han sido intermitentemente afectados por eventos hidrometeorológicos, lo que ha influido negativamente en el tamaño de la población de *O. glauca*. También la acción de poda con machete por parte de los mismos habitantes del lugar, el desmonte de la vegetación natural para cultivos y la apertura de caminos, así como la escasez de algunos nutrientes en el suelo, han afectado el desarrollo de las plantas. Los sitios evaluados con la metodología de Disturbio crónico de Martorell y Peters (2005), obtuvieron valores que indican una perturbación moderada. Por lo tanto, el hábitat para el desarrollo de la especie es limitante y se otorgaron 2 puntos.

3.4.1.3 Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón

Este criterio considera tres gradaciones numéricas de vulnerabilidad que se asignan según el conocimiento disponible de acuerdo con las peculiaridades intrínsecas del taxón que contribuyen a su mayor o menor propensión al riesgo de extinción o a situaciones de amenaza:

- Vulnerabilidad alta = 3 puntos
- Vulnerabilidad media = 2 puntos
- Vulnerabilidad baja = 1 punto

▪ ***Rhipidocladum martinezii***

Esta especie tiene una población muy reducida, por lo que presenta una productividad muy baja (menos de 400 culmos en una hectárea). Aunque la población tiene tres cuartas partes de individuos en fase juvenil y existen plántulas y rebrotes, no hay banco de semillas disponible. Por otra parte, el nivel de disponibilidad de algunos nutrientes es bajo, lo cual influye en el desarrollo de las plantas.

Debido a que es una planta trepadora, su desarrollo puede ser afectado por la ausencia de árboles a su alrededor. También es posible que por haber una mayor cantidad de luz en estas áreas perturbadas, se puedan originar floraciones atípicas y la consecuente muerte de las plantas.

La vulnerabilidad que presenta esta especie es media y se le asignó un valor de 2 puntos.

▪ ***Otatea glauca***

La población de esta especie está sumamente reducida y el 50 % de los culmos ya están secos o sobremaduros. La especie presenta una productividad muy baja (menos de 22 culmos/ha), aunque todavía hay producción de culmos y brotes. No se encontró un banco de semillas ni se registraron plántulas, lo que puede representar problemas en la reproducción futura de la especie y una posible merma genética.

Otatea glauca como especie endémica con distribución restringida, tiende a ser frágil a los cambios drásticos en su ambiente (Halfpter y Ezcurra 1992) y, por lo observado, presenta una alta sensibilidad a los eventos hidrometeorológicos extremos. Sin embargo, aunque cerca del 20 % de los culmos fueron cortados por los habitantes, esta acción que puede ser destructiva, al parecer promueve el crecimiento de nuevos culmos (Montes *et al.* 1998).

Esta especie muestra una vulnerabilidad media por lo que se le asignaron 2 puntos.

.

3.4.1.1 Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón

Por medio de una valoración numérica, se determina la magnitud del impacto y la tendencia que genera directa e indirectamente la influencia humana sobre el taxón, hay tres posibilidades.

- Alto impacto = 4 puntos
- Impacto medio = 3 puntos
- Bajo impacto = 2 puntos

▪ *Rhipidocladum martinezii*

La destrucción y modificación del hábitat de esta especie se debe principalmente a las actividades humanas que se llevan a cabo desde la época de la Colonia. En los últimos veinte años, ha sufrido un intenso proceso de deforestación que continúa actualmente (Mas *et al.* 2002). Esta situación ha provocado que el hábitat de la especie esté fragmentado, con todas las consecuencias negativas que esto implica. Además, la especie se encuentra en una reducida porción de bosque mesófilo-selva alta (menor a 70 ha), y por lo tanto, sufre el efecto de borde al tener diferentes agentes de perturbación alrededor (Lavery y Gibbs 2007). También se estima que la deforestación de la región tendrá aún más impactos negativos sobre la biodiversidad regional así como en los procesos hidrológicos, ya que al disminuir la masa forestal pueden aumentar las inundaciones (Bruijnzeel 2004). Pese a lo anterior, el único sitio donde crece la especie, se encuentra dentro de la RB Volcán Tacaná, por lo cual se asignó un valor de 3 puntos por considerarse impacto medio.

▪ *Otatea glauca*

Al igual que *R. martinezii*, la especie *O. glauca* también sufrió la destrucción y modificación de su hábitat, además, la especie enfrentó la poda por parte de los habitantes de la zona. La probabilidad de encontrar más sitios donde pudiera crecer es muy baja, debido al alto grado de perturbación y fragmentación del tipo de vegetación donde crece. Por el alto impacto de la actividad humana en el sitio, se otorgaron 4 puntos.

3.4.1.5 Suma de puntajes y asignación a categorías de riesgo

Una vez aplicados los criterios del MER, se suman los puntajes de cada uno (A+B+C+D) y se asignan las categorías de riesgo con los siguientes intervalos:

- entre los 12 y los 14 puntos= en peligro de extinción
- entre los 10 y los 11 puntos = amenazado

▪ *Rhipidocladum martinezii*

A= 4, B= 3, C= 2, D= 3 Suma total de valores = 12 puntos

De acuerdo con el sistema de puntuación del MER, *R. martinezii* se encuentra en peligro de extinción.

▪ *Otatea glauca*

A= 4, B= 2, C= 2, D= 4 Suma total de valores = 12 puntos

O. glauca según el sistema de puntuación del MER, se encuentra también en peligro de extinción.

3.4.2 Criterios y asignación de categorías con el método de la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN

3.4.2.1 Criterio A. Reducción del tamaño de la población

La categoría se asigna de acuerdo con los siguientes parámetros del concepto (c) "Reducción de la extensión de la presencia":

- entre >90% y >80% en 10 años= En peligro crítico
- entre >70% y >50% en 10 años= En peligro
- entre >40 % y >30% en 10 años= Vulnerable

▪ *Rhipidocladum martinezii*

Debido a la escasez de información, sólo se puede inferir que del 2005 al 2007 esta especie ha tenido una reducción del 7% en su extensión de presencia. Lo que equivale aproximadamente a un 35% en diez años. Estos valores indican que la especie cumple el criterio de A1 bajo el punto (c) "Reducción de la extensión de la presencia, bajo el rango entre >40 y >30 % en los últimos diez años", por lo tanto, con en este criterio se considera como "Vulnerable".

▪ ***Otatea glauca***

Se calculó que en fechas anteriores a octubre de 1998, la especie contaba con una presencia a lo largo de 9.3 km². Posteriormente se presentó desde finales de la década de 1990 una fuerte reducción de su presencia, que se acentuó en octubre del 2005. Esta especie ha perdido 99.3 % de su extensión en nueve años; por consiguiente, cumple con el criterio de A1 bajo el punto (c) “Reducción de la extensión de la presencia, bajo el rango de >90% en los últimos diez años”; por lo anterior, en este criterio, el grado de amenaza de la especie es: “Peligro crítico”.

3.4.2.2 Criterio B. Distribución geográfica

La categoría se asigna de acuerdo a los siguientes parámetros:

Extensión de la presencia:

- menor a 100 km² = En peligro crítico
- menor a 5,000 km² = En peligro
- menor a 20,000 km² = Vulnerable

La asignación se refuerza por medio de dos puntos, en ambos casos se eligieron las opciones: (a) se conoce sólo en una localidad y (b) iii disminución de la calidad del hábitat.

▪ ***Rhipidocladum martinezii***

Como ya se mostró con anterioridad, la extensión de la presencia de esta especie es de 1.06 km² y se conoce de una sola localidad; también se demostró que existe una disminución de la calidad de su hábitat, principalmente por el desarrollo de distintas actividades humanas y el cambio en el uso del suelo.

Por lo cual, la especie está: “en peligro crítico”.

▪ ***Otatea glauca***

Esta especie crecía en dos sitios, sin embargo, durante la segunda verificación en campo, se pudo constatar que el único individuo que se mantenía en el sitio 1, ya había sido eliminado. Actualmente, el único sitio donde crece, cuenta con una presencia de 0.060 km² y la calidad de este hábitat ha disminuido. Por lo tanto, se consideró que *O. glauca* debe asumir en este criterio la categoría: “en peligro crítico”.

3.4.2.3 Criterio C. Tamaño de la población

La categoría se asigna con datos de la estructura poblacional y con los parámetros siguientes:

Número de individuos maduros en la población:

- menor a 250 = En peligro crítico
- menor a 2,500 = En peligro
- menor a 10,000 = Vulnerable

▪ *Rhipidocladum martinezii*

Se registraron 64 individuos en la única población conocida de *R. martinezii*. De estos, tres cuartas partes, son juveniles. La estructura poblacional se ajusta al subcriterio 2 (a) (ii) “entre 90 y 100 % de los individuos maduros están en una subpoblación”. Consecuentemente, la categoría que se le asignó es: “En peligro crítico”.

▪ *Otatea glauca*

En la población del sitio 2 (la única que permaneció de esta especie), se registraron seis macollos. De ellos, el 50 % de los culmos ya están sobremaduros o secos. Por lo anterior, se cumple la estructura poblacional en la siguiente forma: (i) ninguna subpoblación estimada contiene un mínimo de 50 individuos maduros. De tal manera que la categoría que le corresponde es: “En peligro crítico”.

3.4.2.4 Criterio D. Población restringida

Esta categoría se determina únicamente con base en el número de individuos maduros en la población:

- menor a 50 = En peligro crítico
- menor a 250 = En peligro
- menor a 1,000 = Vulnerable

▪ *Rhipidocladum martinezii*

Esta especie registró 64 individuos en su única población conocida, en consecuencia la categoría que le corresponde es: “En peligro”.

▪ ***Otatea glauca***

Solamente quedan seis macollos de esta especie en el sitio 2. De esta forma, se encuentra en la categoría: “En peligro crítico”.

3.4.2.5 Criterio E. Análisis cuantitativo

No se evaluó este criterio porque no se dispone de información suficiente para cumplirlo.

3.4.2.6 Asignación a la categoría final de riesgo:

Para la adjudicación de la categoría final de las especies por este método, se deben especificar los criterios y subcriterios que han contribuido a la evaluación, ya que al ser independientes es posible que con un solo criterio se obtenga la categoría final. Si hay distintos grados de amenaza, se debe elegir, por principio precautorio, la más elevada.

▪ ***Rhipidocladum martinezii***

De acuerdo con las categorías y criterios de la UICN versión 3.1, la especie presenta características que permiten asignarla a la categoría: En peligro crítico que se expresa de la siguiente manera (CR) B1ab(iii)); C2a(ii) (tabla 9).

Tabla 9: Categorías asignadas a los diferentes criterios establecidos por la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN en la evaluación de la especie *Rhipidocladum martinezii*

Criterio	Categoría
A	Vulnerable
B	En peligro crítico
C	En peligro crítico.
D	En peligro.
E	No evaluado

▪ ***Otatea glauca***

Acorde con las categorías y criterios de la UICN versión 3.1, en esta especie todas las categorías presentan el mismo grado de amenaza: En peligro crítico (CR) A1c; B1ab(iii); C2a(i);D (Tabla 10).

Tabla 10: Categorías asignadas a los diferentes criterios establecidos por la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN en la evaluación de la especie *Otatea glauca*

Criterio	Categoría
A	En peligro crítico
B	En peligro crítico
C	En peligro crítico
D	En peligro crítico
E	No evaluado

En ambos métodos las dos especies están en el grado más alto de amenaza. En particular la especie *Otatea glauca* podría estar en situación más grave que *Rhipidocladum martinezii*, ya que en cada criterio del método de la UICN, obtiene el valor más alto.

2. DISCUSIÓN

1.1 Comparación entre el Método de Evaluación del Riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER) y la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN.

Los métodos para conocer el riesgo de extinción de las especies *R. martinezii* y *O. glauca* utilizados en la presente investigación, presentan semejanzas y diferencias:

El MER evalúa a través de cuatro criterios. Cada uno presenta diferentes requisitos para ser sustentado y cumplido y el puntaje se obtiene mediante una escala numérica-jerárquica con gradaciones. Para obtener el riesgo de extinción de una especie, se debe sumar aritméticamente los puntajes obtenidos en la evaluación de cada criterio, por lo cual ninguno puede ser omitido.

Los requisitos de cada criterio incluyen diferentes evaluaciones, análisis y diagnósticos, los cuales se realizan a juicio de la persona que esté realizando la investigación y en función de la especie. Es importante resaltar que los conceptos no están claramente definidos, por lo que existen diferentes formas de medir algunas variables, incluso para especies de la misma familia (Medrano com.pers). Esta flexibilidad, puede derivar en una baja certidumbre del resultado, ya que la diferencia de métodos genera confusión y puede llegar a influir en el puntaje y, con ello, modificar el valor en la categorización final de la especie.

Una ventaja de este sistema es que contribuye a generar información valiosa de la especie que se está estudiando, ya que en la mayoría de los casos aún se desconocen aspectos de la biología y ecología de las especies que se encuentran en riesgo de extinción. Sin embargo, la investigación de dichos aspectos implica un proceso que requiere de un tiempo considerable y dado que la situación de estos taxones es crítica, finalmente representa una desventaja, además para obtener la información exigida se requiere también de un financiamiento adecuado.

Otra debilidad del MER, es que el proceso legal que se requiere para la aprobación e ingreso de una especie a la lista de especies protegidas, puede ser de hasta cinco años, además del tiempo requerido de investigación mencionado anteriormente. Por lo cual, la probabilidad de que en dicho lapso la situación de la especie haya empeorado drásticamente con consecuencias fatales es muy alta. En el presente estudio, en menos de un año las condiciones ambientales se agravaron e impactaron negativamente a las especies.

Cabe mencionar que en diciembre del 2008, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM 059- SEMARNAT 2001, en la que se expone la modificación de su anexo II. Esta nueva modificación contenía la lista de las especies en riesgo del país y determinaba que el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER), podría ser mejorado únicamente para el grupo de plantas (flora mexicana). Se consideró que este grupo taxonómico, debido a su distribución geográfica, a su especificidad del hábitat y a sus características demográficas, se encontraba sobreestimado en su categoría de riesgo por el MER, por lo que, en dicha publicación, se presentó la nueva propuesta del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de Plantas en México como Anexo Normativo II.

En esta nueva propuesta del MER, se debe incluir una justificación técnica-científica que incluya los siguientes aspectos: análisis diagnóstico del estado actual y pronóstico de la tendencia de riesgo que presenta la especie y su hábitat; su relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica, factores de riesgo reales y potenciales para la especie o población dentro del ecosistema y la evaluación de su importancia relativa. Además análisis de costos y beneficios de la propuesta, medidas de seguimiento de la especie, referencias de todo fundamento teórico, así como consecuencias indirectas de la propuesta y una ficha resumen con toda la información anterior.

En esta nueva versión, también es necesario incluir la información utilizada para determinar la categoría de riesgo en los criterios del A al D, sólo que, a diferencia de la anterior, la estructura es muy específica y dirigida por medio de preguntas concretas.

Para el criterio A, igual que en el anterior, se aborda el tema de la distribución geográfica de la especie, pero en este caso con el fin de evitar una sobreestimación del área de distribución de la especie, se maneja bajo el concepto “área de ocupación”.

En el criterio B, se mantiene la evaluación sobre el hábitat, pero con una estructura distinta como se muestra a continuación:

1) ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta la especie? Se debe demostrar mediante un mapa de vegetación escala 1:4,000,000

Para las preguntas de la 2 a la 4, se pondera con los valores Sí = 1 No = 0

2) ¿El taxón tiene un hábitat especializado?

3) ¿La permanencia de la población depende de un hábitat primario?

4) ¿La permanencia de la población requiere de regímenes de perturbación particulares o está asociada a etapas transitorias en la sucesión?

5) Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón:

a) Menor que 200 m = 3

b) 200 m - < 500 = 2

c) 500 m - <1000 m = 1

d) Mayor o igual que 1000 m = 0

Para obtener finalmente el valor del Criterio B, la suma de los puntajes obtenidos de cada pregunta se divide entre 9.

En el criterio C, se conserva el concepto de vulnerabilidad biológica intrínseca de la especie; sin embargo, ahora se enfatizan los aspectos demográficos y hay una nueva sección sobre genética. El criterio D, continúa con el tema del impacto de la actividad humana, aunque ahora recibe mayor importancia el beneficio que recibe el taxón cuando se altera el hábitat, bajo el argumento de que existen algunas especies que incrementan sus números poblacionales con la alteración de su hábitat que resulta de las actividades humanas.

La asignación de categorías en esta nueva versión es distinta. El valor obtenido, ya no es la suma aritmética de los cuatro criterios, sino que el valor

máximo para cada uno de ellos equivale a uno. La sumatoria de los puntos en cada criterio debe ser normalizada con el puntaje máximo para ese criterio, de tal forma que el valor máximo sea uno.

Este nuevo método de evaluación de riesgo, tiene un aspecto novedoso que consiste en vías directas para catalogar especies en riesgo (tabla 11).

Bajo esta nueva versión del MER, las especies *Otatea glauca* y *Rhipidocladum martinezii*, de igual manera, se encuentran en Peligro de Extinción, por vía directa en los puntos I y II respectivamente.

Tabla 11. Asignación de la categoría En Peligro de Extinción del nuevo MER

Categoría de riesgo	Puntaje obtenido
En Peligro de Extinción (P).	a) Mayor o igual que 2 b) Vías directas: <ol style="list-style-type: none"> I. Cuando en las características de la distribución geográfica, el área de distribución sea menor o igual a 1 km²; II. Cuando demográficamente, el número total de individuos sea igual o menor que 500; III. Cuando el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón, el hábitat remanente no permite la viabilidad de las poblaciones existentes; IV. Cuando la especie tenga poblaciones hiperdispersas con una densidad de población de un individuo cada cinco hectáreas o menor y que, además, la sumatoria del criterio D sea mayor que 0.4

Al igual que la versión anterior del MER, esta nueva versión también demanda cuantiosa información bajo el principio de que el resultado estará más sustentado y, con ello, habrá menos posibilidad de error. Por ejemplo, ahora se solicitan datos sobre genética (aunque no es obligatorio incluirlos), puede ser muy valioso contar con tal información, aunque eleva mucho el costo de la investigación así como el tiempo que lleve realizarlos. También requiere un análisis de costos, lo que parece más bien un tema administrativo y no científico en relación a la especie. Respecto a la estructura, dirige con mayor

claridad la gradación y los puntajes y es más concreto, lo que reduce la confusión y el resultado puede ser más confiable.

Sin embargo, ingresar una especie a la lista aún por este método no es sencillo; ya que el sistema demanda varias aprobaciones por parte de la Secretaría del Medio Ambiente y de la Cámara de Senadores. Durante el tiempo que tardan en aprobarla, pueden surgir obstáculos que impidan ingresar especies a la lista. Un ejemplo, es el conflicto que se suscitó en 2005, entre un grupo de empresarios y ambientalistas por la construcción de infraestructura hotelera en costas del sureste de México. El grupo ambientalista se opuso a la construcción ya que perjudicaría a diversas especies de mangle. Esta situación provocó que la NOM-059-SEMARNAT-2001 estuviera suspendida, lo que significó que durante el conflicto (que se prolongó por tres años), ninguna especie pudo ser ingresada a la lista (Cemda 2007, Diario Oficial de la Federación 2008, Cámara de Senadores 2009, Carton de Grammont com. pers.).

El método de la UICN, aunque también requiere de análisis y de generar algún tipo de información, al tener criterios independientes, es posible categorizar una especie e ingresarla a la lista para que goce de protección, por medio de la evaluación con un solo criterio, es decir, no es necesario que se cuente con cuantiosa información de cada tema. En general, el método es más sencillo de aplicar, ya que los conceptos que maneja están explicados claramente; además, este método es más flexible pues presenta más opciones que ya están previamente definidas y que se pueden cumplir de acuerdo a la especie que se está evaluando, así también cuenta con un mayor número de opciones menos estrictas para evaluar (basta con inferir o sospechar). Es decir, no se requiere de información tan precisa. Sin embargo, esto puede representar a su vez una baja confiabilidad en el resultado y, con ello, las medidas que se adopten a favor de la conservación de la especie, pueden ser inadecuadas.

Otra desventaja que presenta el método de la IUCN con relación al MER, es que el de la UICN, se concentra en evaluar los aspectos demográficos y de distribución geográfica; mientras que el MER, además de estos, abarca la descripción de su hábitat y el impacto que ha sufrido por la actividad antrópica

(tabla 12), lo que otorga una visión más completa y facilita el diseño de las medidas para su conservación.

Para alcanzar el objetivo principal de proteger a una especie mediante su categorización e ingreso a una lista, el proceso debe ser práctico, confiable y realizable en poco tiempo. También es importante que sea aplicable a todos los tipos de especies, ya que el bambú como otras especies, por sus características biológicas y ecológicas, presenta dificultades para ser evaluado ya que no se ajusta completamente a los lineamientos establecidos en los métodos, ya que éstos fueron diseñados con base a otro tipo de organismos tales como mamíferos o plantas con estructuras y ciclos reproductivos distintos. Por ejemplo, la identificación del número de individuos maduros y por tanto el tamaño de la población para especies como los bambúes, resulta difícil de determinar y pueden presentar incertidumbre, debido a la forma de vida y al tipo de reproducción particulares de estos organismos.

Dado que en el presente estudio se utilizaron los dos métodos y se obtuvieron resultados similares, se recomienda con fines prácticos para evaluar el riesgo de extinción de una especie utilizar el método de la UICN. El MER es una excelente herramienta para generar un banco de información valiosa de la especie.

Tabla 12. Aspectos evaluados en los métodos MER y UICN

Tema que se evalúa en los diferentes criterios	MER	UICN
Distribución geográfica de la especie	♦	♦
Tamaño de la población de la especie	♦	♦
Estado actual del hábitat que la especie ocupa	♦	
Impacto de las actividades humanas sobre la especie	♦	
Probabilidad de extinción		♦

5. PROPUESTAS

Debido a la situación crítica en la que se encuentran las especies de bambú bajo estudio, se requiere iniciar acciones inmediatas que permitan su conservación. Por lo cual, se demanda una alta eficiencia en el manejo de recursos financieros y maximización del tiempo. Al mismo tiempo, se debe considerar sin duda el aspecto social y local, ya que se requiere involucrar específicamente a las comunidades que cohabitan con las especies en estudio (Lamb *et al* .1997, Castro *et. al* 2003, Laverty y Gibbs 2007). Por lo tanto, se proponen las siguientes acciones en el ámbito local (gobiernos municipales de la región d El Soconusco y La Sierra)

- Crear e impulsar proyectos de propagación vegetativa de las especies *O. glauca* y *R. martinezii* para incrementar su población y tener un resguardo de material genético de las mismas en jardines botánicos locales (Schlegel y Tañgan 1991).
- Contar en el caso de *O. glauca*, con vigilancia y un programa de seguimiento por medio de brigadas conformadas por personas de las mismas comunidades.
- Para *R. martinezii* se requiere, además de la vigilancia, reubicar los basureros y evitar la extracción de materiales de construcción.
- Promover talleres en los que las personas expongan su problemática y planteen también sus propias soluciones para contribuir a conservar a las especies.
- Fomentar por medio de programas, la valoración de las especies entre los habitantes de las comunidades, para que las perciban además de un elemento biológico importante y único de su región, como un elemento productivo que puede aportarles beneficios directos y con ello ayudar a su conservación. Por ejemplo: obsequiárselos a la población para que los siembren en sus patios o plantarlos en espacios públicos como plazas y parques. También se pueden organizar concursos, sobre todo en las escuelas, en los que se propongan y difundan nuevos usos con las especies. Para que las personas pudieran percibir beneficios económicos, se les pueden otorgar facilidades para comercializar los productos que elaboren a partir de las especies de bambú.

- Crear un fondo para pago de servicios ambientales y captura de carbono por mantener los bosques. Es importante resaltar que una de las características de los bambúes leñosos es que capturan grandes cantidades de carbono (Castañeda *et al.* 2005).
- Crear programas de restauración ecológica para los sitios en donde habitan las especies de bambú, establecer planes para incrementar la conectividad entre fragmentos donde se ubican las especies y diseñar estrategias que fomenten la ampliación de los parches de hábitat remanentes, para minimizar los efectos de borde (Bennett y Mulongoy 2006, Damschen *et al.* 2006).
- Crear alternativas agrícolas y forestales más sustentables y que ofrezcan mejores rendimientos económicos a la población local (e.g. cambiar el tipo de producción de café con fertilizantes químicos por otra alternativa como la producción orgánica y de sombra) y establecer el sistema de comercio justo y cooperativas (Ceccon y Ceccon, en prensa).
- Impulsar entre los estudiantes de las universidades locales, el desarrollo de investigaciones a fin de generar más conocimiento acerca de las especies. También se requiere iniciar exploraciones de búsqueda de otros sitios en donde pudieran encontrarse otras poblaciones.

Por otra parte, para reducir el tiempo de ingreso de una especie a la lista, se deben realizar algunas tareas a nivel institucional. Por ejemplo, gestionar para que hubiera convocatorias permanentes. También lograr una respuesta más rápida de las autoridades a las solicitudes; una forma de lograrlo, sería mediante la simplificación de los métodos, lo cual podría realizarse si se explicara de manera sencilla qué variables se deben medir específicamente para cada grupo de especies.

Adicionalmente podría implementarse una lista de especies “En proceso de ser categorizadas” para que en el lapso que dura la etapa de trámites, puedan gozar de alguna protección.

6. CONCLUSIONES

En México, la lista de especies en peligro es dictada por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 y a nivel internacional por la Lista Roja de especies en peligro de la UICN. En el presente trabajo, la información generada a partir de la aplicación de los métodos de ambas, lleva a la conclusión de que las especies de bambú endémicas *Rhipidocladum martinezii* y *Otatea glauca* que habitan en las regiones del Soconusco y la Sierra respectivamente en el estado de Chiapas, presentan severos problemas de conservación ya que obtuvieron la categoría más alta de riesgo de extinción: "En peligro crítico" con ambos métodos, incluso también bajo el nuevo Método de la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2001.

La grave situación de ambas especies curiosamente no se debe a la sobreexplotación, sino a los severos cambios de uso del suelo y al poco aprecio que las comunidades humanas tienen de estas especies.

Los resultados también indican que, de aplicarse las medidas adecuadas, entre ellas, ingresar las especies a ambas listas de especies protegidas y, con el apoyo de los habitantes de las zonas donde crecen las especies, el estado de conservación de las especies de bambú, podría mejorar y quizá se evitaría su extinción.

En cuanto al método de evaluación de especies (MER) de la NOM-059-SEMARNAT-2001, se puede afirmar que es muy completo ya que utiliza cuatro criterios para evaluar el grado de amenaza de una especie. Este método considera aspectos de la propia especie y de su hábitat, así como los efectos del impacto humano. La utilización de este método genera información ecológica y biológica muy relevante sobre las especies. Sin embargo, reunir la información resulta costoso y tardado (varios meses). En ocasiones también se pueden obtener resultados con una baja certidumbre debido a que los diagnósticos de cada criterio se realizan a juicio de la persona que realiza la investigación y en función de la especie. Finalmente, el tiempo que se lleva la aprobación e ingreso de la especie a la lista de especies protegidas de México, puede ser hasta de cinco años.

La reciente modificación del MER en particular para las plantas, aunque exige más información, presenta la ventaja de contar con una vía directa para la clasificación de los casos más críticos; sin embargo, se tiene el mismo problema para el ingreso de una especie a la lista.

El método de la UICN, también requiere análisis y generación de información. Es un método más sencillo de aplicar y práctico para las especies en muy alto riesgo de extinción, ya que aunque no se cuente con información precisa en cada tema, es posible categorizar una especie e ingresarla a lista. Sin embargo, esto puede representar a su vez baja confiabilidad en el resultado, ya que entre más información se obtenga de la especie, más seguro se estará sobre su grado de amenaza. Este método se concentra principalmente en aspectos demográficos y de distribución geográfica, mientras que el MER incluye también las características del hábitat de la especie y el impacto que ha sufrido por la actividad antrópica. Es decir, el método de la UICN, al no considerar estos elementos, otorga una visión parcial del problema; lo que puede dificultar el diseño de las medidas de conservación de la especie bajo estudio.

Dado que en el presente estudio se aplicaron los dos métodos con resultados similares, se recomienda con fines prácticos utilizar el método de la UICN para evaluar el riesgo de extinción de una especie. El MER es una excelente herramienta para generar un valioso banco de información de la especie. La nueva modificación del MER, puede llegar a reunir las cualidades de ambos métodos.

7. REFERENCIAS

- Akcakaya H., Ferson S., Burgman M., Mace K., Todd C. 2000. Making consistent IUCN classifications under uncertainty. *Conservation Biology*. 14(4): 1001-1013.
- Altamirano A., Echeverría C., Lara A. 2007. Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetacional de las poblaciones amenazadas de *Legrandia concinna* (Myrtaceae) del centro-sur de Chile. *Revista chilena de historia natural*. 80: 27-42
- Andersen M., Thornhill A., Koopowitz H. 1997. "Tropical Forest Disruption and Stochastic Biodiversity Losses". En Laurence W., Bierregaard R. (edit). *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press. 616 pp
- Arriaga L., Espinoza J., Aguilar C., Martínez E., Gómez L., Loa E. (Coords). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). México. 609 pp.
- Aubry A. 2005. El Soconusco colonial: cenizas de un tesoro I. *La Jornada*. 1 de noviembre.
- Bellairs S. 2008. A tropical gregariously semelparous bamboo shows no seed dormancy. *Biotropica*. 40(1):28-31
- Bennett G., Mulongoy K. 2006. Review of experience with ecological networks, corridors and buffer zones. *CBD Technical series (23)*.
- Botero L. 2004. *Manual de industrialización del bambú*. Compymefor. Argentina 92 pp.
- Bustamante R., Grez A. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo*. 11(2):58-63
- Bustamante R., Simonetti J., Grez A., San Martín J. 2005. "Fragmentación y dinámica de regeneración del bosque Maulino: diagnóstico actual y perspectivas futuras". En: Smith-Ramírez C., Armesto J., Valdovinos C. (edit). *Historia, Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile*. Editorial Universitaria. Chile.
- Bruijnzeel L. 2004. Hydrological Functions of Tropical Forests, Not Seeing the Soil for the Trees? *Environmental Services and Land Use Change*. A special issue of *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104(1):185-228
- Bystriakova N., Kapos V., Stapleton C., Lysenko_I. 2003. Bamboo biodiversity. United Nations Environment (UNEP-WCMC). *Biodiversity Series 14*. Reino Unido. 71 pp.
- Bystriakova N., Kapos V., Lysenko_I. 2004. Bamboo biodiversity Africa, Madagascar and the Americas . United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) *Biodiversity Series 19*, 88 pp.
- Bystriakova N., Kapos V. 2006. Bamboo diversity: the need for a Red List review. *Biodiversity*. 6 (4):12-16
- Cámara de Senadores. 2009. *Aprobación del Anteproyecto de reforma de la NOM-059 por parte de la Semarnat*. Comunicación Social de la Cámara de Senadores. www.comunicacionssenado.gob.mx
- Carton De Grammont P. 2005. *Aplicación de sistemas de categorización de la UICN en condiciones de poca información: una propuesta metodológica*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

- Carton De Grammont P., Cuarón A. 2006. An Evaluation of Threatened Species Categorization Systems Used on the American Continent. *Conservation Biology*. 20 (1): 14–27.
- Castañeda A., Vargas J., Gómez A., Valdez J., Vaquera H. 2005. Acumulación de Carbono en la biomasa aérea de una plantación de *Bambusa oldhamii*. *Agrociencia*. 39(1):107-116.
- Castaño F. 1981. Aspectos sobre el cultivo y manejo de la *Bambusa Guada* en Colombia. Informe presentado al Primer Simposio Latinoamericano del Bambú. Manizales, Colombia.
- Catalán F. 1995. *La crisis de la producción de algodón y la expansión de la soya en la región del Soconusco, Chiapas, 1970-1988*. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones Humanísticas de Mesoamérica y el Estado de Chiapas. México. 133 pp.
- Castro C., Hernández R., Náñez S., Rodríguez S., Tejeda C., Vázquez A., Maldonado A. 2003. *Conservación con base en la comunidad. Trabajos con comunidades en áreas naturales protegidas de Chiapas, México*. Instituto de Historia Natural, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy. Estados Unidos de América. 67 pp
- Cayuela L., Rey J., Echeverría C. 2006. Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico (1975–2000). *Forest Ecology and Management*. 226: 208–218.
- Ceccon R., Ceccon E. 2009. “La red del comercio justo y sus principales actores”. *Revista de Investigaciones Geográficas* (71) en prensa
- Centro Mexicano de Derecho Ambiental (Cemda). 2007. *Boicotean hoteleros la protección de las especies amenazadas*. Noticias cemda.org.mx
- Clark L., Londoño X. 1991. A new species and new sections of *Rhipidocladum* (POACEAE:BAMBUSOIDEAE). *American Journal of Botany*. 78(9):1260-1279
- Clark L., Cortés R. G. 2004 A new species of *Otatea* from Chiapas, México. *Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society* 18(1): 1-6
- Clark J., Pye M. 2006. Los orígenes del privilegio en el Soconusco, 1650 A. C., dos décadas de investigación. *Pueblos y Fronteras*. 2:1-54
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2005. *Revista electrónica de la Comisión nacional forestal*. Incendios en Chiapas.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2006. *Capital natural y bienestar social*. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. 71 pp
- Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Colegio de la Frontera Sur (Cocytech, Conanp y Ecosur). 2007. *Impacto en zonas forestales de las áreas naturales protegidas de la región afectada por el huracán Stan en el Estado de Chiapas*. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Colegio de la Frontera Sur, 23pp.
- Cortés R. G. 2001. *Las especies endémicas y en riesgo de bambúes de México y su conservación (POACEAE: BAMBUSOIDEAE)*. Ponencia en el XV Congreso Mexicano de Botánica.
- Cortés R. G. R. 2000. Los bambúes nativos de México. *Biodiversitas*. 30 (5).

- Cortés G., Sánchez W. 2003. Bambúes de México. Base de datos REMIB-CONABIO. Motozintla, Chipas, México
- Cortés R. G., Torres A., Fuentes J., Aguilar A. 2002. Listado e identificación taxonómica de las especies endémicas de bambú (POACEAE: BAMBUSOIDEAE) en México. *Avacient* 33:3-16.
- Cox G. 1997. *Conservation Biology*. McGraw Hill. Estados Unidos de Norte América. 362 pp.
- Cruz H. 1994. *La Guadua: nuestro bambú*. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Centro Nacional para el Estudio del Bambú-Guadua. Colombia. 239pp
- Challenger A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, IBUNAM y Agrupación Sierra Madre S.C. México. 847 pp
- Challenger A. 2001. Estrategias para la conservación de ecosistemas. *Gaceta ecológica*. 61:22-29
- Chapin S., Zavaleta E., Eviner V., Naylor R., Vitousek P., Reynolds H. Hooper D., Lavorel S., Sala O., Hobbie S., Mack M., Díaz S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*. 405(11):234-242
- Cházaro F. 2005. *Programa para la atención de un incendio forestal en el volcán de Tacaná en Chiapas*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Informe final SNIB-Conabio, proyecto No. DR002. México DF.
- Damschen E. I., Haddad M., Orrock L., Tewksbury J. y Levey D. 2006. Corridors Increase Plant Species Richness at Large Scales. *Science*, 313 (5791):1284 – 1286
- Davidse G., Pohl R. 1992. New taxa and nomenclatural combinations of Mesoamerican grasses (Poaceae). *NOVON* 2(2):81-110
- Davidse G., Sousa M., Knapp S. (edits). 1995. *Flora Mesoamericana*. Vol 1 "Psilotaceae a Salviniaceae". IBUNAM, Missouri Botanical Garden y The Natural History Museum (London), 470 pp.
- Dávila A. P., Lira S. R., Valdés R J. 2004. Endemic species of grasses in Mexico: a phytogeographic approach. *Biodiversity and Conservation*. 13(6): 1101-1112
- De la Cruz V. 1990. *Explotación en pequeña escala de productos forestales madereros y no madereros con participación de la población rural*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 100pp
- Dewis J., Freitas F. 1970. "Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas". *Boletín sobre Suelos* Núm. 10. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 252 pp.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Segunda Sección, 6 de marzo de 2002. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Secretaría de Gobernación, México. 85 pp
- Diario Oficial de la Federación, 2003. Primera sección, 28 de enero 2003.
- Diario Oficial de la Federación, 2008. Segunda sección, 5 de diciembre 2008. *Proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001*.

- Elkie P., Rempel R., Carr A. 1999. "Patch Analyst User's Manual". *Ont. Min. Natur. Resour. Northwest Science & Technology*. Thunder Bay. Ont. TM-002, 16 pp + Append
- Escobar H., Sovilla B., López J. 2006. "Pobreza, desastres naturales y migración en las regiones Istmo-Costa, Sierra y Soconusco de Chiapas". *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. 70
- Franklin J. 1992. Preserving biodiversity: species, ecosystems or landscapes? *Ecological Applications*. 3(2):202-205
- Flores O., Leon L. 1998. "Extinción de especies". En: Toledo G., Leal M. (Edits.). *Destrucción del hábitat*. Universidad Nacional Autónoma de México, Programa Universitario de Medio Ambiente. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial. México. 455 pp
- Flores J., Prado A., Domínguez A., Mendoza R. González A. 2008. "El Carrizo gigante, una especie invasora de ecosistemas riparios". *Biodiversitas*. 81:6-10.
- Forman R.T.T., Alexander, I. E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207-231.
- Forman R.T.T., Bissonette J., Clevenger A., Cutshall, C., Dale, V., Fahrig, I., Goldman, C., Heanue, K., Jones, J., Sperling, D., Swanson, F., Turrentine, T. Winter, T. 2002. *Road ecology: Science and solutions*. Island Press, Washington.
- Fontúrbel F. 2007. "Las categorías mixtas de manejo en las áreas naturales protegidas de Bolivia: ¿Son responsables de la fragmentación del hábitat?" *REDESMA*. Octubre: 57-67
- Furniss C. 2004. The wonder plant with an uncertain future. *Royal Geographical Society Magazine*. 76: 58-66
- Galetto L., Aguilar R., Musicante M., Astegiano J., Ferreras A., Jausoro M., Torres C., Ashworth L., Eynard C. 2007. "Fragmentación de hábitat, riqueza de polinizadores, polinización y reproducción de plantas nativas en el Bosque Chaqueño de Córdoba", Argentina. *Ecología Austral*. 17:67-80.
- Gallego I. 1997. *Responsabilidad civil extracontractual por daños causados por animales*. Bosch Editor. España
- Griscom B., Ashton M. 2003. "Bamboo control of forest sucesión: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Peru". *Forest Ecology and Management*. 175:445-454.
- Guillén D. 2003. Redimensionamiento de una frontera largamente olvidada: Chiapas 1973 -1993. *Frontera Norte*. 15 (30)
- Guevara S., Laborde J. Sánchez G. 2000. "La Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas (México)". *Documento de Trabajo No 29*, UNESCO (Programa de Cooperación Sur-Sur MAB-UNESCO), Francia. 49 pp.
- Halffter G., Ezcurra E. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? En Halffter G. comp. "La Diversidad Biológica de Iberoamérica I", Volumen especial, *Acta zoológica Mexicana*. Instituto de Ecología, Xalapa. México
- Henríquez C. 2004. "Efecto de la fragmentación del hábitat sobre la calidad de las semillas en *Lapageria rosea*". *Revista Chilena de Historia Natural*. 77:177-184
- Hernández A. Bravo C. 2005. *Resumen del huracán Stan*. Servicio Meteorológico Nacional.

- Hernández C. J., Hernández R., Náñez S., Rodríguez S., Tejeda C., Vázquez A., Batchelder K., Maldonado A. 2003. *Conservación con base en la comunidad*. The Nature Conservancy, Instituto de Historia Natural, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Estados Unidos de América. 67 pp
- Hernández J., Chávez R., Sánchez E. 2006. Efecto del disturbio crónico en *Echinocereus schmollii* (Weing.) N. P. Taylor, una cactácea en peligro de extinción en el semidesierto queretano, México. *Zonas Áridas*. 10: 59-73.
- Herrerías Y., Benítez-Malvido J. 2005. "Consecuencias de la fragmentación de los ecosistemas". En: Sánchez O., Peters E., Márquez R., Vega E., Portales G., Valdez M., Azuara D. (edits). 2005. *Temas sobre restauración ecológica*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, U.S. Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación, A.C. 256 pp
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005. *Conteo de población y vivienda*. Sistemas Nacionales Estadísticos y de Información Geográfica www.inegi.gob.mx
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2001. *Diccionario de datos edafológicos (alfanumérico)*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). México. 33 pp
- Jackson L. 1964. *Análisis químico de suelos*. Omega. España. 301 pp.
- Judziewicz J., Clark L., Londoño X., Stern M. 1999. *American Bamboos*. Smithsonian Institution. Estados Unidos de América y Reino Unido.
- Kapos V., Wandelli E., Camargo J., Ganade G. 1997. "Edge-Related Changes in Environment and Plant Responses Due to Forest Fragmentation in Central Amazonia". En Laurence W., Bierregaard R. (edits). *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press. 616 pp.
- Kiefer S., Poschold P. 1996. Restoration of fallow or afforested calcareous grasslands by clear-cutting. En: Settele J., Margules C., Poschold P., Henle K. (edits) *Species survival in fragmented landscapes*. Kluwer Academic Publishers. 381pp.
- Kirkby E., y Römheld V. 2007. Versión en español de: *Micronutrients in plant physiology: functions, uptake and mobility*. Proceedings 543, The International Fertilizer Society, P.O. Reino Unido.
- Lamb D., Parrotta J., Keenan R., Tucker N. 1997. "Rejoining Habitat remnants: restoring degraded rainforest lands". En Laurence W., Bierregaard R. (edit). *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press. 616 pp
- Laurence W., Bierregaard R., Gascon C., Didham R., Smith A., Lynam A., Viana V., Lovejoy T. Sieving K, Sites J. Andersen M, Tocher M., Kramer E., Restrepo C., Moritz C. 1997. "Tropical Forest Fragmentation: Synthesis of a Diverse and Dynamic Discipline". En: Laurence W., Bierregaard R. (edit). *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press. 616 pp.
- Laverty M., Gibbs J. 2007. *Ecosystem Loss and Fragmentation. Synthesis*. American Museum of Natural History, *Lessons in Conservation*. <http://ncep.amnh.org/linc>.

- Loetsch F. 1961. "Preparación de inventarios de plantaciones forestales en el trópico". *Unasylva*.15 (3).
- MacArthur R., Wilson E. 2001. *The theory of Island Biogeography*. Princeton University Press. 224 pp
- Martorell C., Peters E. 2005. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biological Conservation*.124:197-207
- Mas J., Velazquez A., Diaz J., Mayorga R., Alcántara C., Castro R., Fernández T., 2002. "Monitoreo de los cambios de cobertura en México". *Memorias del II seminario latinoamericano de Geografía Física*, Maracaibo, Venezuela, 24-27 de julio de 2002.
- Mejía A. 1999. "Determinación del impacto del huracán Mitch en la cafecultura nicaragüense". *Boletín de Promecafé* (Guatemala). 84:15-17.
- Montes L., Montiel M., Musmani M. 1998. "Propagación y desarrollo de cuatro variedades de bambú en condiciones de campo". *Revista de biología tropical*. 46 supl. 3:36-40
- Montiel M. 1998. "El bambú: revisión de su biología y cultivo". *Revista de biología tropical*. 46 supl. 3:65-87
- Montiel M., Murillo L. 1998. "Historia ecológica y aprovechamiento del bambú". *Revista de biología tropical*. 46 supl. 3:11-18
- Mostacedo B., 2007."Ecología y silvicultura de especies menos conocidas - Mara macho, *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke LEGUMINOSAE-MIMOSACEAE". Proyecto BOLFOR / Instituto Boliviano de Investigación Forestal. Santa Cruz, Bolivia
- Mundo M. 2006. "Propuesta para minimizar el impacto de las inundaciones en una cuenca costera de la costa de Chiapas, México". *Climate variability and change. Hydrological Impacts*. 308:186-190.
- Muñoz M., Serra M. 2006. *Estado de Conservación de las Plantas de Chile*. MNHN-CONAMA.
- Norma Mexicana NMX-AA-132-SCFI-2006. *Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de las muestras*. Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental. Secretaría de Economía. Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 5 de septiembre de 2006.
- Noss R. 1987. "Protecting Natural Areas in Fragmented Landscapes". *Natural Areas Journal*. 7(1):2-12
- Novoa P. 2004. "Determinación del grado de amenaza del belloto del norte (*Beilschmiedia miersii* Kosterm, Lauraceae), mediante el uso de la metodología UICN 2001". Versión 3.1. *Chloris Chilensis* Año 7 N° 2. URL: <http://www.chlorischile.cl>. Basado en el Documento Técnico N° 387 de la Oficina de Estudios y Planificación, CONAF, V Región. CONAF-V Región.
- Ortiz M., Zapata R., Sadeghian S., Franco F. 2004. "Aluminio intercambiable en suelos con propiedades ándicas y su relación con la toxicidad". *Cenicafé*. 55(2):101-110.
- Pennington T., Sarukhán J. 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica. México. 523 pp.
- Peña C. F., Rebolledo G., Hermsilla K., Hauenstein E., Bertrán C., Schlatter R., Tapia J. 2006. "Dinámica del paisaje para el período 1980-2004 en la

- cuenca costera del Lago Budi, Chile: Consideraciones para la conservación de sus humedales". *Ecología Austral*.16 (2):183-196.
- Pérez M. 1980. "El Soconusco y su Mexicanidad" En: *Jurica* Núm.12 Universidad Iberoamericana. México. 1125 pp.
- Poethke H., Seitz A., Wissel C. 1996. "Species survival and metapopulations: conservation implications from ecological theory". En: Settele J., Margules C., Poschlod P., Henle K. (edits) *Species survival in fragmented landscapes*. Kluwer Academic Publishers. 381pp
- Poschlod P., Bakker J., Bonn S., Fischer S. 1996. "Dispersal of plants in fragmented landscapes". En: Settele J., Margules C., Poschlod P., Henle K. (edit). *Species survival in fragmented landscapes*. Kluwer Academic Publishers. 381 pp.
- Primack R., Massardo F. 2001. "Estrategias de conservación *ex situ*". En: Primack R., Rozzi R., Feinsinger P., Dirzo R., Massardo F. *Fundamentos de conservación biológica*. Fondo de Cultura Económica. México. 799 pp
- Primack R., Massardo F., Rozzi R., Dirzo R. 2001. "Vulnerabilidad a la extinción". En Primack R., Rozzi R., Feinsinger P., Dirzo R., Massardo. *Fundamentos de conservación biológica*. Fondo de Cultura Económica. México. 799 pp (a)
- Primack R., Rozzi R., Dirzo R., Massardo F. 2001. "Extinciones". En Primack R., Rozzi R., Feinsinger P., Dirzo R., Massardo. *Fundamentos de conservación biológica*. Fondo de Cultura Económica. México. 799 pp (b)
- Primack R., Rozzi R., Feinsinger P. 2001. "Establecimiento de áreas protegidas". En: Primack R., Rozzi R., Feinsinger P., Dirzo R., Massardo F. *Fundamentos de conservación biológica*. Fondo de Cultura Económica. México. 799 pp (c)
- Primack R., Rozzi R., Massardo F., Feinsinger P. 2001. "Conservación y sociedades humanas". En: Primack R., Rozzi R., Feinsinger P., Dirzo R., Massardo. *Fundamentos de conservación biológica*. Fondo de Cultura Económica. México. 799 pp (d)
- Primack R., Rozzi R., Massardo F., Feinsinger P. 2001. "Destrucción y degradación del hábitat". En: Primack R., Rozzi R., Feinsinger P., Dirzo R., Massardo. *Fundamentos de conservación biológica*. Fondo de Cultura Económica. México. 799 pp (e)
- Rodríguez M. R. 2005. *Determinación de la distribución potencial de las especies nativas e introducidas de bambú en México*. Tesis de licenciatura en Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 157 pp
- Rodríguez M. Sanabria D., Manrique U., Fariñas J., Rivas E. 1996. "Efecto de Cinco niveles de Nitrógeno sobre el comportamiento de *Digitaria swazilandensis* Stent, en el campo experimental Santa Bárbara, Monagas". *Zootecnia Tropical* 14(2):133-147.
- Rozzi R., Primack R., Feinsinger P., Dirzo R., Massardo F. 2001. "¿Qué es la biología de la conservación?". En: Primack R., Rozzi R., Feinsinger P., Dirzo R., Massardo F. *Fundamentos de conservación biológica*. Fondo de Cultura Económica. México. 799 pp
- Ruiz J., Riverol R., Tamariz F., Castelán V. 2005. *Zonificación agroecológica de la Sierra Norte de Puebla*. México. 196 pp.
- Rzedowski J. 1998. "Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México" En Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A., Fa J., (Comp.) *Diversidad*

- Biológica de México*. Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 792 pp
- Rzedowski J. 2005. *Vegetación de México*. Primera edición digital. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
- Sánchez W. 2005. *Etnobotánica de los bambúes del Soconusco*. Tesis de licenciatura en Ingeniería en Biotecnología. Universidad Autónoma de Chiapas. México. 67 pp
- Sánchez O., Medellín R., Aldama A., Goettsch B., Soberón J., Tambutti M. 2007. *Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER)*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Instituto Nacional de Ecología (INE), Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). México. 170 pp.
- Santos T., Tellería J. 2006. "Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies". *Ecosistemas*. 15(2):3-12
- Sarkar S. 2004. "Conservation Biology". In Edward N. Zalta, editor, *Stanford Encyclopedia Philosophy*. <http://plato.stanford.edu/entries/conservation-biology/>, The Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- Saunders D., Hobbs R., Margules C. 1991. "Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review". *Conservation Biology*. 5(1):18-32
- Saxena S. 1990. "In vitro propagation of the bamboo (*Bambusa tulda* Roxb.) through shoot proliferation". *Plant Cell Reports*. 9 (8):431-434
- Schlegel F.M, Tañgan F.T. 1991. "Conservación ex situ de especies filipinas de bambú". *Recursos Genéticos Forestales* 18. Depósito de documentos de la FAO.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2006. *Informe de la situación del medio ambiente en México*. Compendio de estadísticas ambientales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). México. 380 pp.
- Simonian L. 1999. *La defensa de la tierra del jaguar*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP. México. 345 pp
- Soderstrom T., Elis R. 1988. "The woody bamboos (Poaceae:Bambuseae) of Sri Lanka: A Morphological-Anatomical study". *Smithsonian contributions to botany*. Num. 72. Smithsonian Institution Press. Estados Unidos de América. 75 pp
- Soulé M. 1985. "What is Conservation Biology?" *BioScience*. 35(11):727-734
- Suárez J. 2006. *Respuesta hidrogeológica de los deslizamientos de tierra*. II Congreso Colombiano de Hidrogeología. 5-7 de abril, Bucaramanga Santander Colombia.
- Tambutti M., Aldama A., Sánchez O., Medellín R., Soberón J. 2001. "La determinación del riesgo de extinción de especies silvestres en México". *Gaceta Ecológica*. 61:11-21.
- Taylor A., Zisheng Q. 1988. "Regeneration from seed of *Sinarundinaria fangiana*, a bamboo in the Wolong Giant Panda Reserve, Sichuan China". *American Journal of Botany*. 75(7):1065-1073

- Taylor A., Zisheng Q. 1998. "Forest Landscape Dynamics and panda conservation in southwestern China". En Zimmerer K., Young K. (edits). *Nature's Geography*. University of Wisconsin Press. Estados Unidos de América. 351 pp.
- Toledo V. M., Ordóñez M. 1998. "El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres". En Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A., Fa J., (Comp.) *Diversidad Biológica de México*. Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 792 pp
- Toledo V. 2005. "Repensar la conservación". *Gaceta ecológica*. 77:67-83
- Tovar M. 2000. "Extranjeros en el Soconusco". *Revista de Humanidades: Tecnológico de Monterrey*. 8: 29-43.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). 2001. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 pp.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). 2006. *Red List of Threatened Species*. www.iucnredlist.org
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). 2007. Comunicado de prensa. 12 septiembre 2007. www.iucn.org
- U.N.P.S.J.B. 2006. Curso de apoyo en matemáticas. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
- Vázquez J., Vibrans H., García E., Valdez J., Romero A., Cuevas R. 2004. "Effects of harvesting on the structure of a neotropical woody bamboo (Oatea:GUADUINAE) populations". *Interciencia*. 29(4):207-211.
- Vovides A. P. 1995. "Experiencias y avances en el conocimiento de las plantas mexicanas en peligro de extinción". En: Linares E., Dávila P., Chiang F., Bye R., Elias T., (Eds). *Conservación de plantas en peligro de extinción*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF. 175pp
- Walkley A., Black A. 1934. "An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method". *Soil Science*. 37: 29-38
- Whitmore T.C. 1997. "Tropical Forest Disturbance, disappearance and species loss." En Laurence W., Bierregaard R. (edit). *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press. 616 pp.
- Widmer Y. 1997. "Life history of some Chusquea species in old-growth oak forest in Costa Rica". En: Chapman G. (ed.) *The bamboos*. The Linnaean Society of London.
- Williams L. G., Ezcurra E. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? En: Halffer G. (Comp). "La diversidad biológica de Iberoamérica I". Volumen especial, *Acta Zoológica Mexicana*, nueva serie. Instituto de Ecología, A.C. México 389 pp.
- Zimmerer K., Young K. 1998. "Introduction: The Geographical Nature of Landscape Change". En: *Nature's Geography. New lessons for conservation in developing countries*. The University of Wisconsin Press. Estados Unidos de Norte América. 368 pp

Cartografía

- Cervantes Y., Cornejo S., Lucero R., Espinoza J., Miranda E., Pineda A. 1990. Provincias Fisiográficas de México. Extraído de "Clasificación de Regiones Naturales de México II", IV.10.2. *Atlas Nacional de México*. Vol. II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México
- García E., Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 1998. "Climas" (*clasificación de Köppen, modificado por García*). Escala 1:1 000 000. México.
- García E., Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 1998. *Precipitación Total Anual*. Escala 1:1 000 000. México.
- García E., Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 1998. *Temperaturas máxima promedio*. Escala 1:1 000 000. México.
- García E., Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 1998. *Temperaturas mínima promedio*. Escala 1:1 000 000. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1984. "Carta Huixtla". *Efectos climáticos regionales mayo-octubre*. Escala 1:250,000. México
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1994. "Carta Huixtla". Geológica. Escala 1:250,000. México
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 1995. *Edafología*. Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. México.

Cartografía digital

- Instituto de Geografía-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2000. *Inventario Nacional Forestal*, Escala 1:250,000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). *Ortofoto digital. Enero de 1996. D15B43F*. Escala 1:75,000
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). *Ortofoto digital. Enero de 1996. D15B33D*. Escala 1:75,000
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). *Ortofoto digital. Abril de 1996. D15B32F*. Escala 1:75,000
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2002. Carta topográfica digital. *Pavencul. D15B43*. Escala 1:50000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2002. Carta topográfica digital. *Motozintla de Mendoza. D15B33*. Escala. 1:50000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2002. Carta topográfica digital. *Escuintla. D15B32*. Escala 1:50000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. Carta División municipal de las Entidades Federativas. Escala 1:250,000
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. Carta de tipos de vegetación y uso del suelo. Serie I y III. Escala 1:250,000
- Landsat MSS. Imágenes de satélite. 1970, 1974, 1980 y 1990. Resolución espacial (60*60 km).
- Landsat ETM. Imagen de satélite. 2000. Resolución espacial (30*30 km).

Catálogos y herbarios electrónicos

- American Bamboo Society (ABS). 2007. *Species Source List*.
<http://www.americanbamboo.org/SpeciesSourceListPages/SpeciesTableO.html>
- Clayton, W.D., Harman, K.T. and Williamson, H. (2008). *World Grass Species: Descriptions, Identification, and Information Retrieval*. Royal Botanical Garden Kew <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>. [accessed 10 October 2008]
- Cortés G. 2006. *Catálogo de los bambúes nativos de México*.
www.bambumex.org
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 10 Oct 2008
<<http://www.tropicos.org/Name/25525313>>.

ANEXO I Descripción botánica

Rhipidocladum martinezii Davidse et R. Pohl

Tallos erectos; complemento de las ramas con 100-200 ramas por nudo cerca de la mitad del tallo, las ramas 4-30 cm, a menudo ramificadas. Vainas foliares de las ramas glabras; aurículas ausentes; setas orales 1.5-3 mm; lígula interna 0.1-0.3 mm; láminas 4-8 cm x 2.5-3.5 mm, 8-11 veces más largas que anchas, puberulentas en la base en el envés, a menudo escabriúsculas cerca de un margen en el haz. Racimos 2-4 cm. Espiguillas 2-4 por racimo, 25-30 mm; gluma inferior 2.5-7 mm, aristada 2-3 mm; gluma superior 6-11 mm, aristada 2.5-3.5 mm; lema estéril 12-15 mm aristada 3-5 mm; lemas fértiles 2-4, 9.5-13 mm, escabriúsculas en los 2/3 superiores, aristadas 3-6 mm; anteras 6-7 mm. (Davidse *et al.* 1995).



Figure 4. *Rhipidocladum martinezii* Davidse & R. Pohl. — A. Leafy flowering midculm branch complement. — B. Flowering branch complement. — C. Spikelet. (A based on Martínez *et al.* 20286; B, C based on Martínez 57.)

Davidse y Pohl 1992



Tropicos.org

Oatea glauca L.G. Clark & G. Cortés

Rizomas paquimorfos con los culmos de 3 cm de diámetro y 8-12 m de alto. Entrenudos de 27 a 30 cm de largo, en plantas jóvenes presentan una coloración azul-blanquecina (glauca). Los entrenudos son huecos. Cúlmeas 18-30 cm con cerdas auriculares presentes y de 2.5 a 11 mm de largo. Lámina de las cúlmeas decidua, adaxialmente pubescente. Tres ramas partiendo de cada nudo, iguales en forma y grosor. Láminas de las hojas rameales de 10-16 cm de largo y hasta 1 cm de ancho. Sinflorescencia 4-9 cm de largo en forma de racimo o panícula, 2-7 espiguillas por sinflorescencia (Clark y Cortés 2004).

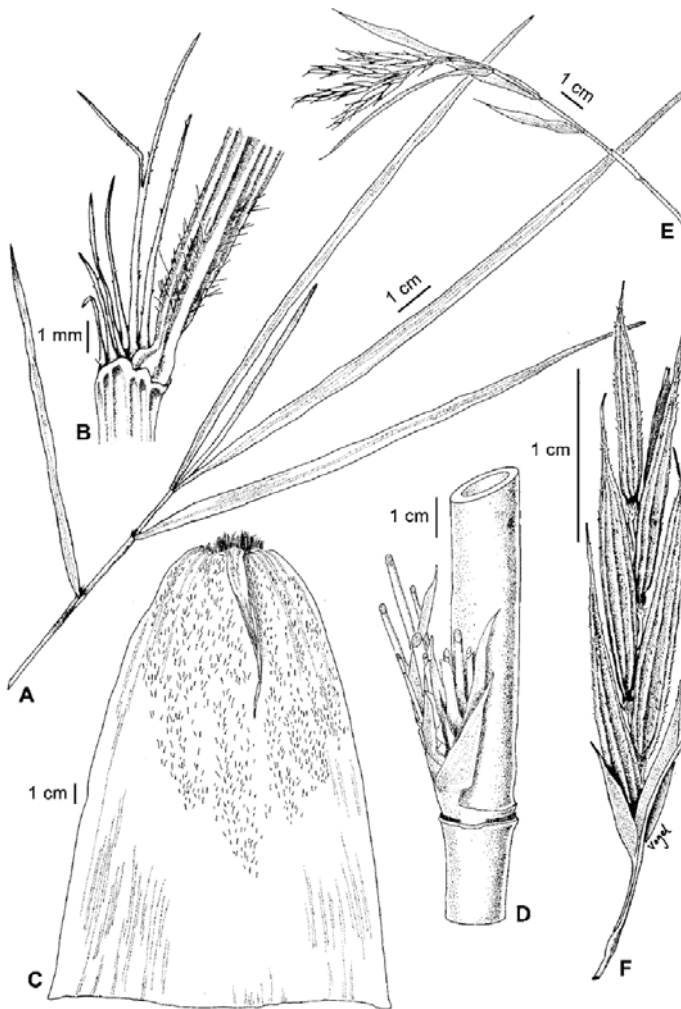


Figure 1. *Otatea glauca*. A. Foliage leaf complement. B. Ligular area of foliage leaf showing fimbriae setae. C. Culm leaf, abaxial view. D. Branch complement. E. Synflorescence. F. Spikelet. (A-D based on 1334; E-F based on Cooper s.n.)

Clark y 2004



Tropicos.org