

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

TESIS

**DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL
DE LAS ESPECIES NATIVAS E INTRODUCIDAS DE BAMBÚ
EN MÉXICO.**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

ROSA MARINA RODRÍGUEZ MARÍN

DIRECTOR DE TESIS: DR. LEOPOLDO GALICIA SARMIENTO



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

- Al Dr. Leopoldo Galicia, Biól. Gilberto R. Cortés Rodríguez y M. en C. Arturo Sánchez Iturbe por toda su ayuda y sobre todo por creer en el proyecto.
- A la Dra. María Teresa Mejía–Saulés, Biól. José de Jesús Pale Pale, y Biól. Eduardo Ruíz del Instituto de Ecología de Xalapa, por su valiosa colaboración.
- Al proyecto: “Variabilidad espacial de los cambios de uso del suelo en la Sierra Norte de Oaxaca y sus efectos en la dinámica espacial de los capitales de carbono”; apoyado por la Dirección General de Apoyo a Proyectos Académicos (DGAPA-PAPIIT); clave del proyecto: IN208902-3, por la beca recibida (de enero a junio del 2005) y el financiamiento para asistir al XVI Congreso Mexicano de Botánica.
- A la fundación ALBERTO Y DOLORES ANDRADE no sólo por el apoyo económico sino por depositar su confianza en mí.
- Al Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme el espacio para trabajar.
- Al personal de Conabio especialmente de los Departamentos de Sistemas de Información Geográfica, Análisis y Prioridades, y Área de Georreferenciación por su ayuda, paciencia y enseñanzas.
- Al personal de la biblioteca “Ing. Arturo García Cubas” y mapoteca “Alejandro de Humboldt” en especial: Antonia Santos, Arturo Hernández, y David Velázquez.
- A la M. en C. Aurora Chimal, y Srita. Miriam Díaz Aguilar del Laboratorio de Botánica de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.
- Al Personal del Instituto de Biología y del Herbario Nacional de México (MEXU).
- A mis sinodales por sus valiosas observaciones que enriquecieron la investigación.
- A la Familia Muñoz Gómez por todo el tiempo que me dedicaron y su ayuda.
- 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 y familiares finados

A mis Padres y hermanos

A todos los integrantes de mi familia y padrinos

A mis compañeros, amigos y Doctores que se han convertido en mis hermanos

A todas las personas que me alentaron

A quién le da sentido a mi vida

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Objetivos	4
2. BIOGEOGRAFÍA DEL BAMBÚ	5
2.1. Origen del bambú	5
2.2. Distribución del bambú a nivel mundial	6
2.3. Descripción taxonómica del bambú	7
2.4. Características botánicas del bambú.....	11
2.4.1. Morfología de los bambúes leñosos (Tribu <i>Bambuseae</i> Nees)	11
2.4.1.1. Rizoma y raíces	11
2.4.1.2. Culmo	13
2.4.1.3. Ramas y hojas.....	16
2.4.1.4. Flores, frutos y semillas.....	17
2.5. Ecología del bambú.....	19
3. USOS DEL BAMBÚ EN EL CONTEXTO MUNDIAL	24
3.1. Material de construcción	24
3.2. Alimentación	31
3.3. Elaboración de papel	34
3.4. Medicinal.....	36
3.5. Conservación.....	37
3.6. Religioso y cultural	39
3.7. Ornamental.....	41
3.8. Artesanal	43
3.9. Muebles y pisos.....	46
3.10. Otros usos.....	49
4. ESPECIES INTRODUCIDAS	51
5. MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES.....	56
5.1. Algoritmos genéticos y predicción de nichos ecológicos.....	57
5.1.1. Algoritmo genético GARP.....	58
5.1.1.1. Reglas utilizadas por GARP.....	59
5.1.1.2. Desventajas y ajustes.....	60
6. METODOLOGÍA.....	61
6.1. Metodología utilizada para el análisis de El bambú en México	61
6.2. Metodología utilizada para la construcción de los modelos de distribución potencial de las especies nativas e introducidas de bambú en México	63
6.2.1. Metodología para optimizar el resultado de los modelos.....	66
6.2.1.1. Selección de resultados	67
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
7.1. El bambú en México	69

7.1.1.	Distribución geográfica de las especies de bambú en México	73
7.1.2.	Hábitat de las especies de bambú en México	78
7.1.3.	Discusión.....	84
7.2.	Características biológicas y ecológicas de las especies de bambú en México	86
7.2.1.	Rizoma	86
7.2.2.	Fenología.....	88
7.2.3.	Tipos de crecimiento	92
7.2.4.	Culmo	93
7.2.5.	Densidad de poblaciones.....	97
7.3.	Etnobotánica del bambú en México	100
7.4.	Etnolingüística del bambú en México	116
7.5.	Discusión.....	120
7.6.	Distribución potencial de las especies de bambú en México	121
7.6.1.	Resultados del modelado de la distribución potencial de especies	121
7.6.1.1.	Distribución potencial de las especies de bambú nativas.....	123
7.6.1.2.	Distribución potencial de las especies de bambú endémicas	130
7.6.1.3.	Distribución potencial de especies introducidas.....	134
7.7.	Usos potenciales de las especies de bambú en México.....	136
7.8.	Propuestas para aplicarlos usos potenciales de las especies de bambú presentes en México	139
8.	CONCLUSIONES.....	143
9.	REFERENCIAS	146

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Ante el actual estado de deterioro en el que se encuentran la mayoría de los sistemas naturales y la tendencia de crecimiento de la población es necesario encontrar nuevas alternativas de recursos que ofrezcan opciones para disminuir esta problemática. Se ha demostrado que las especies de bambú poseen características únicas como sistemas de raíces y rizomas que retienen partículas del suelo y pueden emplearse como estabilizador de laderas, son las mayores productoras de oxígeno, su velocidad de crecimiento y sobre todo la alta resistencia y flexibilidad de los culmos han hecho del bambú un recurso forestal no maderable muy valioso para diversas culturas que lo han utilizado desde tiempos remotos para obtener desde productos medicinales, alimento, pulpa para papel hasta material de construcción sismorresistente. Sin embargo existen países como el caso de México donde a pesar de que cuenta con especies nativas de bambú por la falta de estudios, y de divulgación de la información no se obtienen todos los beneficios que ofrecen estas especies, incluso se llegan a introducir especies. Por lo anterior es necesario incrementar la investigación que permita realizar el mejor aprovechamiento que ofrecen los recursos nacionales.

RESUMEN

La subfamilia *Bambusoideae* incluye más de 90 géneros y 1300 especies que debido a sus características biológicas y ecológicas son empleadas en diversas actividades entre las que destacan: material de construcción, alimento, medicamento, pulpa para papel, muebles, pisos, instrumentos musicales, ornato y conservación.

México cuenta con 40 especies y subespecies nativas entre las que se encuentran 14 endémicas, pertenecientes a los siguientes 8 géneros: *Aulonemia* Goudot, *Arthrostylidium* Ruprecht, *Olmecca* Soderstrom, *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom, *Chusquea* Kunth, *Guadua* Kunth, *Merostachys* Spreng y *Rhipidocladum* McClure. Además de 8 especies y una variedad introducidas de los géneros: *Bambusa* Schreber, *Dendrocalamus* Nees, *Guadua* Kunth y *Phyllostachys* Siebold & Zucc.

Ambos grupos de especies son utilizadas en diversas actividades, aunque algunas nativas principalmente de los géneros *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom, y *Guadua* Kunth además de los usos actuales, presentan algunos potenciales como material de construcción o estructura de refuerzo y pulpa para papel. Las especies introducidas presentan además alternativas como alimento y para reforestación, sobre todo las de los géneros *Phyllostachys* Siebold & Zucc. y *Bambusa* Schreber.

Por lo anterior las especies de bambú en México representan una fuente de recursos como material alternativo que pueden ser aprovechados por diferentes sectores de la población. Para obtener dichos beneficios además de entender sus características biológicas y requerimientos ecológicos es necesario conocer dónde podría llevarse a cabo un aprovechamiento de las distintas especies. De igual manera ante el posible riesgo ecológico que implica utilizar especies no nativas, se deben analizar las condiciones actuales de las poblaciones de las especies para poder hacer proyecciones.

Para lo anterior se determinó la distribución potencial de 32 especies nativas y 2 introducidas de bambú mediante el uso de un programa de modelaje por medio de un algoritmo genético (GARP). Para ello se utilizaron 19 variables ambientales y la distribución conocida de las especies obtenida de registros del Herbario Nacional de México, Missouri Botanical Garden y el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad.

Los resultados sugieren que la utilización de estas especies puede extenderse a más zonas de donde se registran actualmente y que las especies introducidas bajo un correcto manejo no representan una amenaza ecológica.

Así mismo se encontró que 8 especies en su mayoría endémicas están en peligro de extinción, por lo que más que un aprovechamiento se les debe mayor atención. Dado lo anterior la información obtenida del modelaje puede ser empleada para determinar áreas para su conservación, así como para el diseño de rutas para colectas de ejemplares.

1.2. Planteamiento del problema

En México, existen 44 especies, 4 subespecies y una variedad de bambúes leñosos; de las cuales 36 especies y 4 subespecies son nativas; asimismo, se reporta que 14 especies son endémicas y en su mayoría están en peligro de extinción. También en el territorio nacional se pueden encontrar 8 especies y variedad como introducidas (Cortés 2004). Se localizan principalmente en los Estados del sur, como Chiapas, Veracruz y Oaxaca. Los usos en los que destacan son como material de construcción de viviendas rurales y fabricación de muebles en las zonas aledañas a donde crece esta planta. Sin embargo, las diferentes especies, subespecies y variedades de bambú presentes en México representan un mayor potencial como recurso alternativo. Por lo que se considera necesario identificar cuáles son las especies de bambú que presentan mayores ventajas como uso alternativo y para que zonas, así como entender cuáles serían los riesgos ecológicos que representaría el manejo de especies no nativas.

2. BIOGEOGRAFÍA DEL BAMBÚ

2.1. Origen del bambú

La subfamilia *Bambusoideae* posee la mayor diversidad dentro de las gramíneas, debido a que incluye más de 90 géneros y 1,300 especies (Judziewicz *et al* 1999). Además, desde el punto de vista evolutivo es la subfamilia más primitiva, pues se cree que apareció a principios del Terciario (Cruz 1994, Montiel 1998). El centro de origen del bambú se localiza en el sur de Asia dentro de la región paleotropical (figura 1) (Francis 2004). En la actualidad, esta porción del continente asiático, posee la mayor diversidad de géneros y especies de bambú a nivel mundial (Vela 1976, Montiel y Murillo 1998). Ejemplo de esto es la provincia china de Yunnan, localizada en la zona de transición entre el sureste de China y la parte oriental del Himalaya que alberga a 250 especies de 29 géneros, lo que representa la mitad de las especies de bambú que hay en este país (Yuming *et al* 2004).

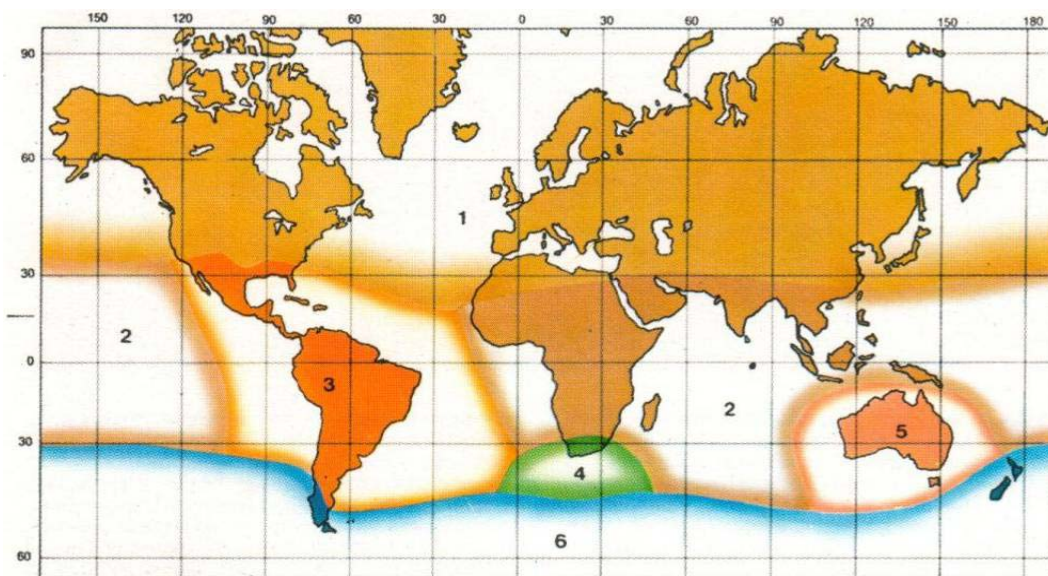


Figura 1. Reinos o regiones fitogeográficas del globo. 1. Holártica, 2. Paleotropical, 3. Neotropical, 4. Capense, 5. Australiano, 6. Antártico (Grijalbo 1981).

2.2. Distribución del bambú a nivel mundial

La distribución natural del bambú es muy amplia, debido a que se extiende desde los 46° latitud norte hasta los 47° latitud sur (Cruz 1994), (figura 2). Es un componente importante de la flora de las regiones tropicales, subtropicales y templadas (Vela 1976). También presenta una extensa distribución altitudinal, pues se presenta desde zonas a nivel del mar hasta los 4300 m (Yela 1994).



Figura 2. Distribución del bambú a nivel mundial (modificado de Bambúes de México 2005).

Existen tres zonas de mayor abundancia en relación al número de géneros y especies (figura 3): el sur y sureste de Asia la isla de Madagascar y el Neotrópico (Vela 1976, Montiel y Murillo 1998).

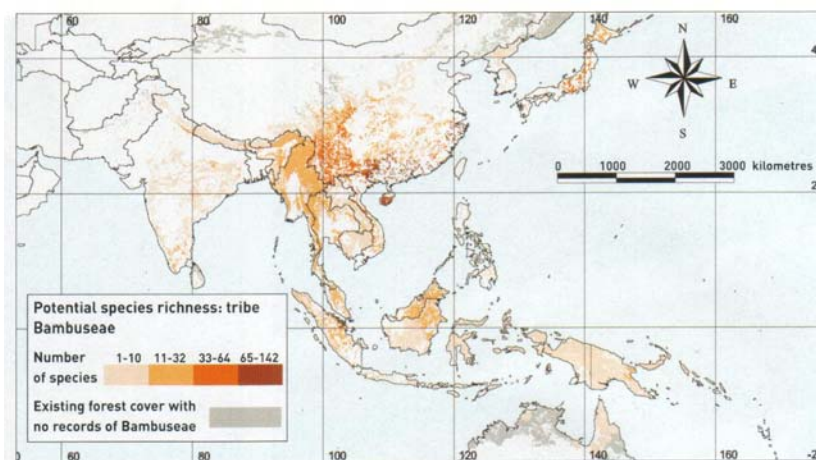


Figura 3. Áreas de mayor riqueza de especies de bambú a nivel mundial. a) Sur y sureste de Asia, b) África y el Neotrópico (Furniss 2004).

b)

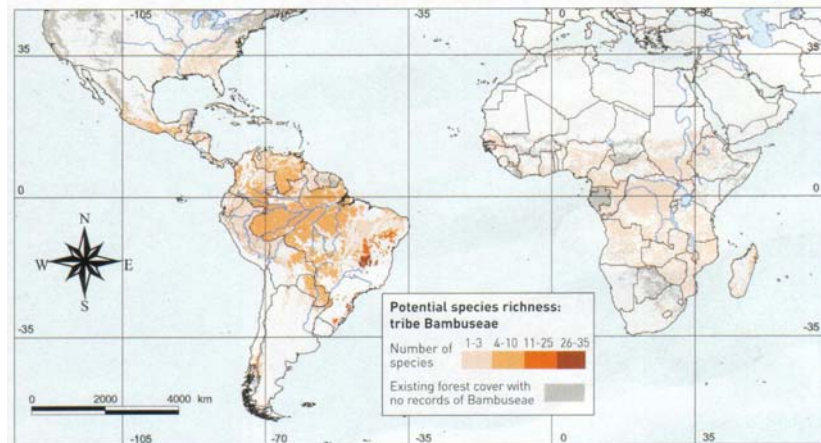


Figura 3. Continuación

Sin embargo, esta distribución natural se ha modificado por la intervención humana (Yela 1994). Por ejemplo, Europa aunque no posee especies nativas de bambú, actualmente cuenta con un número importante de especies introducidas que desempeñan un papel importante en jardinería y como materia prima para varios usos (obtención de pulpa para papel y como material de construcción) (Vela 1976). Por el contrario, en ciertas zonas de Asia y América ha disminuido su presencia debido al establecimiento de cultivos agrícolas como plátano y café (Yela 1994).

2.3. Descripción taxonómica del bambú

De acuerdo con Cruz (1994), Chapmon y Peat (1995):

Reino: Vegetal. División: Spermatofita. Son plantas con flores, frutos y semillas que presentan un alto grado de especialización. Subdivisión: Angiospermae. Las plantas tienen estilo, estigma, y los óvulos están protegidos. Clase: Monocotiledónea. La semilla tiene un cotiledón, las hojas son simples de margen liso y con nervación paralela. Las flores tienen verticilos en múltiplos de 3. El tallo presenta haces fibro-vasculares esparcidas. Orden: Glumiflorales. Hay presencia de brácteas más exteriores en las espiguillas. Familia: **Gramineae** o **Poaceae**. Son plantas anuales o perennes, herbáceas o leñosas, las raíces son adventicias, las cañas aéreas generalmente están huecas y formadas por nudos e internudos.

Las hojas son dísticas y presentan vaina que rodea la caña, la lámina lancedada es lineal o plana, paralelinervada con una laminilla membranosa transversal denominada lígula en la zona que separa la vaina. La inflorescencia puede ser en panoja, espiga o racimo compuesto. El fruto es cariopse. Subfamilia: **Bambusoideae**. (Desde este ítem se generaliza el término vulgar “bambú”, pues para términos más específicos se utilizan el nombre del género y la especie). Supertribus: **Olyrodae** y **Bambusodae**.

Olyrodae: comprende a los bambúes herbáceos en cuatro tribus: **Anomochloae**, **Olyreae**, **Sreptochateae** y **Buergersiochloae**. Estos bambúes se caracterizan por tener cañas herbáceas, de pocos centímetros de altura, sistemas simples de ramificación y rizomáticos, y floraciones frecuentes. Crecen en el sotobosque de selvas tropicales por debajo de los 1500 msnm, donde son polinizados por insectos.

Bambusodae: esta supertribu comprende miembros leñosos en la única tribu: **Bambuseae**, la cual, es la más grande y de mayor dispersión dentro de la subfamilia **Bambusoideae**. Las características que los distinguen son los culmos o tallos lignificados, un sistema complejo de ramificación y un sistema radical fuerte. La floración se presenta en intervalos prolongados, crece en hábitats abiertos donde son polinizados generalmente por el viento. La tribu **Bambuseae** incluye a su vez nueve subtribus distribuidos de manera equitativa en el globo. En el hemisferio oriental se encuentran: **Bambusinae**, **Nestinae**, **Schizastachydinae** y **Shibataeinae**, del hemisferio occidental son: **Arthrostylidiinae**, **Chusqueinae**, y **Guadinae**. En ambos hemisferios está **Arundinariinae** (figura 4).

De acuerdo con Judziewicz *et al* (1999): Los géneros de las subtribus americanas son:

- **Arthrostylidiinae**: *Actinocladum* McClure ex Soderstr., *Alvimia* C.E. Calderón ex Soderstr. Londoño, *Arthrostachys* Desv., *Atractantha* McClure, *Colantheia* McClure & E. W. Sm., *Elytrostachys* McClure, *Glaziophyton* Franch., *Myriocladus* Swallen.

Presentes en México: *Arthrostylidium* Rupr., *Aulonemia* Goudot, *Merostachys* Spreng. *Rhipidocladum* Mc Clure.

- **Arundinariinae:** *Arundiraria* Michx.
- **Chusqueinae:** *Neurolepsis*. Presente en México: *Chusquea* Kunth.
- **Guaduinae:** *Apoclada* McClure, *Crciuma*, *Eremocaulon* Soderstr. & Londoño.
Presentes en México: *Guadua* Kunth, *Olmea* Soderstr. y *Otatea* (McClure & E.W.Sm) C.E. Calderón & Soderstr.

Existen géneros que por el gran número de especies que agrupan se subdividen, como *Chusquea* Kunth que tiene 3 subgéneros: *Swallenchloa* (McClure), *Rettbergia* (L.G. Clark) y *Chusquea*; este último a su vez presenta 5 secciones *Chusquea*, *Longifoliae*, *Longiprophyllae*, *Serpentes* y *Verticillatae*.

También existen subespecies y variedades. De manera natural una sola especie puede presentar pequeñas variaciones a las que se le asigna el término de Subespecie. Las variedades se obtienen a través de la manipulación antrópica de una especie, que da como resultado una planta con una morfología distinta con respecto a la planta original (Bambúes de México 2005).

-

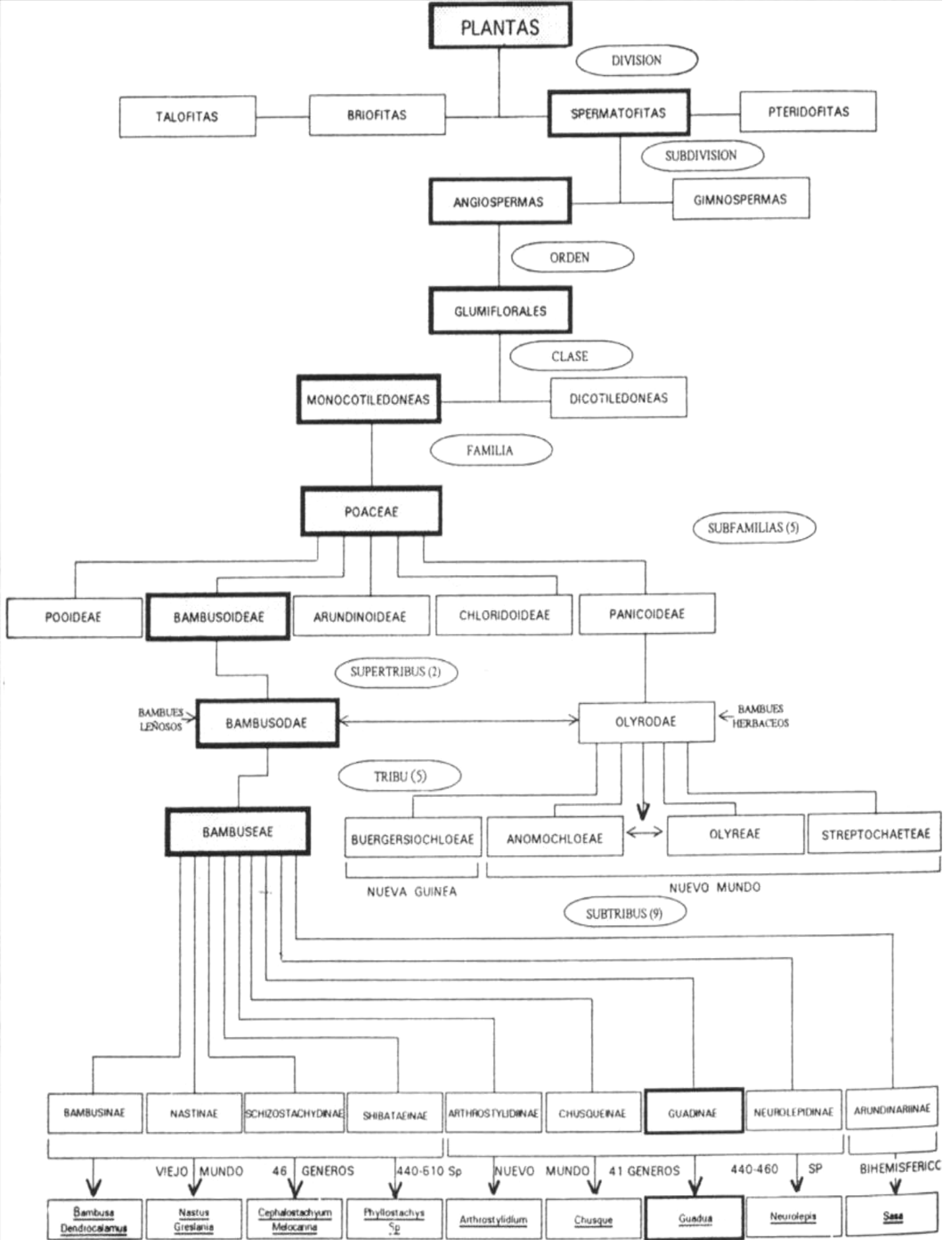


Figura 4. Clasificación taxonómica del bambú (Modificado de Cruz 1994).

2.4. Características botánicas del bambú

2.4.1. Morfología de los bambúes leñosos (Tribu *Bambuseae* Nees)

Las diferentes especies de bambú presentan la siguiente morfología según Cruz (1994), Crouzet (1998) Montiel (1998) y Judziewicz *et al* (1999):

2.4.1.1. Rizoma y raíces: son la parte subterránea de la planta, la cual le da el anclaje, le permite absorber agua, almacenar nutrientes, y constituye el fundamento estructural de la planta. Los rizomas están compuestos a base de unidades o segmentos, cada unidad consiste en un nodo, un internodo, yemas de las cuales se originan culmos y raíces. A las conexiones de estas estructuras subterráneas se les conoce como cuellos, y presentan diferentes patrones y longitudes según al tipo de ramificación que presenten.

Los rizomas según su ramificación pueden ser: a) **Paquimórfico**, que se caracteriza por ser fusiforme, corto, sólido y grueso, con crecimiento de los culmos en grupos o cepas aglutinadas que alcanzan su máximo diámetro y peso en entre 110-120 días (Embaye *et al* 2003), en la cadena evolutiva son más antiguos (Hill 1965). Sus yemas laterales sólo producen más rizomas y las yemas axilares sólo culmos. Su cuello puede ser corto o largo.

b) **Leptomórfico**, sus rizomas son largos, delgados y raramente sólidos. Las yemas laterales sólo producen culmos. Su cuello siempre es corto. Los culmos crecen de manera aislada o en cepas abiertas alcanzando su altura final en un período de entre 30 y 80 días (SEP-FONART 1985). c) **Anfipodial**, es el tipo de rizoma que posee cualidades de los dos anteriores, pero muy pocas especies lo presentan (figura 5).

El hábitat de crecimiento de los bambúes también está íntimamente relacionado con el tipo de rizoma que poseen. En climas tropicales, son comunes las especies con rizoma paquimorfo y anfipodial, particularmente, en el continente americano predominan los de cuello corto, con la excepción del género mexicano *Olmea* Soderstr. Por el contrario, en regiones templadas predominan las de anfipodial, mientras que en las frías las de tipo

leptomorfo, (Rect y Wetterweld sa). De acuerdo con Judziewicz *et al* (1999), sólo especies de éste último tipo de rizoma pueden presentar comportamientos colonizadores, específicamente algunos miembros del género *Chusquea* Kunth.

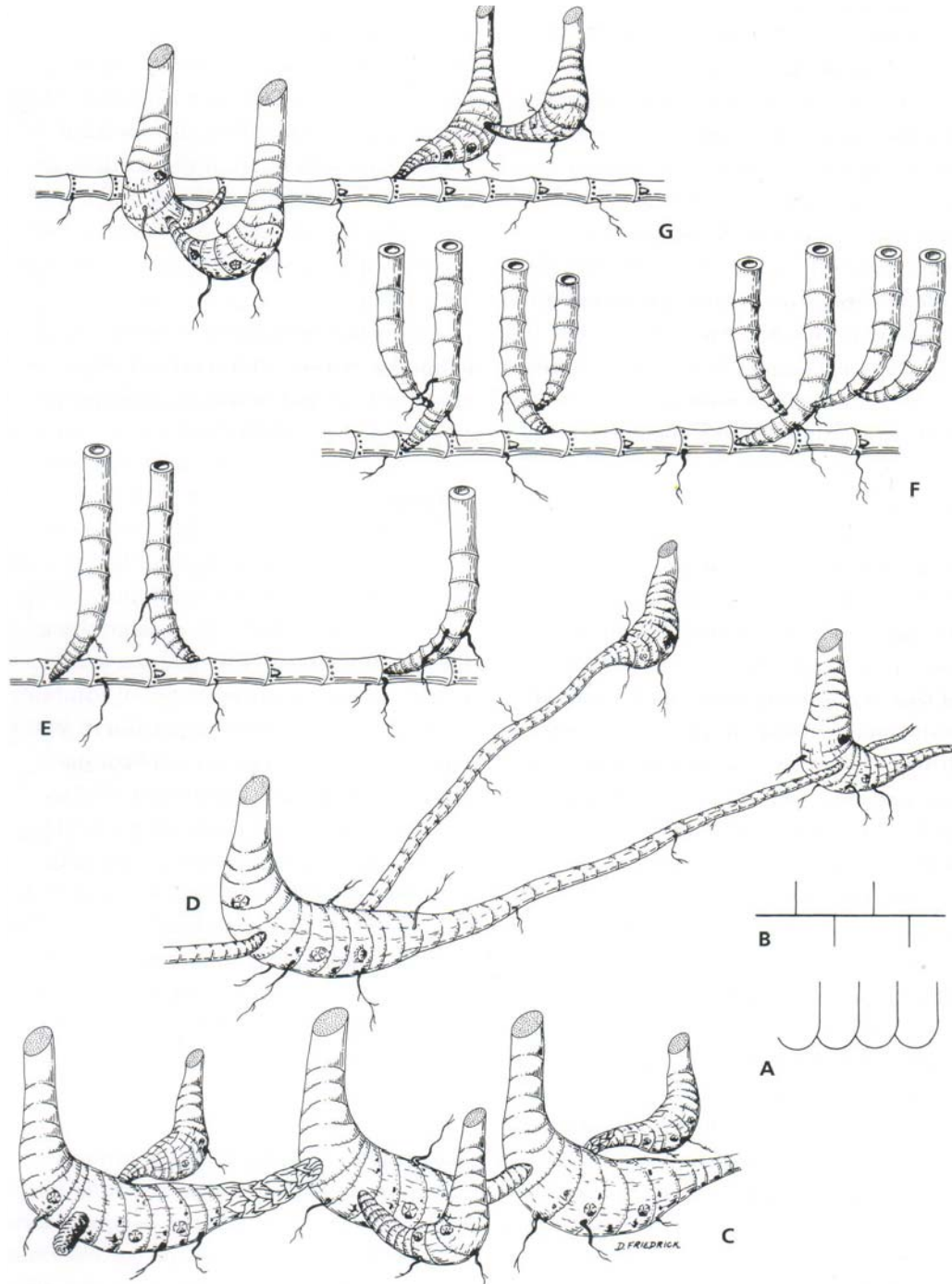


Figura 5. Patrones de ramificación y tipos de rizomas. Esquemas de los tipos de rizomas: A) Simpodial o paquimorfo, B) Monopodial o leptomorfo. Patrones de ramificación: C) Simpodial de cuello corto, D) Simpodial de cuello largo, E) Leptomorfo simple, F) Leptomorfo, G) Anfipodial (Judziewicz *et al* 1999).

2.4.1.2. Culmo

El tallo o culmo se desarrolla a partir de una yema del rizoma (figura 6a). La forma es cilíndrica y pueden ser sólidos o huecos. Desde que emerge a la superficie tiene el mismo diámetro que en su época de maduración, debido al crecimiento tipo telescópico que presenta a lo largo de su desarrollo (Rect y Wetterweld sa) (figura 6b).

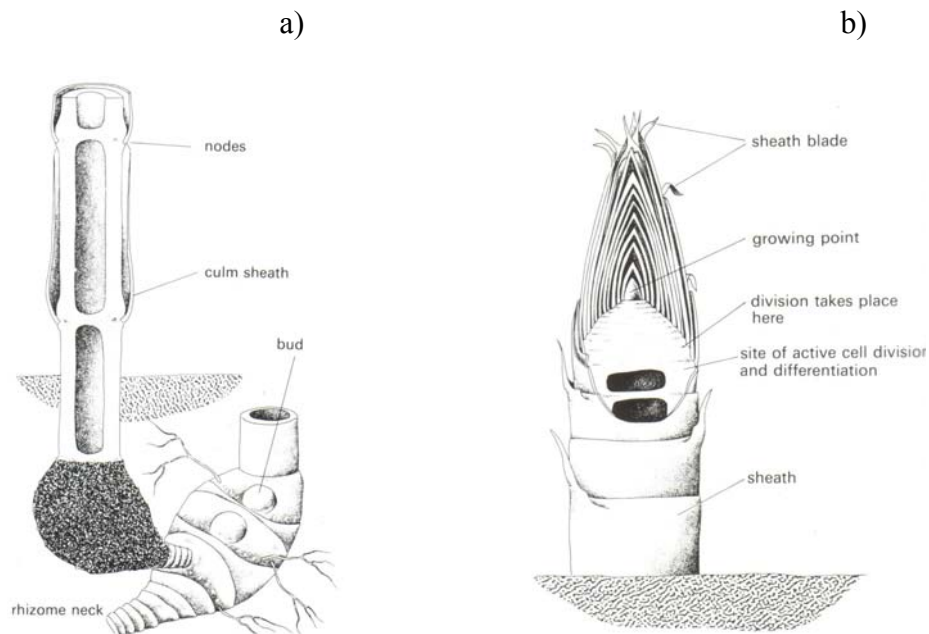


Figura 6. Desarrollo del culmo del bambú a) Surgimiento a partir de una yema, b) Crecimiento del culmo (Rect y Wetterweld sa).

La parte externa del culmo está constituida por la epidermis, hipodermis y el parénquima subyacente (capa fotosintética), los cuales constituyen una corteza delgada. Internamente se presentan los haces vasculares y difieren en forma, tamaño número, tipo acorde a la posición del culmo y la especie de bambú. Los haces vasculares están constituidos por vasos, tubos cribosos y fibras de paredes gruesas que son las que le otorgan la resistencia. Estas últimas constituyen entre el 60 y 70% del peso de la sustancia leñosa del tallo del bambú, y su contenido es mayor en la periferia que en el interior donde predomina el parénquima. Existe también un tejido esclerenquimatoso, el cual posee un alto contenido de lignina, que junto con el sílice determinan la resistencia del culmo (Guillén 1995).

Este conjunto de tejidos funcionan a lo largo de la vida del culmo, sin adición de algún nuevo tejido conjuntivo como sucede en las maderas duras y blandas por su actividad cambial (Escalante *et al* 1998).

Las células del parénquima tienen un arreglo en dirección vertical (figura 7), almacenan nutrientes como granos de almidón, que forman aproximadamente el 70% del tejido. El tallo está cubierto tanto en el interior como en el exterior, por partículas cerasas duras, que ofrecen una considerable resistencia a la absorción de agua, particularmente cuando están secas (Guillén 1995).

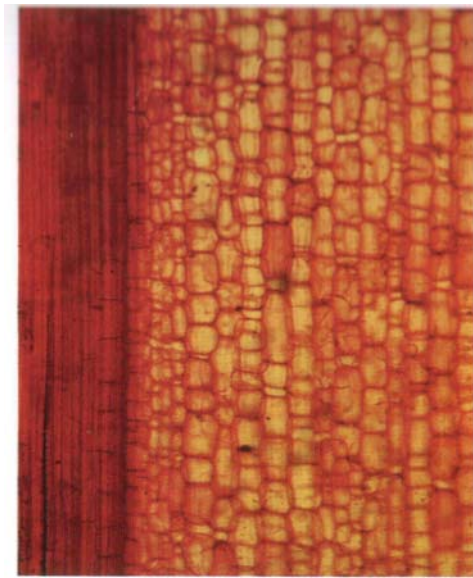


Figura 7. Fibras y tejido parenquimatoso. Corte tangencial (vista en microscopio) del culmo de *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño & P. M. Peterson (Escalante *et al* 1998).

Los culmos huecos se dividen transversalmente por estructuras sólidas llamadas tabiques o diafragmas que guardan diferentes distancias entre sí y pueden llegar a almacenar en este espacio agua. Según el género y especie, determinan la separación entre cada una de estas estructuras.

En el exterior se encuentran los nudos, que son los que le otorgan la flexibilidad y la resistencia; y aunque no presenta madera como en las dicotiledóneas, la dureza de la

estructura está determinada en gran parte por sustancias químicas específicas en diferentes proporciones. Entre las que destacan la xilana, que constituye el 90% de la hemicelulosa del bambú, la cual tiene una estructura única en las **Poaceae** o **Gramíneas**, ya que es intermedia entre la madera y las xilanas de las maderas blandas. Posee también lignina, compuesta por tres unidades de fenil-propano y los siguientes alcoholes: p-coumaril, coniferil y sinapil. Contiene además 30% de pentosanos, 20-25% lignina típica, y cantidades de sílica, que van de 0.5 a 4% (Montiel 1998).

Gran parte de las especies alcanza su altura máxima entre los 30 y 120 días de acuerdo con el tipo de rizoma que presentan. La mayoría crecen erectos, aunque muy pocas se extienden o son de hábitos trepadores, el proceso de lignificación del culmo aunque aparentemente comienza temprano, la maduración requiere de más de 2 años (Judziewicz *et al* 1999). De acuerdo con la especie, las cañas pueden variar en altura, diámetro, espesor de las paredes, distancia entre nudos y formas de crecimiento, incluso color (Rect y Wetterweld sa) (figura 8).



Figura 8. Diferentes tipos de culmos de bambú (Rect y Wetterweld sa).

El crecimiento de la caña de bambú es más rápido que el de cualquier otra especie vegetal (Yela 1994). La especie *Phyllostachys bambusoides* Siebold & Zucc. es la que posee el record de crecimiento de 121 cm, en 24 horas (Austin *et al* 1981, Bambúes de México 2005), del mismo género *Ph. pubescens* Mazel ex J. Houz. puede elevarse hasta 1 metro en el mismo lapso de tiempo cuando la temperatura y la humedad son ideales (Crouzet 1998).

2.4.1.3 Ramas y hojas

El culmo se encuentra envuelto por hojas caulinares o vainas de forma triangular que lo recubren completamente durante su crecimiento inicial, se forman en cada uno de los nudos con la función de proteger las yemas que originan las ramas, algunas presentan pubescencia (presencia de pelo fino)(Colmenares 2004). También son útiles para estudios taxonómicos dado que varían de tamaño color y forma con la especie (Judziewicz *et al* 1999).

La ramificación se manifiesta generalmente de la parte media hacia el ápice a la altura de los nudos, aunque existen algunos bambúes que no poseen ramas. Las hojas son pecioladas y renovadas cada dos años, se encargan de realizar la función fotosintética. El número de ramas por nudo, es una característica taxonómica importante para diferenciar especies. Por ejemplo el género *Sasa* Makino & Shibata tiene 1, *Phyllostachys* Siebold & Zucc. tiene 2 fuertes y otra de menor tamaño, los géneros *Dendrocalamus* Nees y *Bambusa* Schreb. tienen entre 7-9, *Chusquea* Kunth tiene alrededor de 50 ramas que rodean el nudo, *Otatea* (McClure & E.W. Sm) C.E. Calderón & Soderstr. 3 ramas por cada nudo etc. (figura 9) (Rect y Wetterweld sa). Entre mayor sea el número de ramas y hojas será mayor el proceso fotosintético, y por lo tanto, el culmo será más fuerte y el crecimiento y desarrollo más rápido (Montiel 1998). Existe otra estructura; las espinas que sólo algunas especies de los géneros *Bambusa* Schreb. y *Guadua* Kunth llegan a presentar (Judziewicz *et al* 1999).

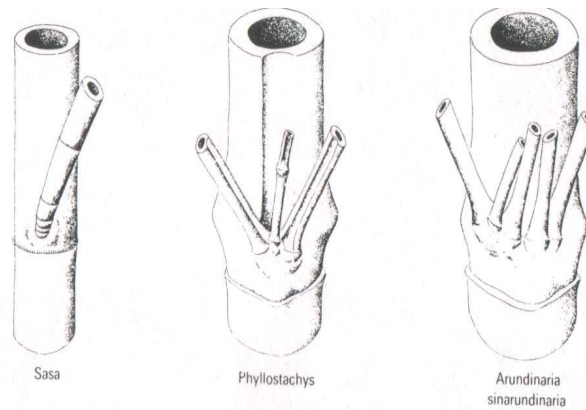


Figura 9. Número de ramas por nudo en 3 géneros diferentes de bambú (Rect y Wetterweld sa).

2.4.1.4 Flores, frutos y semillas

En general, los bambúes leñosos florecen una vez en periodos que van desde los 3 hasta los 120 años (Cortés 2000); después de este evento, el bambú muere en partes o totalmente (Yela 1994, Guillén 1995). El proceso de floración puede durar de uno a dos años según la especie (Montiel 1998). De acuerdo con Cruz (1994) y Cortés (2000) la floración puede ser de dos tipos: esporádica o gregaria. La esporádica se presenta sólo o en una o varias cañas de una misma población. En la gregaria, la totalidad de las plantas florecen. La razón de la muerte de la planta de bambú después de un evento de floración, se debe a que las hojas viejas caen, y en lugar de ser rápidamente sustituidas por las nuevas son reemplazadas generalmente por flores, así quedan pocas hojas. Lo cual reduce drásticamente las funciones de la planta y provoca que en un lapso breve de tiempo muera. Las especies que no mueren después de la floración es debido a que producen un tipo secundario de hojas que sostiene las funciones de la planta (Austin *et al* 1981).

La polinización de los bambúes es por viento, sus flores son hermafroditas, donde la estructura reproductiva masculina son los estambres y la femenina un pistilo, ambas estructuras están protegidas por pequeñas bracteas que juntas conforman una espiguilla. Al conjunto de espiguillas se le conoce como inflorescencia (Judziewicz *et al* 1999) (figura 10).

2.5. Ecología del bambú

Los bambúes crecen formando poblaciones, en áreas donde son los únicos

(figura 12) o como individuos solitarios formando parte de la vegetación

(Bambúes de México 2005). Habitan en diversos ambientes desde el nivel del mar

altas montañas nevadas, con rangos de precipitación y temperatura muy amplios

1997). No se establecen en pantanos, debido a que el bambú muere por la falta

para el rizoma. Así mismo no toleran suelos salinos o el exceso de algunos elementos

cloro, aluminio, hierro y manganeso (Crouzet 1998). La mayoría de las especies de

“prefieren” los lugares húmedos y conservados, con neblinas frecuentes, o bien la

arroyos y ríos; aunque también existen especies que viven en lugares secos la mayor

año (Bambúes de México) (figura 14).

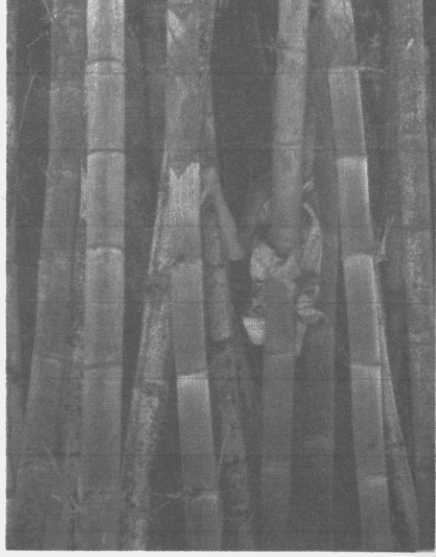


Figura 12. Bosque de bambú en Nepal (Hutchinson 2002).



Figura 13. *Chusquea talamancensis* Widm & L.G. Clark en un bosque de *Quercus* L. en Costa Rica (Judzic 1999).

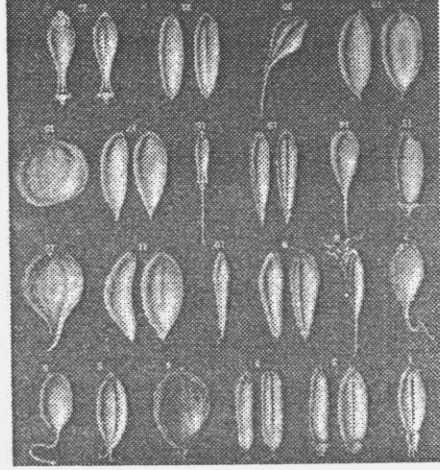
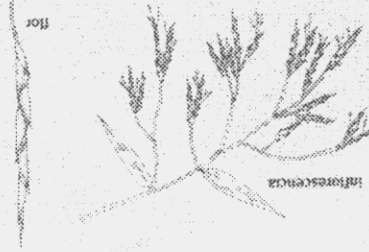


Figura 11. Semillas de bambú: 1. *Bambusa blumeana* Shult. & Shult. 2. *B. multiplex* (Lour.)

Figura 10. Estructura de la inflorescencia del bambú (Mejía 2004. Los bambúes nativos de México).



El fruto llamado "carpopsis" consiste en un ovario maduro que contiene una o más

semillas, resultado de la exitosa fertilización, en general son muy pequeñas en tamaño, ricas

en almidón, proteínas y grasas (Cruz 1994, Montiel 1998) (figura 11).

Figura 11. Semillas de bambú: 1. *Bambusa blumeana* Shult. & Shult. 2. *B. multiplex* (Lour.) (Mitford) Makino 6. *Dendrocalamus asper* (Shult. & Shult) 7. *D. strictus* (Roxb.) Nees 8. *Dendrochloa distans* C.E. Parkinson 9. *Elytostachys clavigera* McClure 10. *Gigantochloa nigroclivata* (Büse) Kurz 11. *Guadua aculeata* Rupr. ex E. Fourn. 12. *Melocanna baccifera* (Roxb.) Kurz 13. *Nastus elegantissimus* (Hassk.) Holttum 14. *Ochlandra travancortica* (Bedd.) Benth. ex Gamble 15. *Oxytenanthera abyssinica* (A. Rich.) Munro 16. *Phyllostachys pubescens* Mazel ex J. Houz. 17. *Pseudosasa japonica* (Siebold & Zucc. ex Steud.) Makino ex Nakai 18. *Melocalamus compactiflorus* (Kurz) Benth. 19. *Sasa nebulosa* (Makino) Ohwi 20. *Schizostachyum gracile* (Kurz ex Munro) Holttum 21. *Sinobambusa tootsik* (Siebold) Makino 22. *B. Copelandii* Gamble ex Brandis (McClure 1993).

2.5. Ecología del bambú

Los bambúes crecen formando poblaciones, en áreas donde son los únicos vegetales, (figura 12) o como individuos solitarios formando parte de la vegetación (figura 13) (Bambúes de México 2005). Habitan en diversos ambientes desde el nivel del mar hasta las altas montañas nevadas, con rangos de precipitación y temperatura muy amplios (Chapmon 1997). No se establecen en pantanos, debido a que el bambú muere por la falta de oxígeno para el rizoma. Así mismo no toleran suelos salinos o el exceso de algunos elementos como el cloro, aluminio, hierro y manganeso (Crouzet 1998). La mayoría de las especies de bambúes “prefieren” los lugares húmedos y conservados, con neblinas frecuentes, o bien las orillas de arroyos y ríos; aunque también existen especies que viven en lugares secos la mayor parte del año (Bambúes de México) (figura 14).

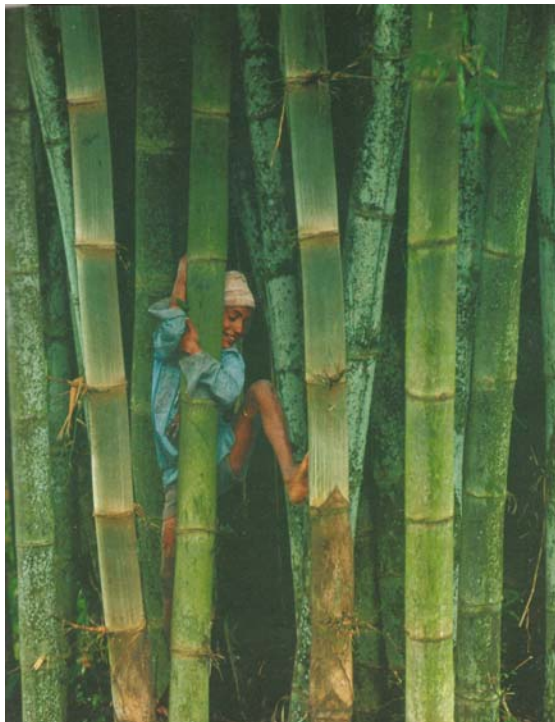


Figura 12. Bosque de bambú en Nepal (Hutchison 2002).



Figura 13. *Chusquea talamancensis* Y. Widm. & L.G. Clark en un bosque de *Quercus* L. en Costa Rica (Judziewicz *et al* 1999).



Figura 14. *Merostachys spp* a la orilla de un río en Brasil (Judziewicz *et al* 1999).

Lo anterior, se debe a que los factores ecológicos que influyen en la distribución de las diferentes especies de bambú están directamente relacionadas con el tipo de rizoma, así como con las necesidades de esta parte subterránea de la planta, que cumple funciones altamente especializadas en el almacenamiento de nutrientes, soporte y anclaje, así como en la generación de cañas (Cruz 1994), de tal manera que el crecimiento, expansión y aspecto general del bambú, depende de las condiciones en las que se encuentre el rizoma (Crouzet 1998).

Otro factor ecológico importante es la luz; se ha observado que aunque en la familia *Poaceae* la estrategia fotosintética es C_4 , y en la subfamilia **Bambusodeae** es C_3 , el bambú puede fijar el CO_2 a una gran velocidad (Montiel 1998), porque presentan tres adaptaciones o modificaciones anatómicas que conducen a una multiplicación por dos o incluso por tres de la eficacia fotosintética. Esto se debe a que logran una rápida expansión de superficies que lleven a cabo esta función vital como son la forma de crecimiento (figura 15), ramificación y la posición del follaje (que presentan cierto grado de inclinación que capta mejor la luz solar). Esto permite a su vez que los rayos luminosos penetren hacia las partes bajas de la planta,

para así alcanzar un mayor número de hojas (Montiel 1998, Judziewicz *et al* 1999). Por lo anterior, se ha concluido que el bambú compite con otras especies por la luz, algunos ejemplos son los casos observados en algunas especies como *Dendrocalamus pendulus* Ridl., *Gigantochloa scortechinii* Gamble, y *Schizostachyum grande* Ridl. en el sureste de Asia, así como algunas especies del género *Chusquea* Kunth en América. Estas llegan a dominar las áreas del bosque donde las especies arbóreas fueron taladas; así se crean las condiciones favorables para el bambú a lo que generalmente responde con una floración. Posteriormente, la planta decrece y regresa a su estado anterior, además de que otras especies del mismo bosque continúan en crecimiento o recuperación y vuelven a limitar las condiciones de luz (Chapmon 1997) (figura 16).

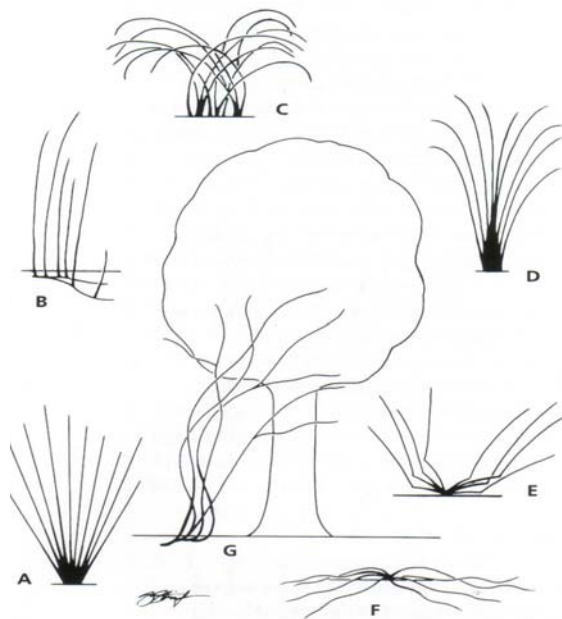


Figura 15. Esquemas del hábitat y forma de crecimiento de los bambúes
 A) Erectos en grupo
 B) Erectos difusos
 C) Arqueado
 D) Erecto y arqueado en el ápice
 E) Decumbente
 F) Extendido o reptante
 G) Trepador
 (Judziewicz *et al* 1999)

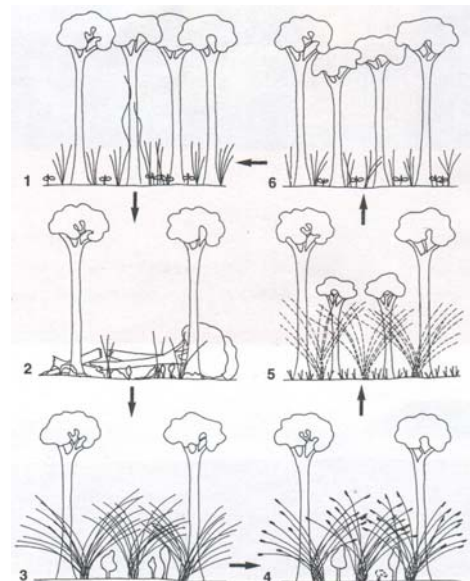


Figura 16. Dinámica de *Chusquea* spp. en un bosque de Quercus
 1. Estrato arbóreo cerrado, y chusqueas trepadoras
 2. Disturbio
 3. chusqueas forman un estrato más vigoroso
 4. Floración de chusqueas
 5. Muerte de las chusqueas posterior a la floración. y regeneración de los árboles
 6. Estado natural
 (Chapmon 1997).

También se ha observado que la producción de brotes es estacional en los climas templados y que en los climas tropicales al estrechamente relacionado con los patrones de precipitación, la aparición de renuevos es constante (Judziewicz *et al* 1999).

De acuerdo con Vela (1976), Yela (1994) y Crouzet (1998), el bambú se puede clasificar en tres grupos de acuerdo con el rizoma que presenta y la temperatura que resiste.

a) Grupo cespitoso. La planta se presenta como una sola mata de cañas muy densa, debido a que el rizoma es paquimorfo. Los géneros más representativos son *Bambusa* Schreb. y *Dendrocalamus* Nees del continente Asiático, y *Elytostachys* McClure y *Guadua* Kunth en el Americano. Las especies de este grupo no toleran las temperaturas bajo cero. Por esta razón, los géneros incluidos sólo se encuentran en zonas cálidas donde la temperatura oscila entre los 17° y 24°C aproximadamente, y con una precipitación promedio de 2,000 mm anuales. La altitud varía entre 900 y 1,600 m. En cuanto a las condiciones edáficas, aunque no se asocia a ningún tipo de textura en especial, se observa un mejor desarrollo en suelos con texturas gruesas a medias y donde el pH tiende ligeramente a la acidez (entre 5.5 y 6.0). El área geográfica en la que abundan los géneros de este grupo, es en el sur y sureste de Asia donde el clima es tropical con monzones frecuentes.

Algunos ejemplos son las especies: *Bambusa polymorpha* Munro en Tailandia, que se localiza a una altitud aproximadamente de 1,000 msnm. Del género *Dendrocalamus* Nees, *D. sikkimensis* Gamble ex Oliv., *D. brandisii* (Munro) Kurz y *D. hookeri* Munro, que habitan en India y no rebasan los 1,500 msnm (ONU 1972).

La *Guadua angustifolia* Kunth crece en bosques muy húmedos subtropicales de Colombia, donde la humedad relativa es muy alta.

b) Grupo difuso o rastrero. La disposición de estos bambúes es longitudinal y solitaria debido a que el rizoma es leptomorfo. Este tipo de plantas resisten temperaturas bajo cero (llegan a resistir hasta -18°C), por lo que habitan en zonas de climas templados con inviernos

claramente marcados y en zonas montañosas. Los géneros más representativos del grupo son: *Arundinaria* Michx. que se localiza en ambos hemisferios y *Phyllostachys* Siebold & Zucc. del continente asiático. Por ejemplo, en la cordillera del Himalaya se localizan a una altitud de 3,700 m las especies de género *Arundinaria* Michx. (Yela 1994). El género *Phyllostachys* Siebold & Zucc., supera los 2,000 msnm, y es donde se desarrolla mejor, la precipitación varía de 2,500 a 3,000 mm anuales y no tolera las temperaturas superiores a 25°C. Este género en especial puede crecer en pendientes hasta de 45° por su sistema de raíces que forman una densa red que profundiza en el suelo. Las texturas del suelo pueden ser arenosas o arcillosas mientras el pH oscile entre 5 y 6.5 (Montiel 1998).

c) Bambúes con rizoma anfipodial. Debido a que es un tipo intermedio entre paquimorfo y leptomorfo muestra crecimientos de tallos individuales, y en una distancia corta presenta un aglutinamiento de tallos. El género más representativo es *Chusquea* Kunth, al cual le corresponden un gran número de especies que en su mayoría se desarrollan en las zonas más altas de las montañas y cordilleras de América.

3. USOS DEL BAMBÚ A NIVEL MUNDIAL

El bambú es considerado como uno de los vegetales más versátiles, debido a que todas las partes de esta planta se pueden utilizar con diferentes fines y obtener una gran variedad de productos (de la Cruz 1990). El uso del bambú data desde las más antiguas civilizaciones (Judziewicz *et al* 1999). En el continente americano se encontraron varios utensilios, instrumentos musicales y objetos ceremoniales que indican que los antiguos habitantes de Colombia y Ecuador, lo utilizaron (op. cit.). Actualmente, las diferentes especies de bambú desempeñan un papel muy importante en el desarrollo de las sociedades, sobre todo por su importancia en actividades tan diversas que van desde económicas hasta espirituales (op. cit.).

3.1. Material de construcción

En la industria de la construcción se considera al bambú como la estructura orgánica vegetal quizá más perfecta existente en la naturaleza, debido principalmente a la relación diámetro-altura de sus culmos y su forma de anillo circular o columna, la cual le permite incrementar las dimensiones de su sección con poco volumen de corteza (SEP-FONART 1985, Guillén 1995). Es un material sumamente resistente y elástico dado por su anatomía a base de elementos mecánicos combinados y colocados en toda su longitud: los nudos y entrenudos que se presentan como una hilera de tubos divididos por tabiques de pared relativamente delgada, y que tiene centrados los elementos de tejido mecánico que le da al tallo completo una excelente elasticidad. En el entrenudo, las fibras se presentan paralelas al sentido vertical, y en el nudo tienen un arreglo en dos direcciones, por lo tanto mecánicamente aquí se hace la acción de “diafragma”. Otra ventaja de este material es que por ser hueco se convierte en una estructura muy liviana (op. cit.).

La estructura y propiedades mecánicas del culmo cambian en función de su altura, edad y contenido de humedad. Se ha observado que la firmeza y espesor son proporcionales a

la cantidad de parénquima, por lo que se suele utilizar generalmente la parte inferior que es precisamente donde se encuentra la mayor concentración y es también la de mayor dimensión (op. cit.). En cuanto a la edad las cañas maduras (5 y 6 años) son las más adecuadas para la construcción, pues en esta edad el bambú adquiere su máxima resistencia debido a que el proceso de lignificación del culmo ha finalizado (Cruz 1994, Judziewicz *et al* 1999).

En la mayoría de los países del sur y sureste de Asia las diferentes especies de bambú son consideradas como la principal materia prima para la construcción (Yela 1994). En algunas ocasiones se combina con otros materiales como cemento, hierro galvanizado, hojas de palma, arcilla, cal o madera, de acuerdo con el tipo de construcción con el fin de mejorar el acabado y el soporte (ONU 1972). Los géneros de bambú más sobresalientes utilizados para la construcción en el Hemisferio Oriental son: *Arundinaria* Michx., *Bambusa* Schreb., *Cephalostachyum* Munro, *Dendrocalamus* Nees, *Gigantochloa* Kurz ex Munro, *Melocanna* Trin, *Phyllostachys* Siebold & Zucc. y *Schizostachyum* Nees. En América los más representativos son *Guadua* Kunth y *Chusquea* Kunth (Cruz 1994).

La especie *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J. C. Wendl. es una de las más utilizadas en todo el mundo como material de construcción. Los culmos enteros se ocupan para postes, puntales y andamios, mientras que las cañas rajadas se destinan para tejado (Francis 2004). Llega a soportar una presión (punto de ruptura) de 3,656 kg/cm² (Vela 1976) en contraste con la madera de Pino blanco que soporta 280 kg/cm² (Kidder y Parker 1981). La tracción de *B. vulgaris* Schrad. ex J. C. Wendl. (927 kg/cm²) resulta superior incluso que metales como el Aluminio fundido (910 kg/cm²). La inercia o momento de inercia (resistencia que tiene un cuerpo a ser alterado), de este especie en particular de bambú al radicar en su geometría, (forma alargada y constante en cualquier dirección), también resulta muy efectiva para trabajar a compresión pues tolera 332 kg/cm² (Hernández 1996) en contraste con el ladrillo rojo (macizo prensado) que resiste sólo 12 kg/cm² (Anahuac 1982). Por la distancia y

disposición de los nudos (entre 20-40 cm), estos funcionan como punto de apoyo que impiden el deslizamiento longitudinal de las fibras. También hacen el papel de diafragmas, pues se recupera después de una flexión de hasta 94 kg/cm² (Hernández 1996).

Melocanna baccifera (Roxb.) Kurz, es una especie nativa de Pakistán. En este país representa el material principal para viviendas porque sus cañas poseen una altura de hasta 20 m y 3 cm de diámetro, e internodos cada 10 cm aproximadamente. Desde el punto de vista productivo tiene rendimientos muy altos, ya que pueden crecer hasta 2,625 cañas en 1 000 m² (Vela 1976). En India, *Arundinaria spathiflora* Trin. alcanza 10 m de alto y 4 cm de diámetro, y se utiliza para construir casas y tuberías (ONU 1972). La *Bambusa balcooa* Roxb. funciona para andamiaje, y es una de las especies más valiosas debido a las dimensiones de hasta 20 m de largo y 15 cm de diámetro que alcanzan sus tallos (Dransfield y Widjaja 1995) (figura 17a). Tanto en India como en Pakistán además de Tailandia también se consideran como las mejores especies para fabricar tanto muros como pisos a la *B. polymorfa* Munro, *Schizostachyum brachycladum* (Kurz ex Munro) Kurz y *S. zollingeri* Steud, porque poseen la característica de que son fáciles de aplanar (Vela 1976), además, de que alcanzan los 20 m de largo y 13 cm de diámetro (ONU 1972).

En la mayoría de las islas del sureste de Asia el bambú en general se emplea para construcciones. Por ejemplo, *Bambusa blumeana* Schult. & Schult. se caracteriza por soportar una gran tensión (3,058 kg/cm²) en condición seca y en condición verde posee una gran elasticidad (a los tres años: 59,000 kg/cm²). Estas cualidades físico-mecánicas se le atribuyen a los 15 metros de alto y 8 cm de diámetro de sus cañas, además por la separación de 50 cm entre los nudos, pues la relación de longitud del tallo respecto al espacio tan amplio entre nudos le otorga la gran flexibilidad y resistencia (ONU 1972, Ordóñez 1999). En la isla de Java, además se utilizan por su solidez *Phyllostachys meyeri* McClure, *Gigantochloa apus* (Schult. & Schult. f) Kurz, y *G. verticillata* (Willd.) Munro, tanto para vigas en la

construcción de casa-habitación, como postes de energía eléctrica debido a que resisten rayos y el ataque de insectos xilófagos (ONU 1972, Vela 1976).

En el sur de China el género que se emplea con mayor frecuencia es *Dendrocalamus* Nees, destacan las especies: *D. sinicus* L.C. Chia & J.L. Sun, *D. giganteus* Wall. ex Munro, *D. yunnanicus* C. J. Hsueh & D. Z. Li, *D. asper* Schult. & Schult. f. Backer ex K. Heyne, *D. barbatus* J.R. Xue & D. Z. Li y *D. membranaceus* Munro, para edificar puentes, muros, techos, pisos y canales para agua. Sus cañas son de las más largas, resistentes y con paredes internas delgadas. Para construir andamios se usan: *Phyllostachys aurea* Riverè & C. Riverè, *P. bambusoides* Siebold & Zucc. y *P. edulis* Carrierè ex Makino (Yuming *et al* 2004) (figura 18).

En la industria de la construcción de Etiopía, utilizan una especie endémica de la región tropical del continente africano la *Oxytenenthera abyssinica* (Embaye *et al* 2003).

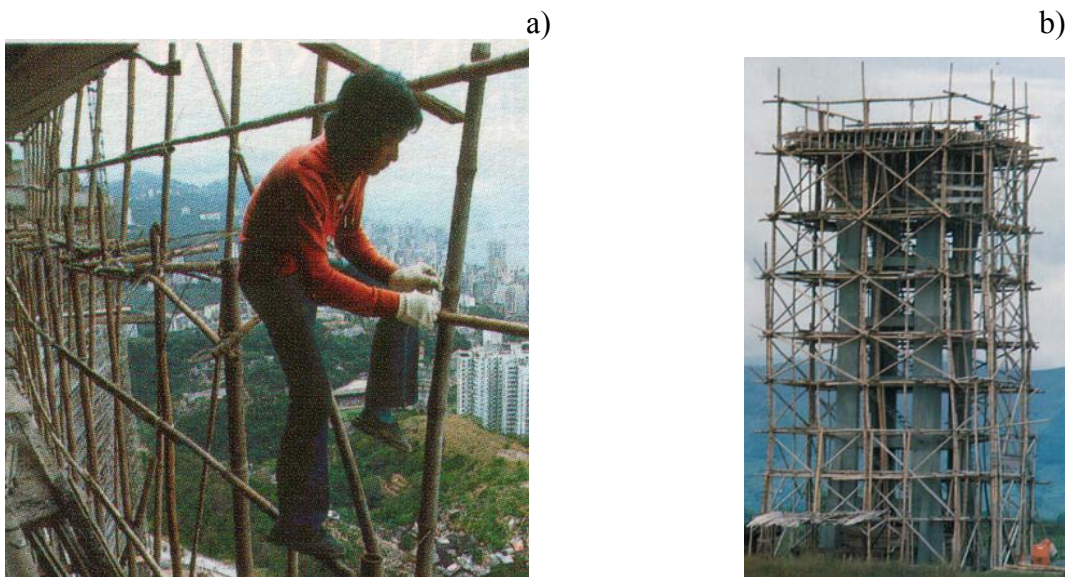


Figura 17. Andamiajes con bambú. a) Edificación de un rascacielos en Honk Kong (Hutchison 2002). b) Estructura a base de *Guadua angustifolia* Kunth en Sudamérica (Judziewicz *et al* 1999).

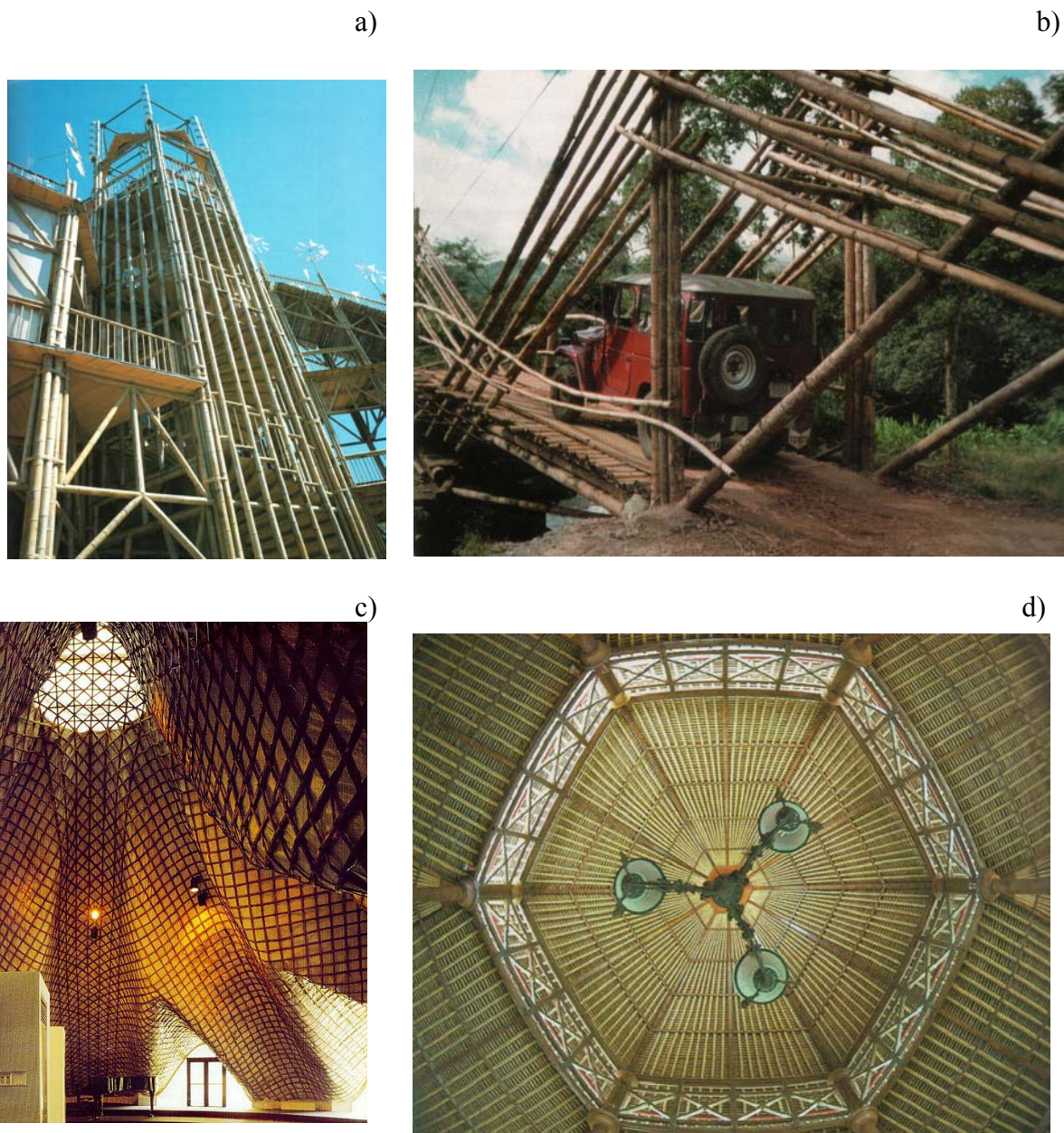


Figura 18. Diferentes estructuras con bambú. a) Construcción industrial (Rect y Wetterweld sa). b) Puente (Montiel 1998).c) Techo de un templo en Asia. d) Techo de un pabellón en Bali (Hutchison 2002).

En Centro y Sudamérica la especie más importante es la *Guadua angustifolia* Kunth (Cruz 1994). Presenta varias ventajas significativas respecto a la madera; destacan su altura, resistencia y alta durabilidad, por lo cual se utiliza en la construcción de plataformas de albañilería y todo tipo de viviendas, desde las más sencillas hasta las más lujosas, (figuras 17b y 20).



Figura 19. Diferentes tipos de casa-habitación en Suramérica (Montiel 1998).

La característica principal del culmo de bambú es el ser una estructura estable (Cruz 1994). Las fuerzas sísmicas que ha de soportar un edificio son inversamente proporcionales a su peso y son predominantemente horizontales, así cuanto más pesado sea el edificio, menor probabilidad de resistir un terremoto. En países como Venezuela y Colombia se ha demostrado que las viviendas construidas con *Guadua angustifolia* Kunth presentan una elevada relación resistencia/peso, debido a que las cañas de esta especie son menos pesadas que otros materiales. Además, tienen la capacidad para absorber más energía y admitir una flexión mayor antes de que se produzca una ruptura, por consiguiente, una edificación de bambú se adapta a las vibraciones y tensiones del terreno durante un temblor y no se rompe fácilmente. Debido a lo anterior, a las estructuras construidas con este material se les considera sismo resistentes. Presenta también otras cualidades como ser aislante-acústico e invulnerable al ataque de insectos xilófagos o (comemadera) (Guillén 1995) (figura 20).

La *Guadua angustifolia* Kunth también sirve para reforzar el concreto, es decir, se utiliza como armazón en sustitución del alambre o varilla, y con recubrimiento de cemento se

fabrican tanques para almacenar agua, letrinas, fosas sépticas y lavaderos. También esta estructura bambú–cemento se puede aplicar en la construcción de losas o planchas para mesas de trabajo (Guillén 1995).

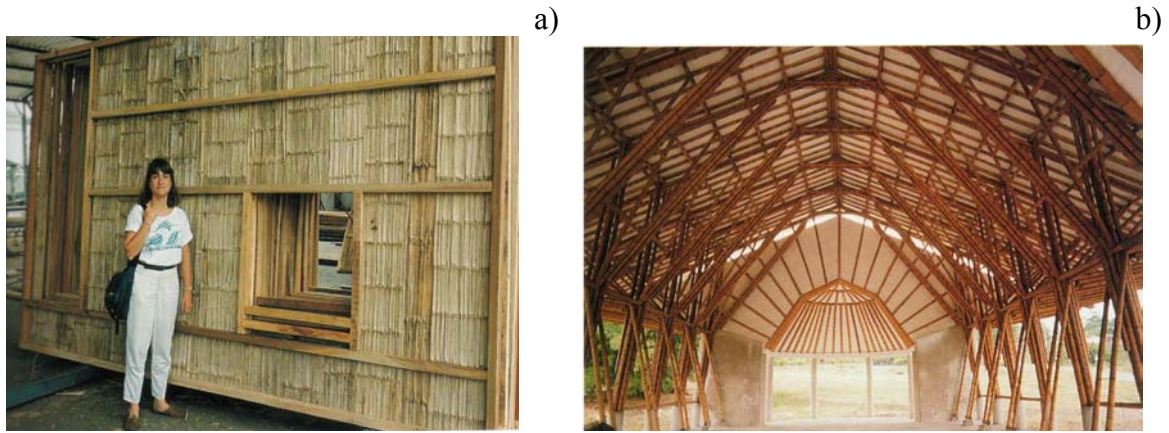


Figura 20. Estructuras con *Guadua angustifolia* Kunth. a) Paneles prefabricados. b) Construcción en Colombia (Judziewicz *et al* 1999).

En Latinoamérica especies de los géneros *Guadua* Kunth, *Chusquea* Kunth, *Otatea* (McClure & E.W.Sm) C.E. Calderón & Soderstr., *Merostachys* Spreng. y *Rhipidocladum* McClure se observan como componentes del tipo tradicional de construcción “bahareque”, esta técnica consiste en intercalar culmos de bambú con una mezcla de barro y arena (Judziewicz *et al* 1999) (figura 21). En Colombia la *Chusquea purdieana* Munro es la que más se utiliza para la construcción de techos de casas (op. cit.).



Figura 21. Construcción bajo la técnica de Bahareque (Judziewicz *et al* 1999).

3.2. Alimentación

El bambú también satisface la primera necesidad del ser humano: la alimentación (Vela 1976). Constituye un ingrediente fundamental en la gastronomía oriental (Cruz 1994). La parte comestible de esta especie es el brote, es decir, la parte inicial de un tallo en formación que ha emergido del suelo. Se prefieren los de 10 a 15 días de edad pues cuentan ya con una altura promedio de 30 cm y aún no posee ramas. Son de color blanco y tienen la apariencia y consistencia de la papa, pero con un sabor ligeramente dulce y similar al de la nuez (op. cit.). Después de remover la cubierta se pueden consumir frescos, secos, guisados o enlatados (Yela 1994) (figura 22).

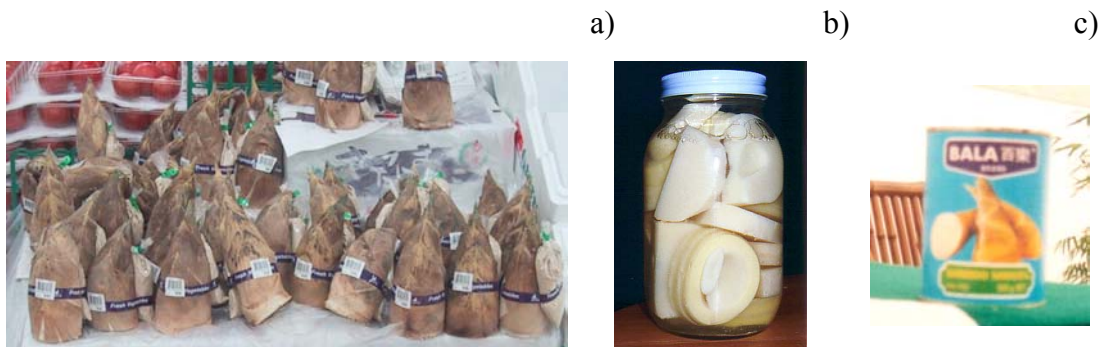


Figura 22. Brotes de bambú. a) Frescos. b) En conserva. c) Enlatados Exposición Bambúes Nativos de México XVI Congreso de Botánica Oaxaca 2004.

Los brotes poseen un valor nutricional muy alto, están compuestos principalmente de agua, proteínas, aminoácidos y carbohidratos. Además contienen vitaminas como complejo B (tablas 1 y 2) (op. cit.).

Tabla 1. Propiedades nutricionales de los brotes de *Phyllostachys edulis* Carriè ex Makino (Guillén 1995).

SUSTANCIAS	BROTE FRESCO	BROTE ENLATADO
Proteína cruda	2.5 g	1.9 g
Grasa cruda	0.2 g	0.1 g
Hidratos de carbono	3.4 g	4.7 g
Agua	92.5%	92.8 %
Calorías	23	20
P	43 mg	26 mg
Fe	7 mg	1 mg
Vitamina A	50 lu	50 lu
Vitamina B1	0.1 mg	0.05 mg
Vitamina B2	0.08 mg	0.05 mg
Vitamina C	10 mg	0 mg

Tabla 2. Brotes de *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl. y *B. blumeana* Schult. & Schult. para consumo humano (porción 100g)

SUSTANCIAS	CANTIDADES	
	<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Bambusa blumeana</i>
Agua	90 g	89 g
Proteína	2.6 g	4 g
grasa	4.1 g	0.5 g
carbohidratos	0.4 g	4 g
fibra	1.1 g	1 g
Ca	22.8 mg	37 mg
P	37 mg	40 mg
Fe	1.1 mg	1.5 mg
Vitamina C	3.1 mg	10 mg
Vitamina B1		0.1 mg

Construido a partir de información de Dransfield y Widjaja 1995.

Los brotes de *Bambusa spinosa* Roxb. son también ricos en calcio y fósforo (Cruz 1994). Debido a que son bajos en grasa se les considera un alimento auxiliar en el control de peso (Yuming *et al* 2004). Al sur de China destacan por su aroma y sabor dulce los de *Dendrocalamus hamiltonii* Nees & Arn. ex Munro, *D. asper* Schult. & Schult.f. Backer ex K. Heyne, *D. giganteus* Wall. ex Munro y *Schizostachyum funghomii* McClure (op. cit.). La producción promedio de brotes en ese país, llega a 1.5 toneladas/ha/año (Cruz 1994). *Phyllostachys pubescens* Mazel ex J. Houz. y *Ph. mitis* (Lour) Riverè & C. Riverè son las especies más populares de Japón, donde el 40 % de la producción anual de bambú se destina a la alimentación (High 1968, Vela 1976).

En Taiwán se producen brotes de *Phyllostachys edulis* Carriè ex Makino y *Dendrocalamus latiflorus* Munro, para el consumo nacional, que llega a las 80,000 toneladas por año (Cruz 1994). *Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro, *G. albociliata* (Munro) Kunz, *Bambusa blumeana* Schult. & Schult. f, *B. burmanica* Gamble, *D. brandisii* (Munro) Kurz *D. strictus* (Roxb.) Nees, *Ph. aurea* Riverè & C. Riverè, *Ph. iridescens* C.Y. Yao & S.Y. Chen, *Ph. parvifolia* C.D. Chu & H. Y.Chou, *Ph. viridis* (Rob. A. Young) McClure, *Ph. propinqua* McClure, *Thyrsostachys siamensis* Gamble y *Oxytenanthera abyssinica* también son especies comestibles (High 1968, Crouzet 1998, Embaye *et al* 2003).

Del bambú también se obtiene otro alimento cuando se llegan a presentar las floraciones gregarias y la cantidad producida de semilla es abundante. Se prepara de forma similar al arroz (Cruz 1994, Yela 1994), ejemplo de lo anterior son las cariopsis de *Guadua paraguayana* Döll y *Pharus latifolius* L. que se preparan en Brasil y Cuba respectivamente (Judziewicz *et al* 1999).

Además, las hojas pueden emplearse como forraje para ganado debido su gran valor nutritivo, para este fin se emplean algunas especies de *Chusquea* Kunth y *Oxylenanthera* (Vela 1976) (Embaye *et al* 2003).

3.3. Elaboración de papel

El bambú es una de las materias primas vegetales con las que es posible producir pulpa para papel, pues contiene celulosa, hemicelulosa componente de la holocelulosa y lignina (Fernández 1955). Debido a que presenta algunas ventajas respecto a otras especies maderables como tener un hábito perenne, resistencia y dureza del tallo; y sobre todo un rápido crecimiento, lo cual lo convierte en una excelente fuente para fabricar papel. Las características anteriores le permiten obtener altos rendimientos en volúmenes por hectárea en tiempos muy breves de tiempo (Vela 1976, Cruz 1994, Francis 2004). El porcentaje de pulpa extraída de un culmo es entre 40-50% (Dransfield y Widjaja 1995).

Una de las especies más valiosas para este fin es *Ochlandra travancorica* (Bedd.) Benth. ex Gamble debido a que la longitud de sus fibras alcanza los 9 mm. Sirve también para la manufactura de rayón a través de un proceso de sulfato (Vela 1976). Brasil, es prácticamente el único país en el continente americano que cultiva la especie *Bambusa vulgaris* Schrad. & ex J.C. Wendl. para producir pulpa kraf de papel (Judziewicz *et al* 1999). Por su contenido de holocelulosa (67.68%), el tamaño en promedio de longitud (2.5 mm) y diámetro (0.009 mm) de sus fibras, se considera que esta especie posee características muy similares a las de la mayoría de las especies maderables de fibra larga (Fernández 1955, Francis 2004). La relación de longitud-diámetro de las fibras, permite obtener la mejor materia prima para la elaboración de uno de los papeles más resistentes. Por ejemplo, se llega a ocupar para bolsas y cajas industriales (Ruiz 1999), debido a que su índice de rasgado es mayor (14.44) respecto a otros obtenidos a partir de pino (7.67) y eucalipto (12.29) (Lechuga

2001). Los rendimientos también son elevados, ya que puede producir hasta 10 ton/ha año de celulosa pura y seca (Yela 1994).

Otras especies con rendimientos similares son *Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro, *Phyllostachys pubescens* Mazel ex. J. Houz., *Bambusa bambos* (L.) Voss, *B. blumeana* Schult. & Schult f., *Sasa palmata* (hort.ex Burb.) E.G. Camus, *Dendrocalamus giganteus* Wall. ex Munro y *Melocanna baccifera* (Roxb.) Kurz (figura 23) (High 1968, Vela 1976, Dransfield y Widjaja 1995). *D. strictus* (Roxb.) Nees es la especie en la que se basa la industria papelera de India, aunque no es la que tiene la fibra más larga (sólo 1.22 mm), sí es la especie más abundante del país y la que mejor resiste la sequía (Vela 1976) (Dransfield y Widjaja 1995). En Pakistán utilizan *D. arundinaceus* por ser una de las especies de más rápido crecimiento, permite un aprovechamiento con altos rendimientos en lapsos breves de tiempo (3/4 de tonelada/año/acre) (High 1968). En el sureste de China de las especies del género *Schizostachyum* Nees se produce pulpa para papel debido a que contienen 7.5% de celulosa, y la longitud de sus fibras alcanza los 3.6 mm (Yuming *et al* 2004). En Filipinas se obtiene la pulpa para el papel de *Bambusa multiplex* (Lour.) Raeusch. ex Schult. & Schult f, que tiene fibras de 1.36mm de longitud, en Myanmar la especie más importante para extraer esta materia prima es la *B. polymorfa*, sus fibras miden 2.4 mm (Dransfield y Widjaja 1995). En el continente africano, la única especie que destaca es la *Oxylenanthera abyssinica* (Embaye *et al* 2003).

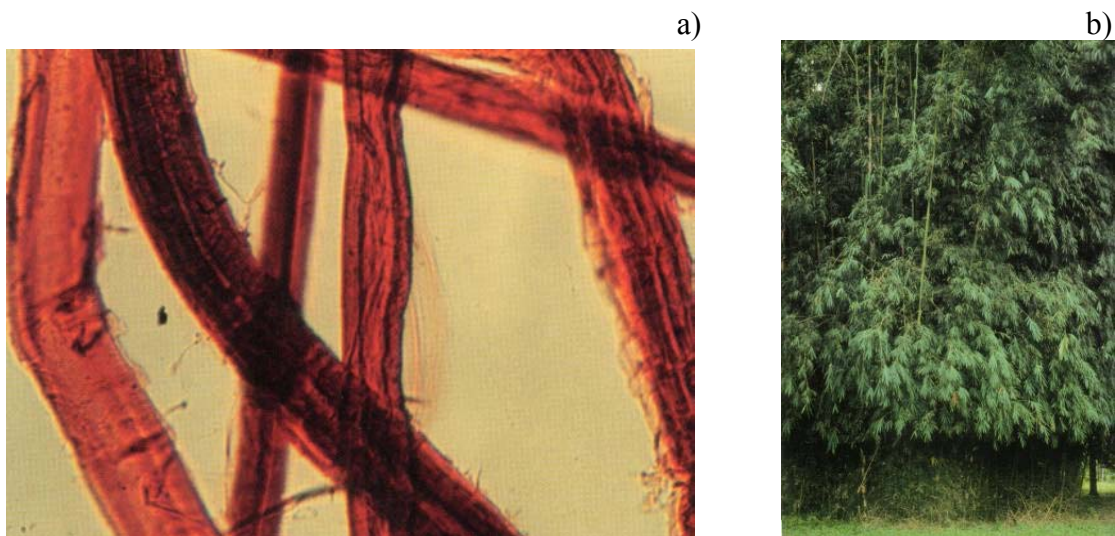


Figura 23. a) Fibras de *Melocanna baccifera* (Roxb.) Kurz vistas al microscopio.
 b) Plantación de *Melocanna baccifera* (Roxb.) Kurz (Escalante *et al* 1998).

3.4. Medicinal

Las diferentes especies de bambú han sido empleadas en la medicina tradicional de varias naciones de Asia desde épocas remotas (Yela 1994). En China, las especies del género *Phyllostachys* Siebold & Zucc. son las más utilizadas; por ejemplo, con las hojas de *Ph. glauca* McClure se trata la pulmonía, y para remediar la tos y la inflamación de garganta lo hacen con savia de los brotes de *Ph. heterocycla* cv. *pubescens*. Con el rizoma de *Ph. nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro se prepara una bebida contra enfermedades del riñón, y con la cubierta del tallo una infusión antipirética. Después de la caída natural de las vainas de *Ph. pubescens* Mazel ex J. Houz los culmos están cubiertos por una película de polvo rica en hormonas, a este polvillo se le llama pruina y se le atribuye la virtud medicinal de activar la cicatrización de las llagas. Con las cenizas de *Sinocalamus affinis* (Rendle) McClure curan el salpullido (Yela 1994, Crouzet 1998, Yuming *et al* 2004).

En Sudamérica, con la cocción de los tallos tiernos de *Guadua angustifolia* Kunth se prepara un medicamento para tratar la epilepsia y con sus hojas una infusión que disuelve coágulos sanguíneos. También se extrae a los cañutos un líquido que se usa como diurético (Cruz 1994, Yela 1994); con sus raíces pulverizadas mezcladas con agua, se remedian dolores

de cuerpo y cabeza. Además, con la pubescencia de las hojas de esta especie, se prepara veneno (Judziewicz *et al* 1999). El agua de los entrenudos de *Rhipidocladum harmonicum* (Parodi) McClure es usado en Nariño Colombia, para curar enfermedades del riñón (Judziewicz *et al* 1999).

Actualmente existen grageas o cápsulas a base del exudado que se obtiene de los nudos de los tallos, que debido a su gran cantidad de silicio estimula la síntesis de colágeno por el tejido óseo y conjuntivo, lo que facilita la reconstrucción del cartílago destruido por la artrosis. Este medicamento se emplea en el tratamiento para la osteoporosis (Austin *et al* 1981, Yela 1994, Naturamedic 2005). Se ha descubierto recientemente que las hojas de individuos del género *Sasa*, tienen propiedades anticancerígenas en seres humanos (Yela 1994).

3.5. Conservación

Se ha observado que el bambú es útil en plantaciones con propósitos de conservación edáfica (Francis 2004), pues se le considera un generador de efectos protectores del suelo (Cruz 1994). Lo anterior, se le atribuye a su sistema de raíces y rizomas que favorecen la cohesión de partículas coloidales del suelo (especialmente los de tipo paquimorfo o simpodial); de esta forma, se favorece la estructura del suelo y evita con ello su erosión (Austin *et al* 1981, Cruz 1994, Judziewicz *et al* 1999). Además, es el vegetal que más produce oxígeno, hasta cuatro veces mayor a la de cualquier otra planta (Ruíz 1999). En las últimas décadas se ha observado que las plantaciones de bambú sirven también como grandes sistemas captadores de carbono (Castañeda *et al* 2005).

En Asia, se emplea como controlador de la erosión, por ejemplo *Bambusa tulda* Roxb., favorece mejores resultados, debido a que el 80 de la masa de sus raíces se concentra en los primeros 30 cm del suelo, y retiene favorablemente las partículas del suelo y aporta grandes cantidades de hojarasca hasta 120 cm en una estación (Austin *et al* 1981). En Colombia, la

Guadua angustifolia Kunth es usada frecuentemente para reforestar las áreas degradadas por prácticas agrícolas, debido al continuo aporte que hace de grandes cantidades de hojarasca que se convierten en materia orgánica, se mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos (Cruz 1994). Se ha comprobado que esta especie puede captar hasta 9 toneladas de dióxido de carbono por hectárea al año (Espinosa 2004). Para la estabilización de los taludes y orillas de corrientes de agua, en el sur de Asia emplean la especie *Pleioblastus fortunei variegata* (Van Houtte) Nakai. (Crouzet 1998). En Puerto Rico se planta para proteger suelos de laderas y riberas de los ríos la *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl. Con la especie *Nastus chusque* Kunth se controla la erosión y se estabilizan los suelos de las laderas que han sido cultivadas y abandonadas en los Andes de Chile (Judzicwicz *et al* 1999).

En Etiopía, la *Oxylenantha abyssínica* desempeña un papel importante en el mejoramiento ambiental. Se han obtenido excelentes resultados en la conservación y mejoramiento del suelo gracias a su rápido crecimiento y a la facilidad que posee para adaptarse a sitios en condiciones de baja calidad edáfica; por lo que se le considera en esta nación africana como uno de los recursos más valiosos por su alto potencial en la restauración ecológica del paisaje (Embaye *et al* 2003). En el oeste de la isla de Java en Indonesia, las especies *Gigantochloa atter* (Hassk.) Kurz, *Gig. apus* (Schult. & Schult. f.) Kurz, *Gig. verticillata* (Willd.) Munro y *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl se emplean bajo un sistema de cultivo tradicional de manejo agroforestal sostenible conocido como “Talun-kebun”. En esta práctica son alternados en secuencia períodos de cultivo para producir alimentos, por medio de árboles frutales como el mango; y material para construcción o leña por medio del bambú. La productividad del sitio se mantiene principalmente gracias a estas especies, donde su función principal además de obtener un producto sustituto de la madera, es el aporte de materia orgánica al suelo y por lo tanto de sus nutrientes (Christanty *et al* 1996).

También se pueden hacer barreras rompevientos debido a la flexibilidad y resistencia de sus tallos (Cruz 1994, Francis 2004), a este respecto destacan *Bambusa blumeana* Schult. & Schult. f., *Phyllostachys bissetii* McClure, *Ph. humilis* Muroi, y *Ph. aurea* Riverè & C. Riverè, esta última sembrada en Costa Rica (Dransfield y Widjaja 1995, Montiel 1998) (figura 24).



Figura 24. Barrera rompeviento de *Phyllostachys aurea* en Costa Rica (Montiel 1998).

3.6. Religioso y Cultural

El bambú ha sido utilizado desde tiempos muy remotos por las diferentes culturas principalmente en Asia, como objeto de inspiración de pinturas, canciones y leyendas (Dransfield y Widjaja 1995). Una costumbre muy antigua que se mantiene en países como India, China, y Japón es la de cortar el cordón umbilical del recién nacido con un cuchillo de bambú. Una tradición similar es practicada por los habitantes musulmanes de Indonesia y Malasia que utilizan un cuchillo de bambú para circuncidar a los varones (op. cit.). Las vestiduras de los nobles en la antigua sociedad japonesa eran elaboradas con especies de bambú de culmos delgados (Austin *et al* 1981) (figura 25).

En el norte de Bali, durante las ceremonias budistas tradicionales se emplea *Schizostachyum brachycladum* (Kurz ex Munro) Kurz que es una variedad color amarillo, porque este color es sagrado para el Hinduismo (Dransfield y Widjaja 1995). Al sur de China

también la *Bambusa multiplex* (Lour.) Raeusch. ex Schult. & Schult. f y *B. ventricosa* McClure están asociadas a cultos religiosos en los templos Budistas (Yuming *et al* 2004). A la especie *Phyllostachys pubescens heterocycla* (Carrière) J. Houz. se le atribuyen poderes mágicos por lo que se quema con incienso en las capillas (Crouzet 1998). En algunos países de Asia en los culmos del género *Dendrocalamus* Nees se labran motivos religiosos (Austin *et al* 1981) (figura 26). Las flechas de los habitantes de Papúa en Indonesia están hechas con especies del género *Schizostachyum* Nees (Dransfield y Widjaja 1995).

En la Sierra Nevada de Santa Marta en el norte de Colombia, los culmos de especies del género *Chusquea* Kunth son el combustible en los rituales ceremoniales de las comunidades indígenas Arhuaco (Judziewicz *et al* 1999).

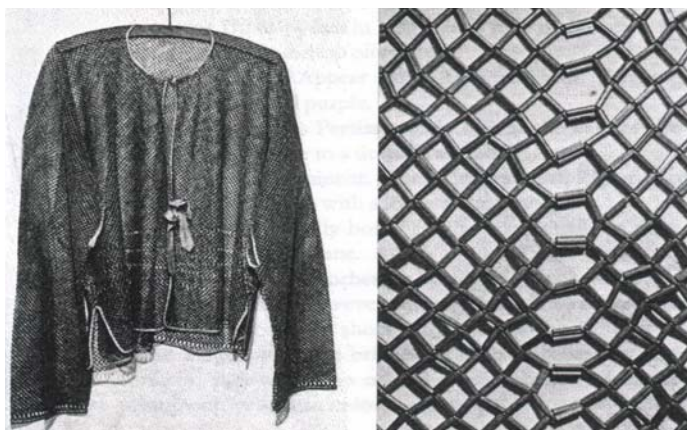


Figura 25. Antigua vestidura de un personaje de la nobleza japonesa (Austin *et al* 1981).



Figura 26. Culmo labrado con motivos religiosos (Austin *et al* 1981).

3.7. Ornamental

Algunas especies por tener características diferentes al resto de las especies se les considera bellas estéticamente o raras, y se emplean para ornato. Por ejemplo las cañas de las especies del género *Chimonobambusa* Makino que son cuadradas, y la *Bambusa multiplex* (Lour.) Raeusch. ex Schult. & Schult. f, *Bambusa tulda* Roxb que posee hojas demasiado pequeñas (Yuming *et al* 2004). Los nudos de la parte inferior de *Phyllostachys edulis* (Carrière) J. Houz presentan un arreglo de zig-zag, por lo que los entrenudos simulan el caparazón de una tortuga o cara de buda (Guillén 1995) (figura 27 a).

Por las tonalidades amarillo-dorado de los culmos destacan la *Bambusa vulgaris v. vittata* Riverè & C. Riverè, y *Phyllostachys aurea* Riverè & C. Riverè (Francis 2004, Yuming *et al* 2004) (figura 27 b). La *Ph. nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro es de las más admiradas por tener culmos negros (Briones y Rosas 1989) (figura 27 c). En Colombia, los rizomas de la *Guadua angustifolia* Kunth son colocados en parques infantiles como decoración debido a que su forma semeja a la de un caimán (Cruz 1994). En Estados Unidos *B. textiles* McClure y *B. oldhamii* Munro son consideradas para ornato (Vela 1976). En jardinería, las especies de rizomas simpodial o paquimorfo se siembran en patios de dimensiones pequeñas, ya que el tipo monopodial se extiende como césped. Para jardines amplios se plantan *Ph. dulces* McClure y *Ph. vivax* McClure pues además de crecer rápido toleran muy bien las bajas temperaturas (Rect y Wetterweld sa). Las especies *Ph. nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro, *Ph. aurea* Riverè & C. Riverè *B. multiplex* (Lour.) Raeusch. ex Schult. & Schult. f. y *Bambusa tulda* Roxb, pueden ser sometidas bajo la arte-técnica japonesa (Bonsái), la cual consiste principalmente en retirar la vaina que protege el entrenudo, con lo que se detiene el crecimiento de la planta y sirve para crear ejemplares miniatura, los cuales adquieren un valor sumamente alto en el mercado (Austin *et al* 1981, Crouzet 1998).

En varios países europeos las especies de los géneros *Phyllostachys* Siebold & Zucc.y *Sasa* Makino & Shibata son muy empleadas para crear setos y follajes en parques y jardines ya sean monoespecíficos o compuestos por varias especies de diferentes tamaños, debido a que resisten temperaturas bajo cero, sobre todo las del segundo que sobreviven a las nevadas (figura 27 d, e). En Francia se creó especialmente el parque Prafrance, un bosque de bambú, para poder admirar estas plantas (Crouzet 1998).

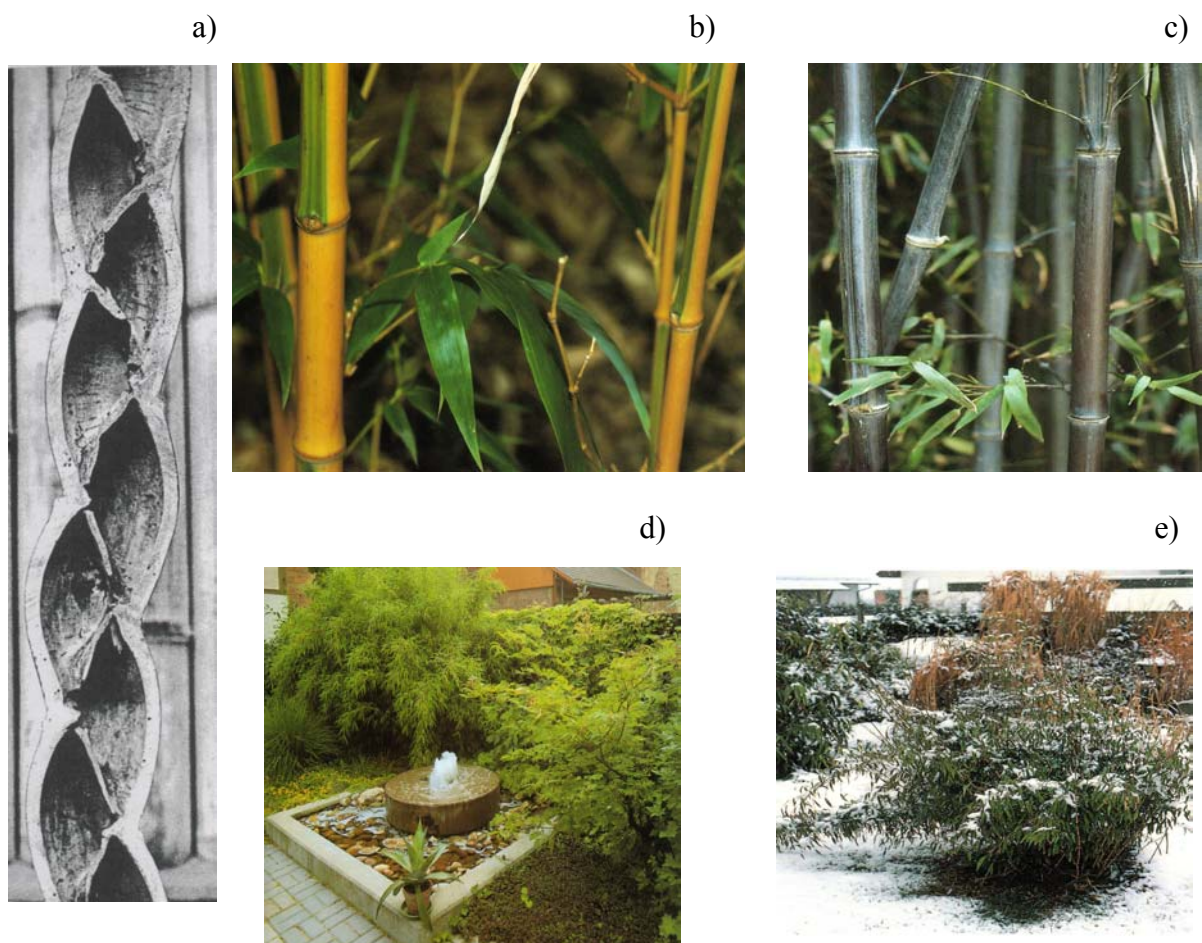


Figura 27. Bambúes de ornato. a) *Phyllostachys edulis* (Carrière) J. Houz, b) *Ph. nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro, c) *Bambusa vulgaris* var. *vittata* Riverè & C. Riverè. d) Jardines decorados con bambú. e) *Sasa* spp en jardín con nieve (Austin *et al* 1981).

3.8. Artesanal

El bambú es un material flexible y ligero pero resistente, puede separarse o dividirse longitudinalmente en tiras en una sola dirección, por lo que uno de los usos más frecuentes y antiguos es en cestería (Austin *et al* 1981) (figura 28). Generalmente se utilizan los tallos menores a 2 años por su gran maleabilidad (SEP-FONART 1985).



Figura 28. Culmo de un bambú separado en tiras (Rect y Wetterweld sa).

En el este y sureste asiático por sus delgados culmos y estrechas paredes, con *Gigantochloa apus* (Schult. & Schult. f.) Kurz, *G. scortechinii* Gamble, *Schizostachyum zollingeri* Steud, y *Phyllostachys vivax*, se hacen canastas, ya que sus tallos son fáciles de separar en tiras. Al sur de China *Bambusa textiles* McClure es utilizada por su suave textura y largas fibras, para tejer canastas, cortinas y sombreros (Yuming *et al* 2004). Estas canastas tejidas con bambú tienen preferencia sobre las de plástico porque así la fruta y verdura pueden “respirar” (Dransfield y Widjaja 1995, Crouzet 1998). En Sudamérica se prefieren las especies de los géneros *Arthrotylidium* Ruprecht, *Aulonemia* Goudot y *Chusquea* Kunth para cestería debido a la flexibilidad de sus culmos (Judziewicz *et al* 1999) (figura 29).



a)



b)

Figura 29. Cestería hecha con bambú en Sudamérica
a) Canastas de *Chusquea* spp en Ecuador. b) Soplador de *Aulonemia queko* Goudot en Colombia (Judziewicz *et al* 1999).

Existe una gran variedad de productos que también se fabrican con las diferentes partes del bambú. En China se emplean principalmente especies del género *Phyllostachys* Siebold & Zucc., algunos ejemplos son los siguientes *Ph. decora* McClure, y *Ph. aurea* Riverè & C. Riverè que son empleadas como cañas de pescar y para armazones de bicicletas (Vela 1976, Yuming *et al* 2004). Los tallos de las especies *Ph. nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro y *Ph. aurea* Riverè & C. Riverè también se usan como mangos de las sombrillas y para bastones (Dransfield y Widjaja 1995).

Con las cañas divididas en laminillas de *Ph. parvifolia* C.D. Chu & H. Y. Chou se hacen manteles (Crouzet 1998), y con *Fargesia yunnanensis* J. R. Xue & T.P. Yi se manufacturan sombrillas y pipas (Yuming *et al* 2004).

Existen especies como la *Guadua angustifolia* Kunth y *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl con las cuales se fabrican diversos artículos domésticos como saleros, vasos, platos, posillos y juguetes, además de portadocumentos, maceteros, percianas, ganchos para colgar ropa, incluso juegos infantiles para jardín, etc (Cruz 1994, Francis 2004) (figura 30).

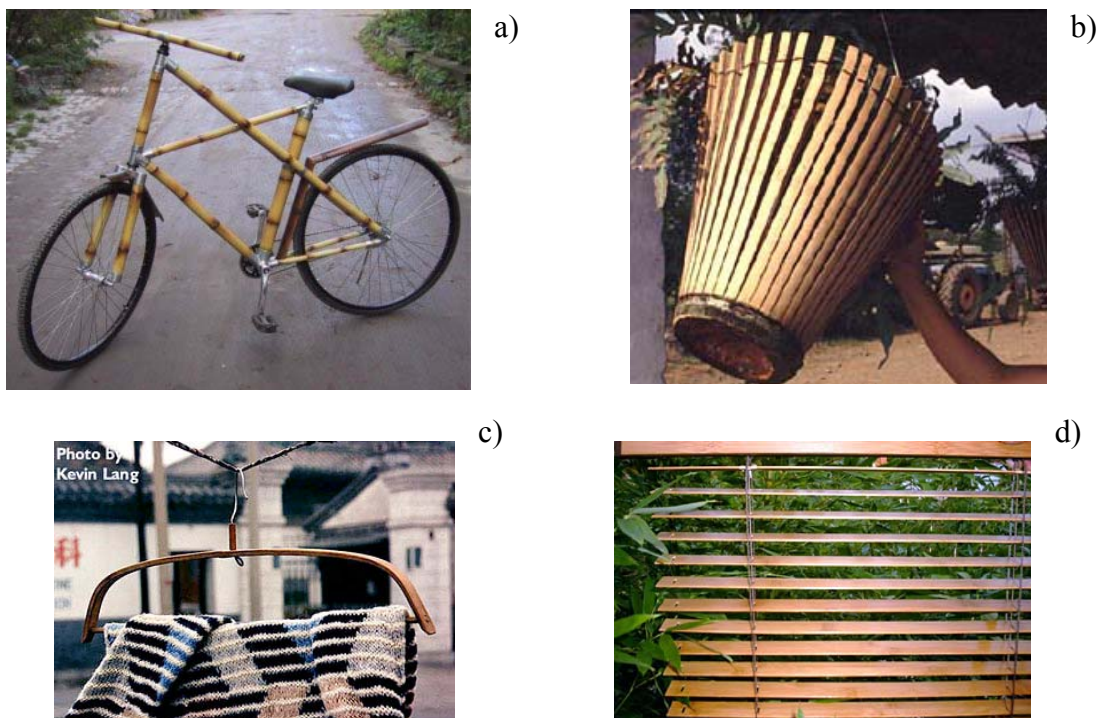


Figura 30. Diversos objetos fabricados con bambú a) Bicicleta b) Macetero c) Gancho para ropa d) Persiana e) Jarra y vasos f) Tablas para picar alimentos g) Platos decorativos h) Porta documentos i) Juguetes j) Cerca para jardín k) Juegos infantiles (Judziewicz *et al* 1999, Star bamboo company 2004)



e)



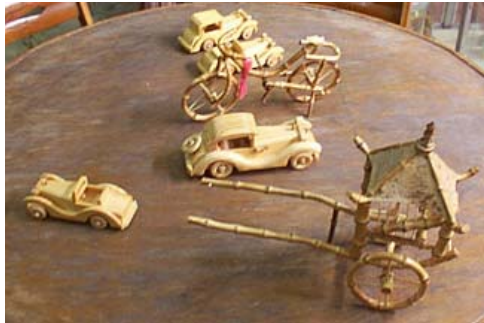
f)



g)



h)



i)



j)



k)

Figura 30. continuación

Asimismo, para instrumentos musicales como flautas y flautines se emplean los delgados tallos de *Ph. bambusoides fo. lacrima-deae* Keng f. & T. H. Wen y *Pleioblastus hindis* (Munro) Nakai, debido a que presentan un espacio mayor entre los nudos y externamente estos son poco salientes; la superficie del culmo de estas especies resulta muy estética. También se utilizan para tambores, y por las dimensiones y capacidad del tallo se ocupa *Dendrocalamus sinicus* L.C. Chía & J. L. Sun (Crouzet 1998, Yuming *et al* 2004). En Latinoamérica, existe una gran diversidad de instrumentos musicales de viento, cuerda y percusiones hechos a partir de especies de bambú: la *quena*, *pingullo*, y la *tunda*, son flautas y trompetas fabricadas a partir de de segmentos de culmo de *Aulonemia queko* Goudot, que presenta un largo internudo basal (hasta de 2 metros), esta característica permite elaborar dichos instrumentos, otras especies utilizadas son *Rhipidocladum harmonicum* (Parodi) McClure y *Guadua angustifolia* Kunth para crear batacas, maracas y marimbas (Judziewicz *et al* 1999) (figura 31).



Figura 31. Marimba hecha a base de *Guadua angustifolia* Kunth en Ecuador (Judziewicz *et al* 1999).

3.9. Muebles y pisos

El bambú es la única planta cuyo tallo puede moldearse longitudinalmente o transversalmente por medios artificiales, al aplicarse calor y con la ayuda de moldes de madera o metálicos. Debido a lo anterior adquiere la forma deseada (rectangular, redonda,

etc). Actualmente, se cuenta con un mayor número de materiales para acabados que evitan que el mueble sea atacado por insectos y tengan así una duración mayor. Es posible también crear nuevas texturas y apariencias pues es compresible hasta llegar a formar laminados.

En el este y sureste de Asia las especies más empleadas para fabricar todo tipo de muebles tanto para casa como oficina y restaurantes son *Gigantochloa atrovioleacea* Widjaja y *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne, debido a la rectitud y suavidad de sus culmos (Dransfield y Widjaja 1995). En el sureste de China y Filipinas se prefiere *Bambusa blumeana* Schult. & Schult. f. por la solidez del culmo. Los pisos laminados se elaboran principalmente con *D. membranaceus* Munro, *D. sinicus* L.C. Chía & J. L. Sun, y *D. giganteus* Wall. ex Munro (Yuming *et al* 2004). En Colombia se fabrican muebles principalmente a partir de las especie *Guadua angustifolia* Kunth y *Phyllostachys aurea* Riverè & C. Riverè, esta última introducida de Asia (Judziewicz *et al* 1999) (figura 32).



Figura 32. a)-e) Diversos estilos y acabados en sillas f) Juego de comedor g) Mobiliario para restaurant h)-j) Mobiliario para oficina k)-n) Pisos laminados de bambú (Star Bamboo Company 2005).

f)



g)



h)



i)



j)



Figura 32. Continuación

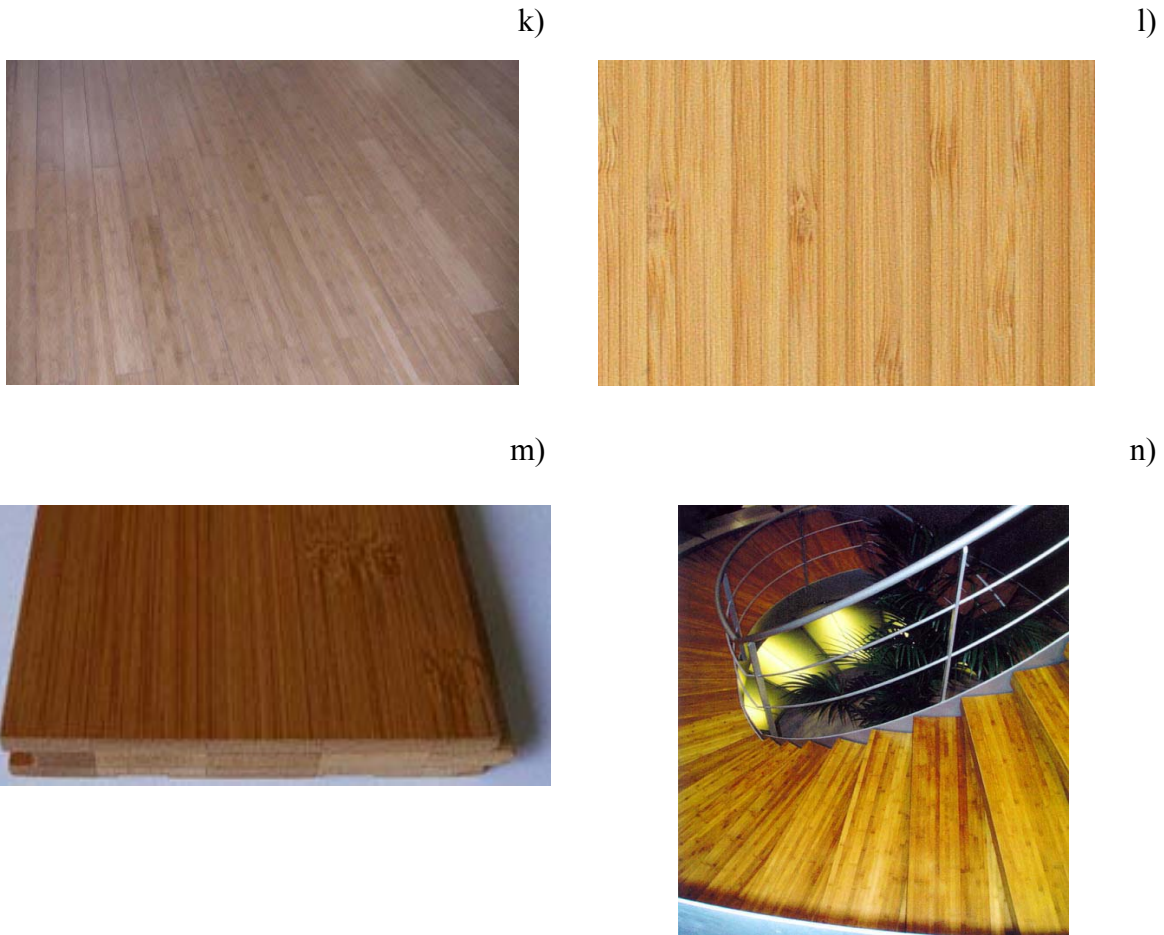


Figura 32. Continuación

3.10. Otros usos

En el sureste de Asia los culmos más viejos de la *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl y *B. blumeana* Schult. & Schult. f se emplean como leña (Francis 2004, Dransfield y Widjaja 1995), al igual que los culmos secos de las especies del género *Guadua* Kunth en Suramérica (Judziewicz *et al* 1999). Con las raíces que se encuentran insertadas profundamente en los entrenudos de la base del culmo de la *Phyllostachys pubescens* Mazel es J. Houz se fabrican cepillos con una solidez extraordinaria. Con los culmos de la especie *Ph. propinqua* McClure por ser tan resistentes se hacen mangos para herramientas (Crouzet 1998). En Colombia y Ecuador con *Rhipidocladum racemiflorum* (Steud.) McClure y *Guadua angustifolia* Kunth, se construyen los soportes para los juegos pirotécnicos (Judziewicz *et al*

1999), mientras que los culmos de las especies de *Chusquea* Kunth se utilizan para cohetes (Vela 1976).

En Centroamérica los culmos de *B. vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl cumplen la función de tutelar en el cultivo de vegetales y frutos tropicales (McClure 1993). En China y Japón las vainas duras y fibrosas se utilizan para hacer sandalias o envolver regalos incluso alimentos. Con *Ph. nidularia* Munro se hacen carnadas para pesca, debido a que el olor que desprende atrae a las gambas (Crouzet 1998). Los culmos de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne se utilizan como contenedores de agua o jugo de palma. Para los palitos de la comida oriental, se emplean *B. blumeana* Schult. & Schult. f, *B. bambos* (L.) Voss y *Gigantochloa scortechinii* Gamble (Crouzet 1998). De la *B. vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl que contiene entre 20 y 25% de almidón se obtiene alcohol por medio de la destilación (Lechuga 2001). El ingeniero químico Eduardo Villavicencio tiene la patente mundial de la producción de esta sustancia (Ruíz 1999). También el extracto de esta la especie se emplea como ingrediente de los antitranspirantes y otros productos en cosmetología.

Actualmente, se está desarrollando un proyecto conjunto entre la Fundación Chile, la Universidad Austral de ese mismo país, INFOR y empresas privadas titulado “Desarrollo Integral del uso de las *Bambusaceas* autóctonas e introducidas”, donde se lleva a cabo la investigación “carbón de bambú y productos derivados, desarrollo tecnológico y comercial”, donde se intenta obtener provecho de la facultad de “adsorción” del carbón de bambú, que le da ventajas comparativas respecto a otros materiales por la alta porosidad que tiene, llegando a una superficie de adsorción de 2500 mm² por gramo de carbón que representa casi el doble que otros materiales. Los experimentos se obtuvieron a partir de especies del género *Chusquea* Kunth. De la carbonización de estos bambúes se pueden obtener adicionalmente compuestos químicos útiles para desarrollar medicinas e insecticidas (Red Chilena del Bambú. 2005).

4. ESPECIES INTRODUCIDAS

La introducción de organismos a sitios lejanos de su lugar de origen ha sido una práctica común en la historia de la humanidad. Generalmente, los grandes movimientos colonizadores y el intercambio comercial han favorecido el traslado de especies vegetales y animales útiles para el ser humano (Espinosa 2002). La mayoría de los productos agrícolas que actualmente son la base de la alimentación moderna provienen de distintas partes del mundo. Por ejemplo, las especies de cítricos que hoy en día son cultivados en Europa, fueron introducidos a esta zona durante la edad media por los musulmanes desde el sur de China a través del Norte de África y la Península Ibérica (Ramón 2003) (figura 33).

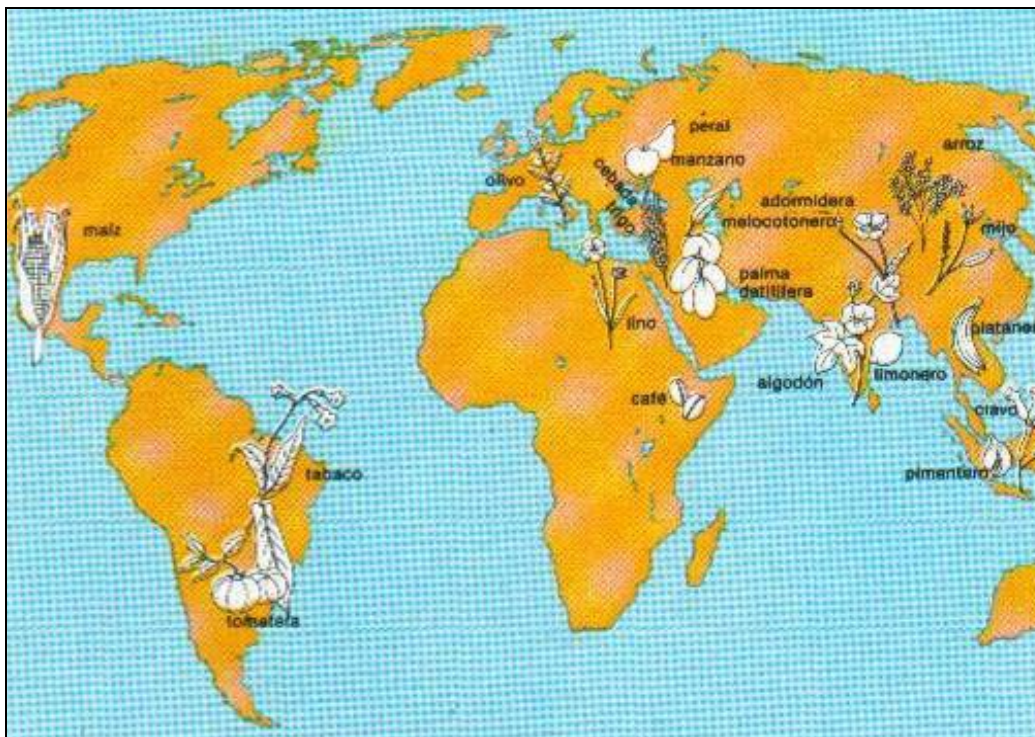


Figura 33. Centros de origen de las principales plantas utilizadas por el ser humano en forma de cultivo (Grijalbo 1981).

Los organismos que habitan en sitios donde no se originaron ni evolucionaron reciben el nombre de especies introducidas o exóticas (Orozco y Vázquez 1993). Las gran mayoría de las especies vegetales exóticas no son dañinas, se adaptan a su nuevo territorio, y se incorporan a las comunidades vegetales existentes sin causar mayores problemas para las

especies nativas, incluso en algunos sitios llegan a incrementar la diversidad (Lavoie *et al* 2003). Además de ser utilizadas en la producción forestal o agrícola, también se emplean frecuentemente en la restauración ecológica, asimismo en casos donde las especies autóctonas son tecnológicamente inapropiadas para las exigencias de una industria determinada, o cuando no existe especie nativa totalmente satisfactoria para establecerse en las áreas degradadas. Por ejemplo, en las Islas Marianas del Norte *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit se introdujo con fines de control de erosión del suelo. Además de cumplir esta función donde se obtuvieron excelentes resultados, favoreció la protección de una especie nativa en peligro de extinción: el ruiseñor *Acrocephala lusciniya lusciniya* al imitar el ambiente de humedales donde habita esta ave (D'Antonio y Meyerson 2002).

Sin embargo, entre el 1 y el 5% de las especies de plantas que son introducidas en nuevos ecosistemas causan severos problemas, a estas especies se les conoce como invasoras (Espinosa 2002, Daehler 2003). Actualmente, las invasiones biológicas son consideradas como la segunda causa de extinción de especies nativas, seguida de la destrucción de los ecosistemas. La invasión biológica de las especies además de ser un problema ecológico, tiene implicaciones en las economías de los Estados (op. cit.). Por ejemplo, los costos asociados al control de especies invasoras en Estados Unidos se estiman en 145 millones de dólares al año (Lavoie *et al* 2003). El desplazamiento de las especies nativas por la colonización de un nuevo organismo, es originada por uno o varios factores en conjunto, entre los que destacan el grado de perturbación del ecosistema receptor; porque la velocidad de invasión es más rápida en tierras o ambientes fragmentados y en territorios insulares (Sakai *et al* 2001). Otro factor determinante se relaciona con las características biológicas de la planta, basadas primordialmente en su historia de vida que favorecen el comportamiento invasor. Orozco y Vázquez (1993), Espinosa y Sarukhán (1997) Sakai *et al.* (2001) y Daehler (2003) mencionan que la mayoría de las especies invasoras presentan las siguientes características:

producción continua y en abundancia de semillas de gran longevidad y capaces de resistir la digestión de rumiantes; eficientes mecanismos de dispersión (polinización por viento o por polinizadores muy poco específicos); requerimientos de germinación que puedan cumplirse en ambientes diferentes (fenología plástica); capacidad de hibridación, autofecundación (flores hermafroditas), floración abundante y temprana, crecimiento rápido desde la fase vegetativa hasta la floración, ciclo de vida corto, tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales, capacidad de reproducción vegetativa o a partir de fragmentos de la planta, resistencia al pastoreo, pisoteo fuego y otros daños mecánicos, adaptabilidad a variaciones en la disponibilidad de recursos (luz, nutrientes minerales y agua), alteran los ciclos químicos (fijan nitrógeno en lugares que son pobres de nitrógeno). Además, debido a que la presencia de especies invasoras no es el resultado de cientos de años de evolución, la falta de enemigos naturales (depredadores) que controlen las poblaciones provoca que el potencial de invasión en los nuevos ambientes sea ilimitado (Hierro *et al* 2005).

En México, existen algunos casos de especies invasoras como *Pennisetum clandestinum*, o “pasto kikuyo”, que sustituye a los pastizales amacollados en los parques nacionales del Eje Neovolcánico (Vibrans 2004). Otro ejemplo, el *Cenchrus ciliaris* L. o “zacate buffel”, nativo de las regiones áridas de África, Oriente medio y Asia tropical, que desde principios del siglo XIX fue utilizado como zacate de pastura en Texas y se ha fomentado su uso como pasto forrajero en nuestro país. Esta especie forma densos lotes que impiden el establecimiento de las especies nativas, por lo que esta considerado como una amenaza para el Desierto Sonorense (Chambers y Hawkins sa) en Soberón *et al* 2004. Un ejemplo más es el árbol conocido como pirú (*Schinus molle* L.), nativo de las laderas de las cordilleras de Perú, donde crece como un árbol pequeño principalmente a lo largo de los cursos de agua y entre los 2,300 y 3,000 msnm. Este árbol fue traído a México alrededor de 1550 durante el Virreinato con el fin de obtener productos medicinales. El éxito del pirú en el

Valle de México se atribuye a la dispersión de sus semillas por las aves que ingieren los frutos de esta especie y posteriormente desechan la semilla sin daño alguno. La mayoría de las ocasiones después de germinar y establecerse, el pirú termina por eliminar al árbol bajo cuyas ramas cayeron y germinaron sus semillas. En la carretera México–Pachuca, el pirú ha prosperado más que las yucas nativas junto a las que fue sembrado. Esta especie se dispersó tan rápido que en la década de 1570 estaba tan ampliamente distribuida que parecía nativa. Posiblemente el pirú fue favorecido por la deforestación de los bosques nativos formados originalmente por encinos y pinos en las partes más húmedas y mezquites en las más secas. Sus frutos comestibles para ciertas aves han traído consecuencia en el aumento de las poblaciones que lo consumen y la disminución de otras que no lo utilizan (Orozco y Vázquez 1993).

En el manejo, traslado y reubicación de plantas nativas siempre existirá un riesgo fitosanitario, que en algunos casos puede traer pérdidas económicas. El ejemplo más dramático documentado sucedió en Irlanda en 1845, donde el “tizón tardío” (*Phytophthora infestans* (Montagne) de Bary de origen mexicano y la papa (*Solanum tuberosum* L.) de Sudamérica causaron la conocida hambruna irlandesa. Ambos organismos, planta y patógeno fueron introducidos por separado a Europa por el ser humano (Lozoya *et al* 2003). Un ejemplo más reciente de amenaza ecológica-económica es el de *Cactoblastis cactorum* Berg una palomilla cuya larva se alimenta de diversas especies de *Opuntia* Mill. (Cactaceae fam. Juss.). Es nativa del Sur de América y se ha utilizado como control biológico para varias especies de *Opuntia* Mill. que han invadido explosivamente Australia. Sin embargo, esta palomilla se ha dispersado y actualmente se encuentra en Estados Unidos, las Antillas, islas del Océano Índico y Sudáfrica. La invasión de *Cactoblastis cactorum* Berg se considera un verdadero peligro para las poblaciones de nopal en México donde el género *Opuntia* Mill.

tiene una importancia económica significativa ya que es una de las principales fuentes de forraje, alimento y colorantes (Soberón *et al* 2004).

Los costos de las invasiones biológicas son muy altos, tanto en términos ecológicos como económicos. El costo ecológico lo constituye la pérdida irrecuperable de especies y la degradación de los ecosistemas, (desequilibrios entre las poblaciones silvestres, cambios en la composición de especies y en la estructura trófica, desplazamiento de especies nativas, pérdida de biodiversidad, reducción de la diversidad genética). Además, de la transmisión de una gran variedad de enfermedades como plagas agrícolas y forestales que afectan y disminuyen la producción (Espinosa 2002). No obstante que la mayoría de las plantas introducidas no causan problemas al inicio de su introducción, debido a la ausencia de sus enemigos naturales el riesgo de multiplicarse rápidamente en su nuevo medio y diseminarse invadiendo varias comunidades naturales está latente, por lo anterior, el potencial de que se transforme en nociva no debe ignorarse (op. cit.).

Por todo lo anterior, resulta imprescindible evitar nuevas invasiones biológicas, lo que requiere de establecer un control y vigilancia eficiente de las especies que se introducen al país, acciones de prevención de entrada de especies potencialmente nocivas, detección y erradicación temprana de dichas especies, evaluación de los riesgos ecológicos y genéticos que implica el manejo y aprovechamiento de especies no nativas, así como establecer una mejor integración y cooperación entre sectores e instituciones para asegurar una mejor planificación estratégica (op. cit., Soberón *et al* 2004).

Una manera de llevar a cabo estas actividades es por medio del uso de herramientas tecnológicas como los modelos de predicción de la distribución de especies, lo que permite hacer pronósticos con base en los escenarios del posible comportamiento de las especies introducidas y el riesgo que implicaría su utilización (op. cit.).

5. MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

Dentro de las diversas herramientas que actualmente se utilizan en estudios biogeográficos, una de las más utilizadas son los modelos de predicción de la distribución de especies. Estos modelos son algoritmos matemáticos incluidos en programas de cómputo que ofrecen las ventajas de obtener información geográfica en diferentes escalas (desde local hasta mundial) y en ambientes tanto terrestres como marinos, acerca de la distribución de las especies de flora y fauna con una elevada resolución y precisión en lapsos breves de tiempo, lo que a su vez permite reducir los costos de este tipo de investigaciones (Hirzel *et al* 2002, Stockwell y Peterson 2002). La principal aplicación y finalidad de estos modelos es la de contribuir a resolver problemas ecológicos y biológicos a través de la detección de la relación entre las especies y el ambiente (Austin 2002). De esta manera, es posible hacer una aproximación de los requerimientos de los organismos y comprender patrones de biodiversidad con el fin de diseñar planes de conservación de las especies, prever estrategias contra especies invasoras; así como llevar a cabo estudios de los posibles escenarios de las consecuencias del cambio climático global sobre la distribución de taxas. También han sido utilizados en otras áreas de la investigación como la filogenético para reconstruir escenarios acerca de la evolución que han tenido las especies a lo largo del tiempo (Guisan y Zimmermann 2000, Anderson *et al* 2003).

Los modelos de predicción de la distribución de las especies se basan en diversos métodos: regresiones logísticas múltiples o lineales, caracterizaciones con base en la dimensión ecológica de la especie o en la medición de la distancia del espacio ecológico y algoritmos genéticos.

5.1. Algoritmos genéticos y predicción de nichos ecológicos

Los algoritmos genéticos se caracterizan por estimar la dimensión de los nichos ecológicos de las especies para predecir su distribución geográfica potencial. Reciben este nombre debido a que su estructura y procesos están basados en conceptos de genética y en la teoría de evolución de las especies por selección natural (Guisan y Zimmermann 2000, Kearney y Porter 2004, Soberón y Peterson 2005).

Los algoritmos genéticos a través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (colección de datos almacenados y analizados en un periodo de tiempo representados en mapas) (Navarro y Legorreta 1998), funcionan por medio de la introducción de datos acerca de la presencia de poblaciones de las especies en el ambiente en forma de coordenadas geográficas (latitud y longitud) (Hirzel *et al* 2002, Anderson *et al* 2003, Kearney y Porter 2004), con esta información extrapolan la asociación entre la ubicación de los puntos y la cartografía de los aspectos ambientales tanto bióticos como abióticos para crear un modelo de los requerimientos de las especies provenientes, de la revisión de las variables ambientales. El resultado final es la representación cartográfica de la distribución geográfica potencial de la especie basado en su nicho fundamental (Anderson *et al* 2003, Soberón y Peterson 2005). El nicho fundamental, se refiere al nicho ecológico que una especie podría ocupar si fuera liberada de sus competidores, depredadores y parásitos; además que fueran eliminadas las barreras geográficas que restringen su expansión. El nicho realizado es aquel que ocupa la especie, limitada por los factores antes mencionados (Kearney y Porter 2004). Dado lo anterior algunas áreas indicadas por el modelo como regiones de presencia potencial de la especie pueden ser áreas óptimas donde aún no se ha dispersado la especie, sitios ocupados por otros organismos relacionados filogenéticamente, o donde solían habitar pero se han extinguido.

5.1.1. Algoritmo genético GARP

En un estudio comparativo el algoritmo genético GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Production) arrojó los resultados más precisos en la predicción de la distribución geográfica de 10 especies de aves mexicanas debido a que presenta diversas ventajas respecto a 4 algoritmos (BioMapper, DOMAIN, Flora Map y Weights of Evidence) contra los que fue probado (Peterson y Ortega en Prensa). Dichas ventajas son: a) Permite introducir las variables ambientales (cartografía) que el estudio requiera, es decir, aunque cuenta con una propia es posible ingresar diversas temáticas bajo una misma escala (tan detalladas como local y regional hasta generales: nacional, continental y mundial). b) Como parte de los resultados despliega una matriz de confusión donde están tabulados las proporciones de los tipos de eventos incorrectos del modelo también conocidos como falso negativo (error de omisión) y falso positivo que hacen referencia a una subpredicción y sobrepredicción respectivamente. Con lo anterior es posible realizar una estadística para seleccionar los mejores modelos. c) Se trabaja únicamente con datos de presencia de especies. d) Aplica diferentes tipos de reglas en un solo modelo e) Su versión de escritorio (Desktop Garp) funciona en computadoras personales y estaciones de trabajo en un ambiente de Windows, lo que permite simplificar el manejo de datos con programas de la paquetería de Office. f) La interfase para acceder los datos es sencilla de manejar g) Es un software para el público en general (se puede obtener de manera gratuita de su sitio Web). h) Existe una gran cantidad de información disponible acerca del programa (Peterson y Ortega en prensa, DesktopGarp. 2005).

GARP fue diseñado originalmente por David Stockwell en el San Digo Supercomputer Center. Ha sido empleado frecuentemente en investigaciones dirigidas a la conservación tanto de flora como fauna silvestre de manera conjunta. Algunos estudios de caso que han empleado GARP son: la predicción de la distribución de 11 especies de aves de

Goerck *et al* (en prensa) para determinar el impacto de la pérdida de selvas y establecimiento de áreas de conservación en la Costa del Atlántico sur en Brasil, Determinar la composición de especies en una comunidad de aves de Feria y Peterson (2002) en las selvas caducifolias de la Cuenca del Balsas en el Suroeste de México. Medición de los efectos de la estructura y composición del paisaje de un bosque de pino (*Dendroica pinus*) en la presencia de especies de aves en la región de las Grandes Lagos del Norte América de Gilboy (en prensa).

Debido a esta conjunción de la construcción de modelos por medio de la utilización de SIG, los resultados que se obtienen cartográficamente permiten realizar otro tipo de estudios como la planeación para el manejo de recursos naturales en diversas escalas (Galicia com. per) así como para el diseño de rutas de colecta para búsqueda de ejemplares (Pale com. pers.).

GARP funciona de manera interactiva para encontrar las correlaciones entre la presencia de las especies y el valor de los parámetros ambientales, por medio de 4 tipos de reglas o sub-algoritmos: atómica, BIOCLIM, de alcance y Logit, con el que se crean a su vez reglas que se conjuntan por el método de probabilidad y lógica para su incorporación o eliminación en la construcción del modelo. Posteriormente son optimizadas mediante el algoritmo genético dando como resultado un conjunto heterogéneo de 20-50 reglas en el que se describen la distribución ecológica de una especie.

5.1.1.1. Reglas utilizadas por GARP

Las reglas que usa GARP son: a) Atómica. Es la menos compleja debido a que utiliza sólo un valor de la variable para formar una precondition de la regla. Ejemplo: “Si el promedio anual de temperatura es 23°C y el tipo de geología es 4, por lo tanto la especie está presente”.

b) BIOCLIM. Está basada en el modelo usado por el programa BIOCLIM que predice el rango de tolerancias de la especie de acuerdo con la distribución que presenta. A diferencia de la atómica toma un rango de valores. A través de la negación de la regla se obtiene las áreas

de ausencia de la especie. Ejemplo: “Si el promedio anual de temperatura es mayor de 23°C y menor o igual a 29°C...”. c) De alcance. Consiste en una generalización de la regla BIOCLIM donde un número de variables son consideradas como irrelevantes para construir la regla. Cuando se aplica esta regla a variables indefinidas que son inconsistentes toman estas hasta que la precondition sea óptima. d) Logit. Es una adaptación de las reglas de los modelos de regresión logística. Una regresión logística es una forma de ecuación de regresión donde la salida es transformada en una probabilidad. Si el resultado es >0.75 se utiliza en el modelo.

5.1.1.2. Desventajas y Ajustes

Se ha considerado como desventajas: a) El hecho de que GARP no funciona en Windows 95 o 98 primera edición o en sistemas operativos como Mac OS, Linux, Solaris o Unix (Gómez com. per.). b) Aunque es un software gratuito no es un software libre, por lo tanto no se tiene acceso al código fuente el cual permite conocer el funcionamiento del proceso interno del programa para hacerle adaptaciones, modificaciones o mejoras de acuerdo a las necesidades del investigador y con ello perfeccionar la predicción. (Zavala com. per.) c) Debido a la flexibilidad en el ingreso de datos al programa con los que se construye el modelo, es decir, no existe ningún tipo de restricción en cuanto a un número mínimo de puntos requeridos de presencia de la especie para el funcionamiento del programa; se pueden obtener resultados poco confiables como la sobre predicción de áreas donde puede estar la especie. Por lo anterior es necesario llevar a cabo un diseño previo para planear la estrategia en el que se tomen en cuenta los objetivos de la investigación, el número de registros con los que se cuenta de la especie y la escala geográfica, para optimizar las funciones del GARP y obtener resultados óptimos (Anderson *et al* 2003, Ocaña com. per.).

1.3. Objetivos

Objetivo general

Efectuar una revisión y evaluación de las especies nativas e introducidas de bambú en México, bajo una perspectiva biológica, ecológica, geográfica y económica; que permita identificar las principales ventajas que ofrece cada especie como recurso alternativo.

Objetivos particulares

1. Identificar las características biológicas, y los requerimientos ecológicos de las especies nativas e introducidas de bambú en México, que permitan conocer su potencial de aplicación.
2. Modelar la distribución potencial de las especies nativas e introducidas de bambú en México, y analizar los alcances y ventajas que presenta cada grupo de especies bajo dichos escenarios.
3. Discutir la viabilidad de las especies de bambú en México como alternativa de manejo.

6. METODOLOGÍA

6.1. Metodología utilizada para el análisis de El bambú en México

Para llevar a cabo el análisis del apartado “El bambú en México” y la elaboración de las gráficas del mismo, se construyó una base de datos de 887 registros. Se utilizó el criterio de autores como: Lebbie y Guries (2002), Peters *et al* (2002), Ross y Molina (2002), Vela (1976), Yela (1994) y Yuming *et al* (2004) para el diseño de los 44 campos que conforman dicha base. Debido a que no se contó con registros de herbario georreferenciados, para dichos análisis no fue posible incluir a las especies *Otatea glauca*, *Dendrocalamus strictus*, *Phyllostachys nigra* así como la especie *Merostachys ssp* que no está determinada taxonómicamente.

Con el fin de encontrar correlaciones entre las especies de bambú que habitan en México los análisis que se llevaron a cabo contemplando la carácter de la especie (introducida, nativa o endémica).

En el estudio de la distribución de las especies de bambú en México se consideraron los siguientes campos de la base de datos: Nombre de la especie, Distribución geográfica (presencia a nivel mundial), área geográfica de origen, carácter (introducida, nativa o endémica), Status de conservación, Tipo de vegetación, Elementos del paisaje asociados, Entidad Federativa, Municipio, Localidad, Coordenadas geográficas (latitud y longitud), Altitud, Fuente, Tolerancias ambientales (temperatura máxima y mínima, insolación, precipitación), Tipo de suelo, Especies de flora/fauna asociadas, Abundancia y Año de la colecta.

Para determinar las características biológicas y requerimientos ecológicos de cada especie se tomaron en cuenta los que se hacen referencia al: Tipo de rizoma, Forma biológica, Tipo de crecimiento, Altura promedio del tallo en metros, Diámetro promedio del tallo en

centímetros, Estructura interna del culmo, Distancia entre nudos en centímetros, Fenología, Tipo de floración, y Estado de la población posterior a la floración.

Para el estudio de la etnobotánica y etnolingüística del bambú en México se consideró de cada especie: su Nombre científico actual y Sinonimia(s), Nombre vernáculo por región, Uso local por región, y la Parte que se utiliza de la planta por región. En cuanto a los usos potenciales se utilizaron las Características particulares de cada especie, Ventajas y Desventajas para su utilización y comercialización y el Criterio de los autores: Briones y Rosas (1989), Castañeda *et al* (2005), CIICA (1998), Colmenares (2004), Cruz (1994), Escalante *et al* (1998), Espinosa (2004), Fernández (1955), Francis (2004) García (19919), Guillén (1995), Hernández (1996), Judziewicz *et al* (1999), Meouchi (1949), Montiel (1998), Mejía y Dávila (1992), Muñoz (1973), Ordóñez (1999) y Sánchez (2004).

La información que conforma la base de datos se obtuvo de la consulta de las fichas de los ejemplares colectados en México de los géneros *Aulonemia* Goudot, *Arthrostyloidium* Ruprecht, *Olmeca* Soderstrom, *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom, *Chusquea* Kunth, *Guadua* Kunth, *Rhipidocladum* McClure. *Bambusa* Schreber, *Phyllostachys* Siebold & Zucc. del Herbario Nacional de México (MEXU) en los meses de noviembre y diciembre del 2004, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) en Marzo del 2004, fichas electrónicas del Missouri Botanical Garden (MBG), Exposición “Bambúes nativos de México”, en el XVI Congreso Mexicano de Botánica del 18 al 22 de Octubre del 2004 en la Ciudad de Oaxaca, Oaxaca México, y la bibliografía de los siguientes autores: Castañeda *et al* (2005), CIICA (1998), Clark *et al* (1997), Colmenares (2004), Guzmán *et al* (1992), IB de la UNAM y MBG (1994), Martínez *et al* (1995), Ordóñez (1999), SARH y Cotecoca (1987), SEP y FONART (1985), Soderstrom (1981) y (1988), Soderstrom y Calderón (1978) y Vázquez *et al* (2004).

Cabe señalar que debido a las diversas fuentes y años de publicación los autores al hacer referencia al tipo de vegetación, manejan nomenclaturas diferentes. Por lo cual fue necesario homogenizar con base en las Guías para la interpretación cartográfica (uso de suelo) de la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP) y la Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática (1981) una lista de tipos de vegetación.

6.2. Metodología utilizada para la construcción de los modelos de distribución potencial de las especies nativas e introducidas de bambú en México

a) El programa elegido para la construcción de los modelos de distribución potencial de las especies de bambú fue Desktop Garp, el cual requiere para su funcionamiento de las coordenadas de las localidades donde habitan los organismos y un paquete de capas geográficas de información que representan los parámetros ambientales que pueden limitar la capacidad de las especies para sobrevivir (Desktop Garp 2005).

b) Los puntos de las localidades de los especímenes de las diferentes especies tanto nativas como introducidas de bambú se obtuvieron de tres fuentes principales: Fichas de los ejemplares del Herbario Nacional de México (MEXU), Fichas electrónicas del Herbario del Missouri Botanical Garden (MBG), y Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). Cabe mencionar que 166 registros correspondientes a especies nativas, introducidas y endémicas de bambú tuvieron que ser georreferenciadas. Este proceso consiste en asignar coordenadas geográficas de acuerdo a la descripción de la localidad donde fue realizada la colecta del espécimen (Muñoz 2004), debido a que en las bases originales no contaba con dichos datos que requiere el programa.

c) Las capas de información de los parámetros ambientales utilizadas en la predicción fueron elegidas acorde con la ecología de las especies de bambú. Debido a que el requerimiento de humedad de estas plantas es alto, y de acuerdo a la opinión del Biól. Gilberto Cortés experto en la subfamilia *Bambusoideae* se utilizaron en total 19 capas de información 11 básicas y 8 específicas donde predominan las referentes a las que determinan la humedad del ambiente (Tabla 3).

Las coberturas sobre temperatura y precipitación se obtuvieron del paquete de variables bioclimáticas globales de WorldClim database (2005) que se encuentran disponibles en la dirección electrónica <http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>. Las coberturas específicas de índice de humedad, orientación de la ladera, forma de la pendiente así como el modelo digital del terreno provienen de la bases de datos geográficos de coberturas topográficas (HYDRO1k) del sistema de observación terrestre de la NASA: Land Processes Distributed Active Center (LP DAAC) (2005) en el sitio Web: <http://edcdaac.usgs.gov/main.asp>. La capa de geología fue obtenida de la página del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) (2004) <http://www.inegi.gob.mx>, al igual que la de edafología la cual fue dividida a su vez en 9 capas, de las cuales fueron tomadas en cuanta 6 que hacen referencia a las dos unidades y subunidades principales de suelo, así como la textura y fase física, debido a que su información es completa y acorde con los requerimientos ecológicos del bambú de acuerdo a las observaciones de los colectores en los registros de las fichas de los herbarios consultados.

Tabla 3. Coberturas utilizadas para la generación de modelos

COBERTURAS BASE	COBERTURAS ESPECÍFICAS
Temperatura media anual	Índice de humedad
Precipitación anual	Orientación de la ladera
Modelo digital del terreno	Forma de la pendiente
Geología	Precipitación del trimestre más frío
Unidad principal de suelo	Precipitación del trimestre más cálido
Subunidad del suelo principal	Precipitación del trimestre más húmedo
Unidad secundaria del suelo	Precipitación del trimestre más seco
Subunidad del suelo secundario	Precipitación del mes más seco
Textura del suelo	Precipitación del mes más húmedo
Fase física del suelo	
límite nacional (máscara)	

d) Para la elección de la escala y tamaño de píxel (resolución) de las capas geográficas de información que utiliza el modelo, se debe tomar en cuenta los objetivos del estudio, la disponibilidad de información y la viabilidad del análisis (Anderson *et al* 2003). Para el presente estudio que comprende una subfamilia de especies de plantas a nivel nacional, se eligió la escala 1: 1 000 000, debido a que es con la que se obtiene mayor detalle en estudios a nivel nacional (SPP y CGSNEGI 1981), además es en esta escala en la que se encuentran disponibles un mayor número de temas por lo que no es necesario modificarlas para contar con una cartografía completa y homogénea.

La resolución a nivel de los datos depende del tamaño de la celda o píxel. Para hacer una correcta elección de éste se deben considerar tanto el tiempo de ejecución del proceso como su complejidad, además de la disponibilidad y capacidad del equipo con el que se cuenta (Navarro y Legorreta 1998). Debe también ir acorde con el tamaño de escala elegida y así evitar la alteración de los métodos cartográficos de generalización de la información, ya que en este formato de estructura geométrica de dimensiones variables, un elemento se señala por la presencia o ausencia de algún valor dentro de una celda y al asignar un valor

inadecuado de tamaño de píxel se puede llegar a limitar en gran parte el análisis dado por la modificación de la información original (op. cit.). Por lo anterior y acorde con la escala elegida se optó por un tamaño de celda o píxel de 0.01° (aproximadamente de $1 \text{ km} * 1 \text{ km}$) que corresponde con la unidad o área mínima cartografiada de la escala 1: 1 000 000, con lo que disminuye el grado de error en el proceso de análisis de información por parte del programa (Colín com. per.).

e) Aunque el programa no requiere de un número mínimo de puntos para construir el modelo de una especie, se estableció como parámetro mínimo 5 puntos ya que un porcentaje de dichos puntos se emplea para verificar el modelo, así entre menor cantidad de puntos, la confiabilidad disminuye. Por lo anterior para 12 especies en su mayoría introducidas no fue posible construir un modelo, ante el riesgo de obtener resultados poco confiables debido a que contaban como menos de 5 puntos (figura 34).

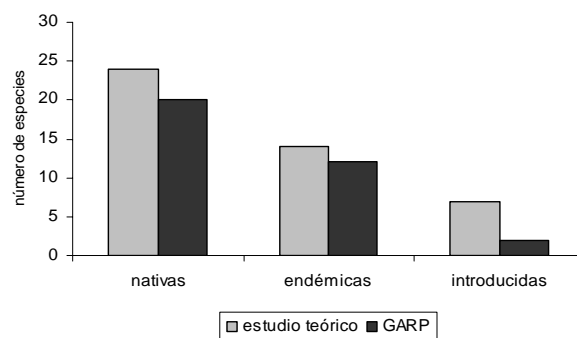


Figura 34. Número de modelos de distribución potencial construidos con el programa por grupo de especies.

6.2.1. Metodología para optimizar el resultado de los modelos

Para optimizar los resultados de los modelos y evitar la sobre predicción de áreas se aplicaron para cada una de las especies los siguientes parámetros que determinan la efectividad del algoritmo genético: Número de corridas: 100 (define el número de veces que se realizará la tarea dentro del proceso, lo que permitirá tener un rango de oportunidad mayor para seleccionar los más exactos), Límite de convergencia: 0.001 (establece el punto para detener las interacciones dentro del algoritmo genético, entre más se aproxime el valor a cero

el algoritmo se detendrá sólo cuando el número máximo de interacciones sea alcanzado), Máximo de interacciones: 2,500 (establece también un límite para el algoritmo genético debido a que obliga a detener la optimización en la interacción específica cuando el límite de convergencia todavía no ha sido alcanzado; así entre mayor sea el número de interacciones los resultados son más estables. El porcentaje de puntos para verificación se determinó de acuerdo al número de puntos de colectas con los que se dispone, así para 19 especies de entre 5 y 20 puntos se corrieron los modelos con 80% y las 15 especies con más de 20 puntos con el 50% (figura 73).

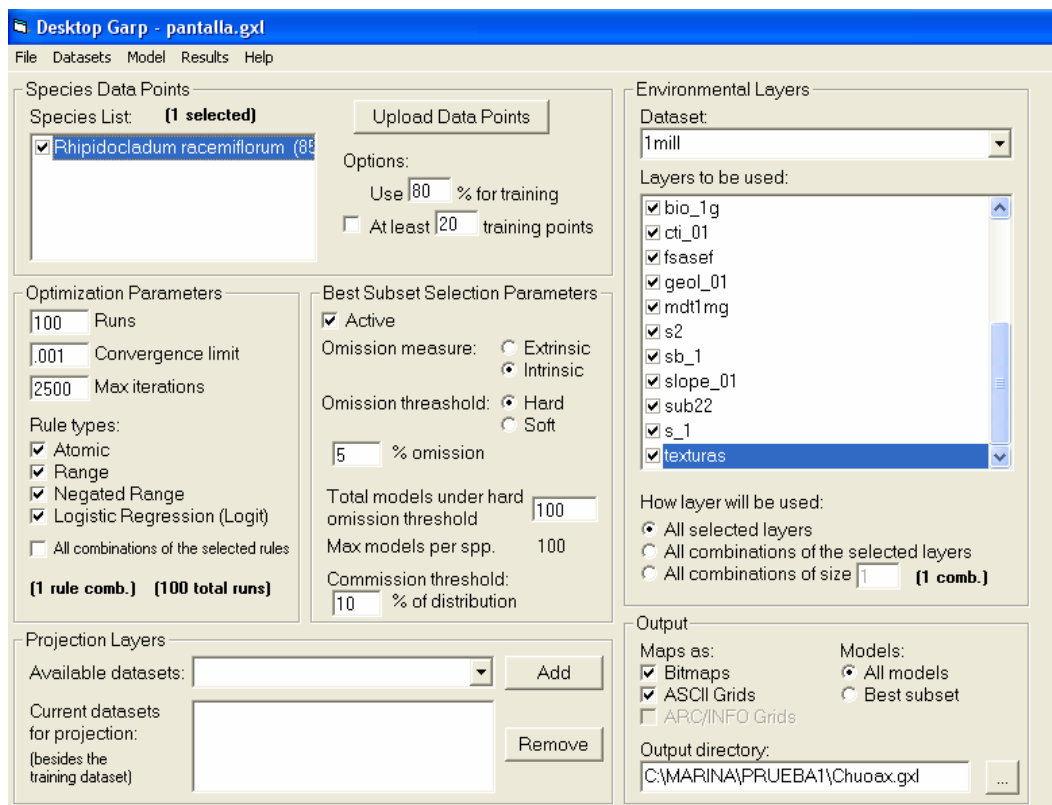


Figura 35. Interface de Desktop Garp con los parámetros utilizados en la construcción de modelos para especies con menos de 20 puntos .

6.2.1.1. Selección de resultados

Debido a que uno de los objetivos principales es modelar la distribución potencial de las especies de bambú en México con la mayor aproximación posible, la selección de los mejores corridas se realizó según la metodología propuesta por Anderson *et al* (2003) que

toma como base dos medidas: el índice de comisión intrínseco y el error de omisión intrínseco. Estos valores se calcularon con los resultados contenidos en la matriz de confusión de cada una de las 100 corridas que se hizo por especie. La expresión del índice de comisión intrínseco es $(c/(a+c))$ y del error de omisión intrínseco $(b/(b+d))$; donde el elemento **a**: Representa las áreas de distribución actual de la especie incluidas dentro de las áreas que el modelo predice como presencias. **d**: Refleja las regiones donde la especie no ha sido encontrada y el modelo clasifica como ausencias. **c**: Denota omisión, debido a que la predicción del modelo es de ausencia aunque la especie esté presente en esa área. **b**: Es la cuantificación de áreas de ausencia de la especie y que el modelo predice como presencia.

Para cada especie se realizó la gráfica de dispersión del índice de comisión intrínseco y el error de omisión intrínseco. La selección se llevó a cabo considerando aquellas 10 corridas (que representa el 10 % del total) con el menor valor de error de omisión dentro del área óptima determinada o umbral de omisión aceptable que se eligió de acuerdo con Anderson *et al* (2003). La amplitud óptima del índice de comisión se calculó con base en la media o mediana si la función de distribución es cero, se selecciona la amplitud de la relación óptima 1 ± 0.1 .

Para obtener un sólo modelo, las corridas seleccionadas fueron importadas a un formato raster, donde se sobrepusieron las mismas 19 variables ambientales utilizadas en el proceso de modelación de las áreas potenciales para ver su efecto sobre el modelo resultante y así eliminar áreas no óptimas de acuerdo a las características de la especie. Para contar con una mayor aproximación de la distribución potencial de las especies se hizo un ajuste del modelo considerando el criterio de provincias biogeográficas se acopla a las características ambientales de la especie, así como a los registros de presencia. La visualización, análisis de los modelos generados y determinación del área en Km^2 se realizaron en el sistema de información geográfica ArcView versión 3.2.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. El bambú en México

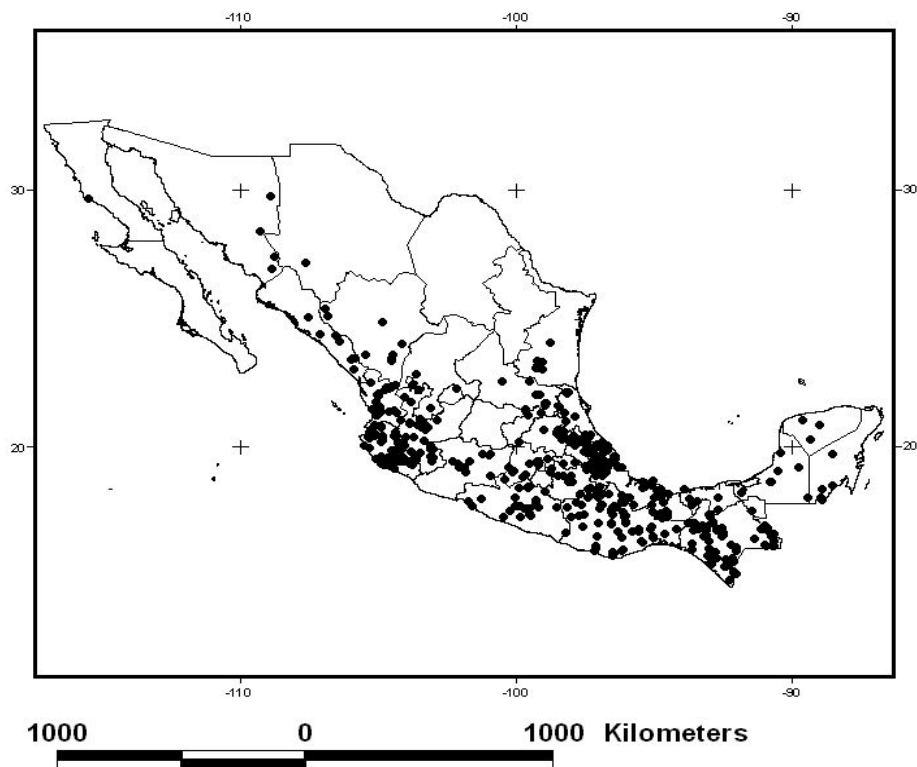


Figura 36. Distribución del bambú en México. Elaborado a partir de fichas del Herbario Nacional (MEXU), Missouri Botanical Garden, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB).

En el continente americano existen alrededor de 435 especies nativas de bambú leñoso agrupadas en 21 géneros. Las zonas con mayor diversidad y número de endemismos son Brasil, el norte y centro de la cordillera de los Andes y México que alberga 36 especies, de las cuales 14 son endémicas; además, posee cuatro subespecies (Judziewicz *et al* 1999, Cortés 2004). Los géneros de los bambúes nativos en México son: *Aulonemia* Goudot, *Arthrostylidium* Ruprecht, *Chusquea* Kunth, *Guadua* Kunth, *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom, *Merostachys* Spreng, *Rhipidocladum* McClure y *Olmeca* Soderstrom, este último el único género endémico (Cortés 2000). Además, están presentes 8 especies y una variedad de categoría introducida de los siguientes géneros: *Bambusa*

Schreber, *Phyllostachys* Siebold & Zucc., *Guadua* Kunth y *Dendrocalamus* Nees (Yela 1994, Cortés 2004) (figura 36; Tabla 4).

Tabla 4. Bambúes en México

Género	Subgénero	Sección	Especies	Categoría	
<i>Aulonemia</i> Goudot			<i>Aulonemia clarkiae</i> Davidse & R. Pohl	nativa	
			<i>Aulonemia fulgor</i> Soderstrom	endémica	
			<i>Aulonemia laxa</i> (Maekawa) McClure	endémica	
<i>Arthrostylidium</i> Ruprecht			<i>Arthrostylidium excelsum</i> Griseb	nativa	
<i>Olmeca</i> Soderstrom			<i>Olmeca recta</i> Soderstrom	endémica	
			<i>Olmeca reflexa</i> Soderstrom	endémica	
<i>Otatea</i> (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom			<i>Otatea acuminata</i> (Munro) C. Calderón & Soderstrom	nativa	
			<i>Otatea acuminata ssp. acuminata</i>	nativa	
			<i>Otatea acuminata ssp. aztecorum</i> R. Guzmán, Anaya & Santana	nativa	
			<i>Otatea fimbriata</i> Soderstrom	nativa	
			<i>Otatea glauca</i> Clark & Cortés	endémica	
<i>Chusquea</i> Kunth			<i>Chusquea foliosa</i> L.G. Clark	nativa	
			<i>Chusquea mulleri</i> Munro	endémica	
			<i>Chusquea repens</i> L. Clark & Londoño	endémica	
			<i>Chusquea repens ssp. repens</i>	nativa	
			<i>Chusquea repens ssp. oaxacacensis</i> L. Clark & Londoño	nativa	
			<i>Chusquea sulcata</i> Swallen	nativa	
	<i>Chusquea</i>	<i>Longifoliae</i> L.G. Clark		<i>Chusquea aperta</i> L. G. Clark	endémica
				<i>Chusquea longifolia</i> Swallen	nativa
				<i>Chusquea nelsonii</i> Scribn. & J.C.G. Sm.	nativa
				<i>Chusquea glauca</i> L. G. Clark	endémica
				<i>Chusquea coronalis</i> Soderstr. & C. E. Calderón	nativa
		<i>Serpentes</i> L.G. Clark <i>Verticillatae</i> L.G. Clark		<i>Chusquea galeottiana</i> Rupr. ex Munro	endémica
				<i>Chusquea liebmanna</i> Fournier	nativa
				<i>Chusquea pittieri</i> Hackel	nativa
				<i>Chusquea simpliciflora</i> Munro	nativa
				<i>Chusquea circinata</i> Soderstrom & Calderón	nativa
	<i>Swallenochloa</i> (McClure)			<i>Chusquea bilimekii</i> E. Fourn	endémica
				<i>Chusquea lanceolata</i> A. Hitchcock	nativa
				<i>Chusquea perotensis</i> L. Clark, Cortés & Cházaro	endémica

<i>Guadua</i> Kunth	<i>Guadua aculeata</i> Rupr. ex E. Fourn	nativa
	<i>Guadua amplexifolia</i> J.S. Presl	nativa
	<i>Guadua longifolia</i> (Fourn.) R. Pohl	nativa
	<i>Guadua paniculata</i> Munro	nativa
	<i>Guadua velutina</i> Londoño L. G. Clark	endémica
	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	introducida
<i>Merostachys</i> Spreng	<i>Merostachys</i> ssp.	nativa
<i>Rhipidocladum</i> McClure	<i>Rhipidocladum bartlettii</i> (McClure) McClure	nativa
	<i>Rhipidocladum martinezii</i> Davidse & R.Pohl	endémica
	<i>Rhipidocladum pittieri</i> (Hackel) McClure	nativa
	<i>Rhipidocladum racemiflorum</i> (Steudel) McClure	nativa
<i>Phyllostachys</i> Siebold & Zucc.	<i>Phyllostachys aurea</i> Rivière & C. Rivière	introducida
	<i>Phyllostachys bambusoides</i> Siebold & Zucc.	introducida
	<i>Phyllostachys nigra</i> (Lodd. ex Lindl.) Munro	introducida
<i>Bambusa</i> Schreber	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendl	introducida
	<i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>Vittata</i> Rivière & C. Rivière	introducida
	<i>Bambusa textilis</i> McClure	introducida
	<i>Bambusa oldhamii</i> Munro	introducida
<i>Dendrocalamus</i> Nees	<i>Dendrocalamus strictus</i> (Robx.) Nees	introducida

La riqueza de especies de bambú en México radica principalmente en que el territorio nacional se encuentra en la zona de transición de dos regiones fitogeográficas: la paleotropical y neotropical, lo cual aunado a la compleja topografía favorecen una diversidad de climas y ambientes óptimos para el desarrollo y evolución de estos organismos (Rzedowski 1983, SARH-Cotecoca 1998, Hentschel 1986, González 2003). Por otro lado, el gran número de especies endémicas de bambú que existe en el país es el resultado de la evolución y especialización que las diferentes especies han alcanzado en estos sitios (Aguilar 2004).

Es importante resaltar que la norma oficial (NOM-059-SEMARNAT-2001) señala que cuatro especies de bambú están en peligro de extinción: dos nativas (*Arthrostylidium spinosum* Swallen y *Guadua spinosa* (Swallen) McClure) y dos endémicas (*Olmeca recta* Soderstrom y *O. reflexa* Soderstrom). Sin embargo, los nombres de las dos especies reportadas como nativas son sinónimos de una sola especie *Guadua longifolia* (Fourn.) R. Pohl, y que al igual que *Olmeca recta* Soderstrom, de acuerdo con G. Cortés (com. pers), no están en dicho peligro debido al número de poblaciones y la abundancia que presentan actualmente. Por el contrario, se ha observado que las especies que sí están en peligro, debido a la escasez de sus poblaciones y distribución restringida, son las que deberían incluirse en dicha norma entre estas se encuentran 6 de las 14 endémicas: *Chusquea aperta* L. G. Clark, *Ch. galeottiana* Rupr. ex Munro, *Ch. glauca* L. G. Clark, *Ch. perotensis* L. Clark, Cortés & Cházaro, *Rhipidocladum martinezii* Davidse & R.Pohl, *Otatea glauca* Clark & Cortés, y la nativa *Aulonemia clarkiae* Davidse & R. Pohl. De igual manera once más deberían considerarse como amenazadas (Cortés 2004).

El número de especies introducidas de bambú representa el 20% del total de las existentes en el país. El ingreso de las especies de *Bambusa* Schreber de origen asiático ocurrió alrededor del año 1940, provenientes de los viveros de Estados Unidos de América. Se ha reportado que el motivo principal fue destinarlas para ornato (Cortés 2004). Por otro lado, las semillas de *Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees se importaron recientemente de India a la península de Yucatán, donde ahora es cultivada con fines comerciales al igual que *Guadua angustifolia* Kunth de origen sudamericano, en el Estado de Chiapas. Si se compara el número de especies introducidas de bambú en México (8 especies y 1 variedad), parece escaso con respecto a otras gramíneas presentes en el país; por ejemplo, a excepción de *Zea mays* L. todos los demás cereales utilizados para la alimentación humana en México son introducidos (SARH-Cotecoca 1983). Contrasta aún más con las cifras de países como

Estados Unidos y Canadá donde la totalidad de especies de bambú son de origen extranjero (450 especies, incluye subespecies y variedades) distribuidas en gran parte de sus territorios (Judziewicz *et al* 1999).

La falta de conocimiento de los propios recursos del país es una de las causas que favorece la introducción de especies (Guillaumin 2003). Tal es el caso de México donde existen especies de bambú a las cuales no se les ha reconocido su belleza, y aunque este aspecto dependa de la percepción personal su potencial para ser utilizadas como ornamentales aún no es explotado por este motivo se prefieren las especies introducidas de bambú sobre las nativas (Bambúes de México 2005).

7.1.1 Distribución geográfica de las especies de bambú en México

Desde el punto de vista espacial, las diferentes especies nativas de bambú se distribuyen en 23 Estados de la República Mexicana, pero la mitad de la riqueza de especies se concentra en sólo cuatro Estados: Chiapas (17%), Veracruz (14%), Oaxaca y Guerrero, con el 13% y 7% respectivamente (figura 37).

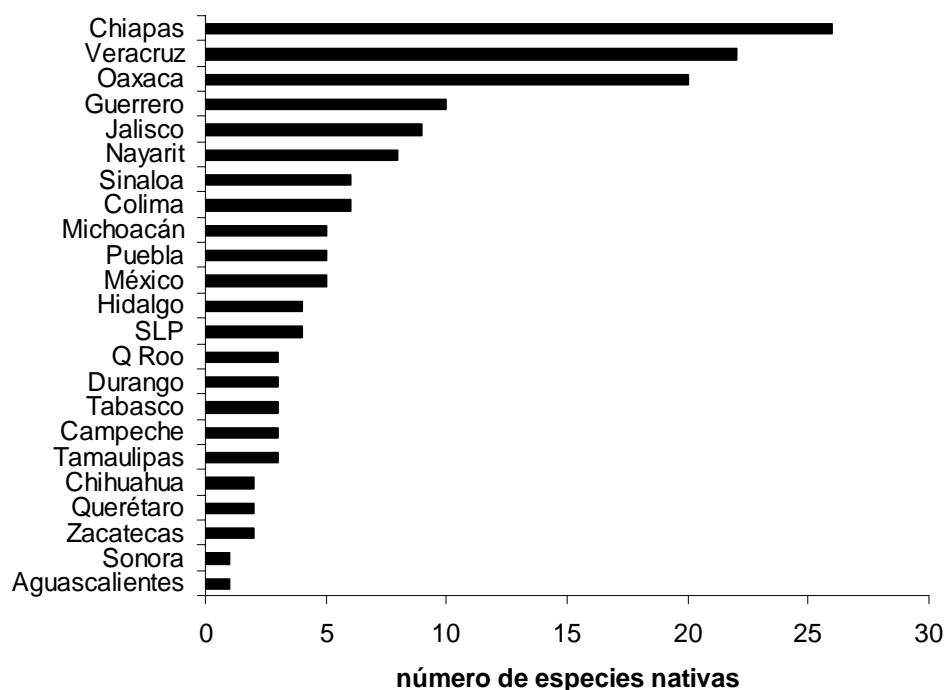


Figura 37. Riqueza de especies de bambú por Entidad Federativa en México.

Lo anterior se debe a varios factores: Estas Entidades Federativas se ubican en la porción meridional del país, que se considera como una de las zonas florísticas más ricas del mundo (Rzedowski 1983). Además, el paisaje producto de varios procesos geomorfológicos es cambiante, aunado a la amplia extensión territorial que presenta cada Entidad que favorece la presencia de diversos tipos de clima y por consiguiente de vegetación (Andrade *et al* 1991). En Chiapas y Veracruz se conjuntan diferentes fenómenos geológicos y accidentes volcánicos, además de que abundan los recursos hidrológicos. Por otro lado, Oaxaca y Guerrero presentan una diversidad de relieves con distintos regímenes pluviales (op. cit.). Todos estos escenarios son óptimos para el desarrollo de las distintas especies de bambú. Por ejemplo, las especies *Chusquea bilimekii* E. Fourn. y *Ch. perotensis* L. Clark, Cortés & Cházaro se encuentran en las laderas de los volcanes del Estado de Veracruz Pico de Orizaba y Cofre de Perote respectivamente. Por otro lado *Rhipidocladum martinezii* Davidse & R.Pohl sólo ha sido encontrado en las barrancas del lado mexicano del volcán Tacaná en Chiapas.

De igual manera es en Veracruz, Oaxaca y Chiapas donde se concentra el 70% de los endemismos de bambú del país. Aunque es también donde se encuentra el mayor número de las especies que están en peligro de extinción con 4, 3 y 2, respectivamente (figura 38). Esta problemática se relaciona directamente con el tipo de vegetación en donde habitan las especies y las tasas de deforestación, además del área que cubra en la Entidad. Por ejemplo, en Oaxaca y Chiapas se localiza el 60% del bosque mesófilo de montaña de México, que es el tipo de vegetación donde habita el mayor número de especies de bambú del país (Andrade *et al* 2000) (figura 39). Este ecosistema contiene el porcentaje más elevado de plantas de afinidad con el Este de Asia, donde abundan las trepadoras leñosas entre ellas el bambú, pues requieren de condiciones altas de humedad característica típica de este bosque (Rzedowski 1983). Es también en el bosque mesófilo de montaña donde se encuentra el 64% de las especies endémicas del país como la especie *Aulonemia fulgor* Soderstrom, sin embargo, al tener una de las tasas de

deforestación más altas a nivel nacional (en veinte años (1971-1991) su superficie se redujo a menos de un 10 % con una tasa promedio de pérdida de 78, 687 ha/año) (Ortega y Castillo, 1996) se encuentra el 62% de las especies de bambú que están en peligro de extinción como *Chusquea aperta* L. G. Clark y *Rhipidocladum martinezii* Davidse & R.Pohl (figura 40).

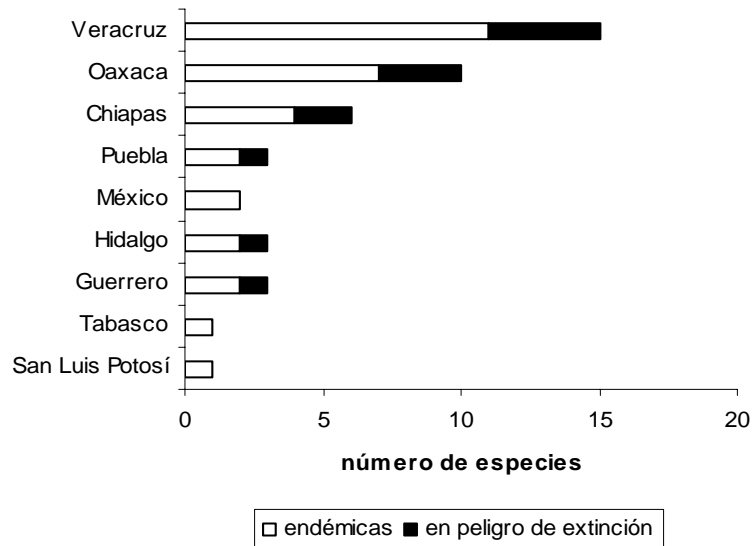


Figura 38. Endemismos por Entidad Federativa en México y la proporción de especies de bambú en peligro de extinción.

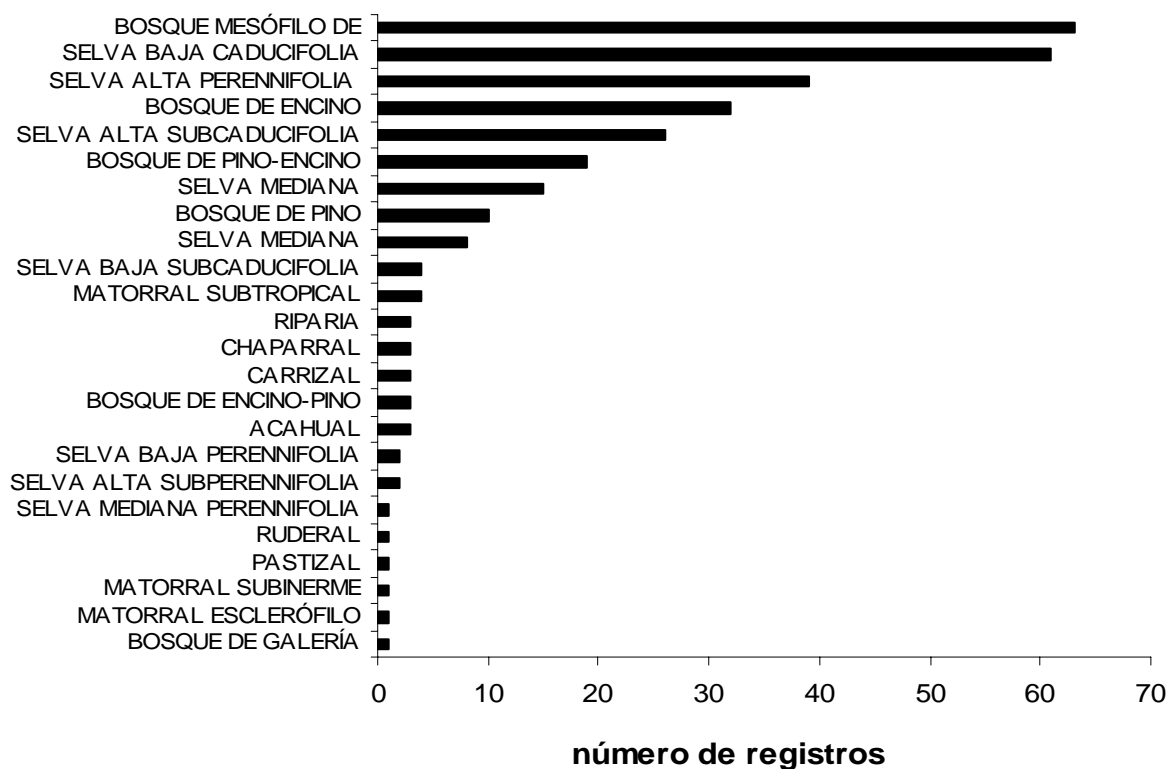


Figura 39. Tipos de vegetación donde habitan las especies de bambú en México.

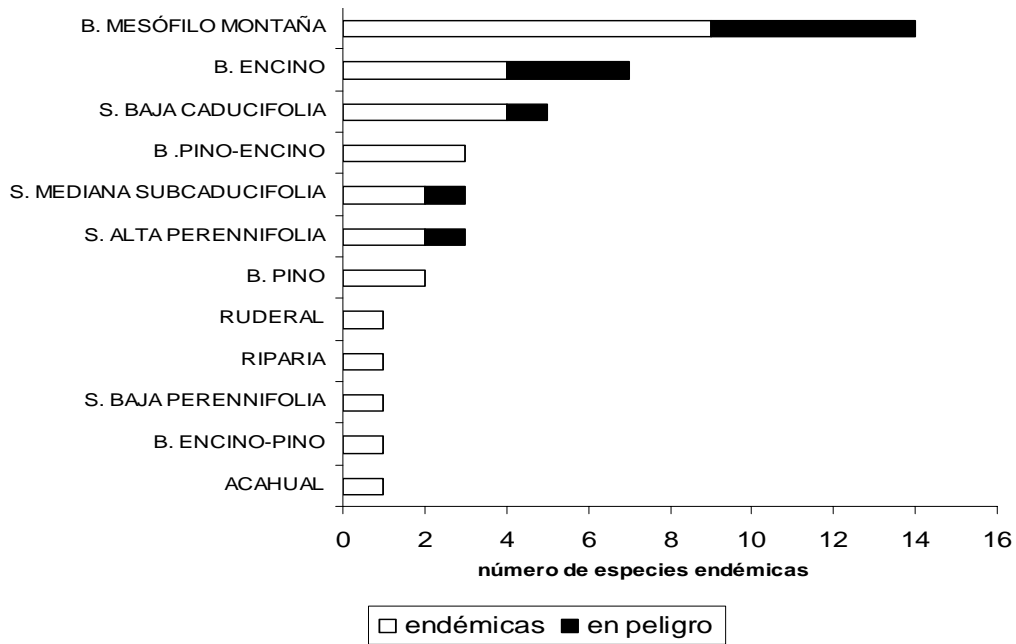


Figura 40. Número de especies endémicas de bambú en peligro de extinción por tipo de vegetación en México.

Sin embargo es Veracruz la Entidad que cuenta con el mayor número de especies en peligro de extinción y donde están presentes once de las catorce especies endémicas del país como *Chusquea glauca* L. G. Clark, que habita en las escasas áreas de bosques mesófilos con los que cuenta el Estado (figura 38). Otra especie en riesgo de desaparecer es *Olmeca reflexa* Soderstrom presente en las selvas altas perennifolias, tipo de vegetación predominante de Veracruz. Cabe señalar que en México las selvas en general se han perdido tres veces más que los bosques en los últimos 30 años (Velázquez *et al* 2002) lo que es alarmante debido a que el 52%, es decir la mitad de las especies de bambú del país se encuentran en nueve diferentes tipos de selvas como las especies del género *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom (figura 39).

Por otro lado, el total de las especies introducidas están bajo alguna clase de cultivo, y a excepción de la *Bambusa oldhamii* Munro, el resto se encuentra además en algún tipo de vegetación, donde destaca *B. vulgaris* Schrader ex Wendl por ser la única presente en cuatro ecosistemas diferentes. De *Phyllostachys bambusoides* Siebold & Zucc. y *B. textilis* McClure no se tiene ningún dato (figura 41).

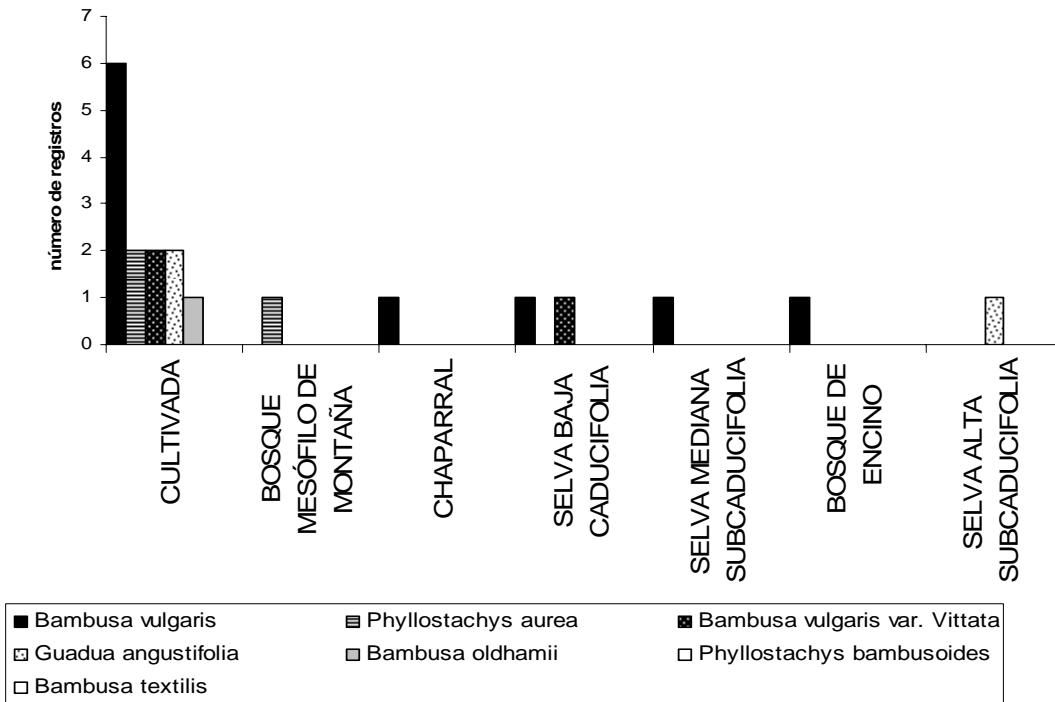


Figura 41. Tipos de vegetación donde habitan las especies introducidas de bambú en México.

En cuanto a Entidades Federativas el 43% reporta al menos algún ejemplar introducido. En esta clasificación sobresale de nuevo Veracruz pues posee el mayor número de especies con esta categoría (cinco especies y una variedad) (figura 42).

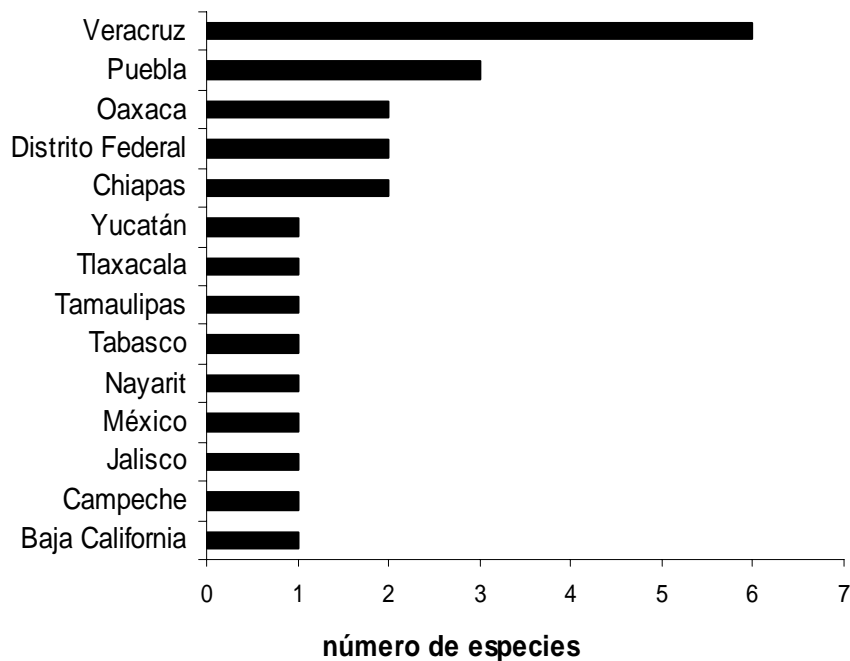


Figura 42. Número de especies introducidas de bambú en México por Entidad Federativa.

De acuerdo al número de especies de cada Entidad y su origen el Distrito Federal, Baja California, Yucatán y Tlaxcala no poseen ninguna especie nativa mientras que el 57% de los Estados se mantiene libre de especies introducidas (figura 43).

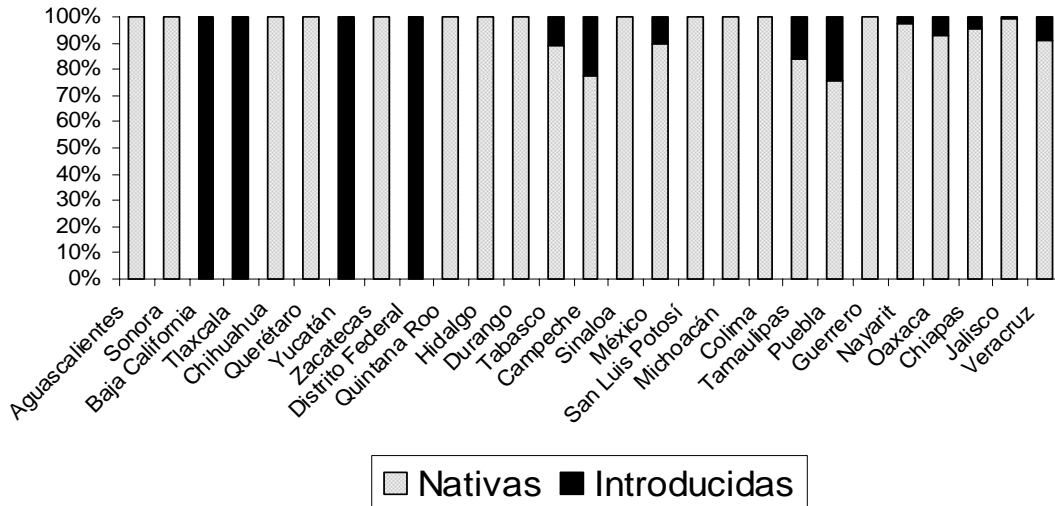


Figura 43. Proporción entre especies nativas e introducidas de bambú por Entidad Federativa.

Con base en los datos anteriores no hay indicios aparentes de que las especies nativas hayan sido desplazadas por las introducidas, pues los únicos cuatro Estados donde exclusivamente hay ejemplares introducidos, es porque no existe competencia con especies nativas. Como ha sucedido en otras naciones tal es el caso de Costa Rica, en donde han importado semillas o material vegetativo para su propagación y uso comercial y prácticamente las especies de bambú nativas no son utilizadas (Montiel 1998). Caso contrario es Estados Unidos ya que cuenta con un gran número de especies de distintas partes del mundo pero no hay riesgo pues no cuenta con nativas (Judziewicz *et al* 1999, BOTA 2004).

7.1.2 Hábitat de las especies de bambú en México

Debido a que los requerimientos de humedad para el desarrollo óptimo en las plantas de bambú son elevados, generalmente se les encuentra en sitios donde esta es abundante (Cortés 2004). En México, el mayor porcentaje (27%) de las especies de bambú crece cerca

de las orillas de los ríos y arroyos; este porcentaje corresponde principalmente a las especies nativas, tal es el caso de la *Guadua longifolia* (Fourn.) R. Pohl, exclusiva de este tipo de hábitat, que se extiende a través de varios kilómetros a través de las orillas de los ríos más grandes del país como el Usumacinta en Chiapas. Otras especies como *Rhipidocladum racemiflorum* (Steudel) McClure, además de desarrollarse en las orillas de arroyos y ríos está presente de igual manera en cañadas (Bambúes de México 2005). Esto se debe básicamente a que la humedad en estos sitios además de elevada es constante, sin llegar a ser cenagosa porque los bambúes no toleran las condiciones anaeróbicas, y debido a su sistema de rizomas el establecerse en estos sitios como laderas escarpadas no es una limitante (Cruz 1994).

Las especies endémicas se distribuyen en condiciones aún más aisladas como barrancas y laderas de volcanes, como por ejemplo *Chusquea perotensis* L. Clark, Cortés & Cházaro, *Rhipidocladum martinezii* Davidse & R.Pohl y *Aulonemia laxa* (Maekawa) McClure que se encuentran en laderas de algunos volcanes de Veracruz y Chiapas (figura 44). Lo anterior concuerda con la teoría de que las especies que por su alto grado de especialización requieren de condiciones muy específicas, por lo que sus áreas de distribución no son extensas al estar limitadas a ciertas condiciones ambientales. Además, el tamaño poblacional y corporal es pequeño (Brown 2003). *Chusquea* Kunth y *Rhipidocladum* McClure están entre los géneros de menor tamaño (ver sección características biológicas y ecológicas).

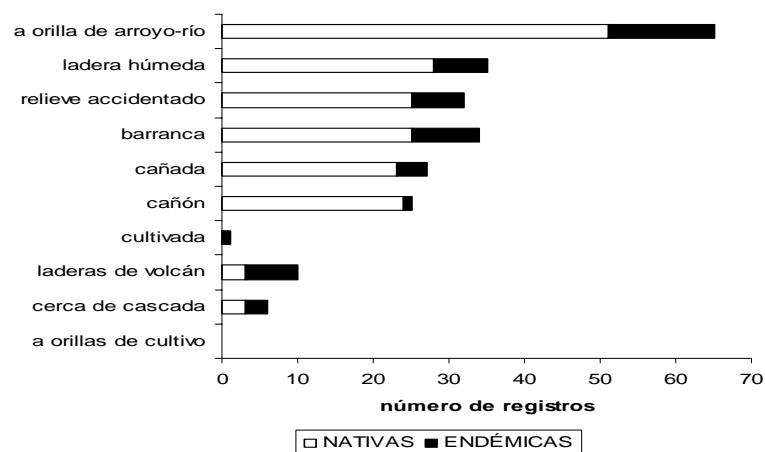


Figura 44. Elementos del paisaje donde se encuentra frecuentemente las especies de bambú en México.

Por otro lado, debido a que las condiciones de las especies introducidas (64%), son bajo cultivos (de ornato o plantaciones) no existe algún elemento del paisaje donde predominen estas especies (figura 45). Existen plantaciones comerciales en Veracruz y Chiapas de *Bambusa oldhamii* Munro y *Guadua angustifolia* Kunth respectivamente con el fin de mejorar las condiciones ambientales locales y obtener materia prima para construcción (CIICA 1998, Castañeda *et al* 2005).

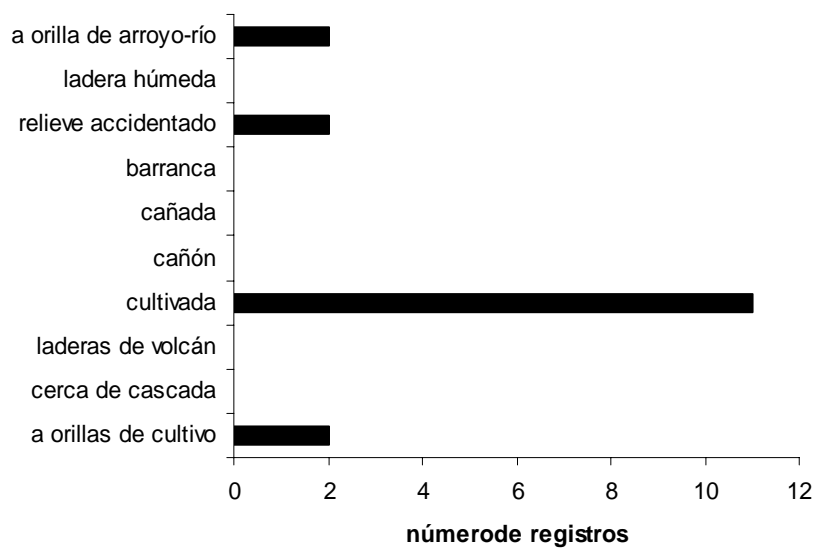


Figura 45. Elementos del paisaje asociados a las especies introducidas de bambú en México.

Respecto al tipo de sustrato sobre el que se establecen las especies de bambú del país sólo se cuenta con datos de once especies nativas de las cuales 5 son endémicas. En estas últimas se observa que el 60% ocupan suelos derivados de rocas ígneas, como la *Chusquea bilimekii* E. Fourn. y la *Aulonemia laxa* (Maekawa) McClure (figura 46). Los suelos derivados de roca volcánica donde predominan las especies endémicas tienden a ser ácidos (5.5), y en general es factor limitante para la mayoría de las especies de bambú (Longwell y Flint 1978, Cruz 1994). En contraste, el 50% de las nativas están asociadas a suelos derivados de roca caliza, donde el pH tiende a la alcalinidad, es decir condiciones más favorables para la mayoría de las especies, por ejemplo las del género *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom que también son de las de mayor distribución a nivel nacional (Cruz

1994, Judziewicz *et al* 1999) (figura 47). Dos especies más se presentan en ambos tipos de sustrato como la *Oatea acuminata ssp. aztecorum* R. Guzmán, Anaya & Santana (figura 46).

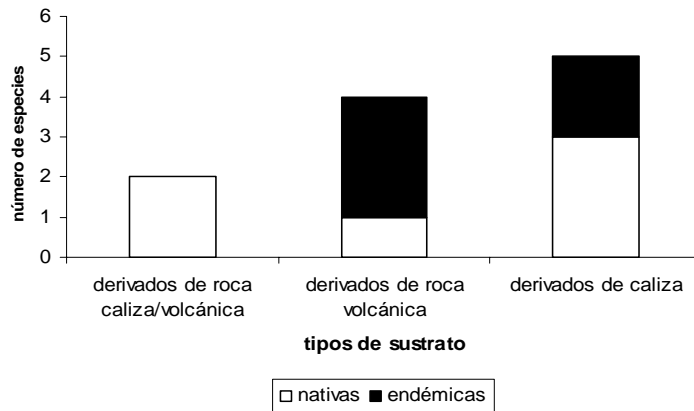


Figura 46. Tipos de sustrato edáfico de las poblaciones nativas y endémicas de bambú en México.

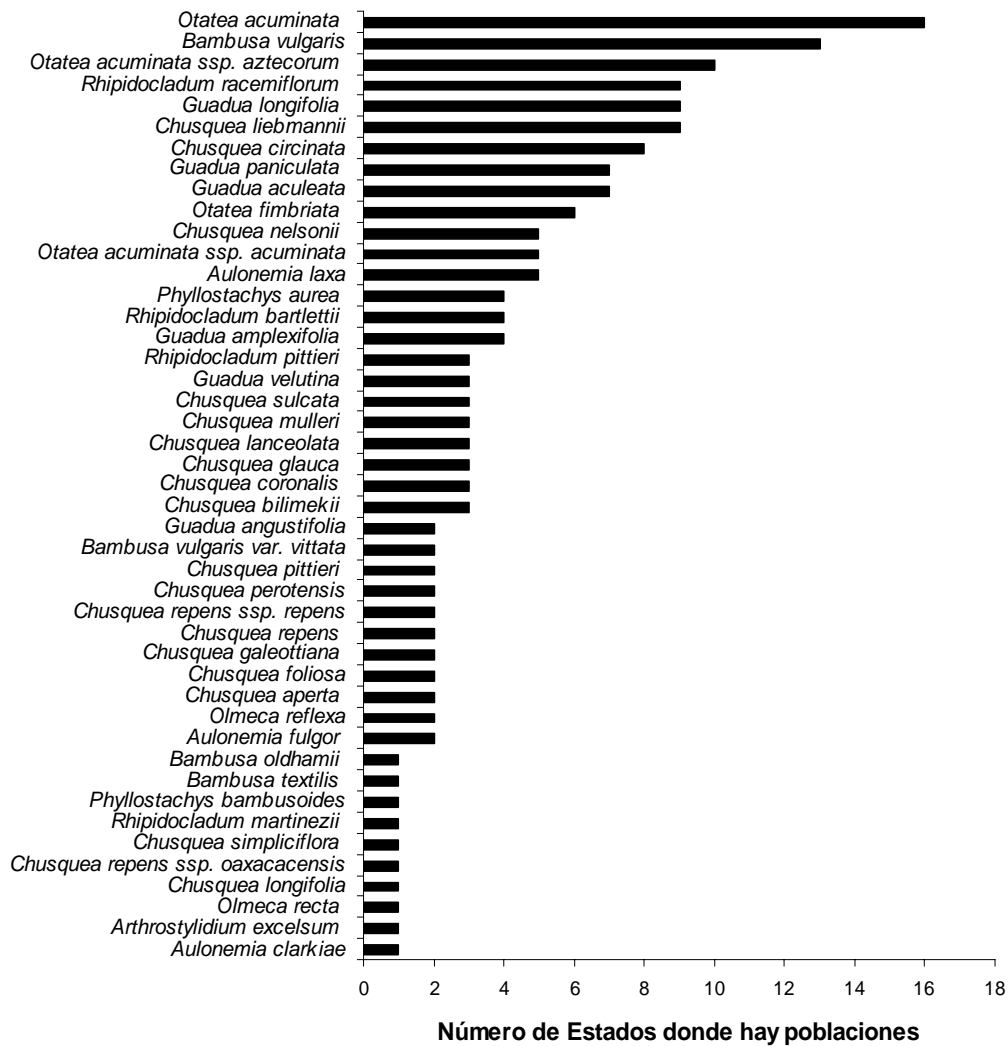


Figura 47. Distribución de especies de bambú en México.

Acerca de la clase textural del suelo se tienen registros para el 60% de las especies en México. Alrededor del 38% se distribuye en suelos arcillosos o de textura fina debido a su mejor capacidad para retener mejor la humedad debido a su poca porosidad (SPP y CGSNEGI 1981) (figura 48). Lo que favorece las condiciones que requiere el sistema de raíces y rizoma de tener humedad constante para su desarrollo (Cruz 1994).

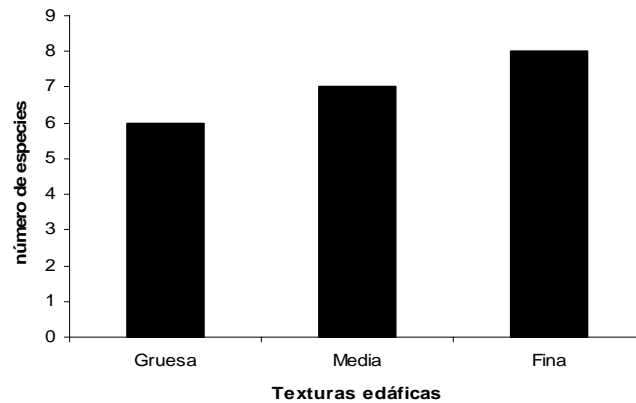


Figura 48. Clase textural de los suelos donde se encuentran las especies de bambú en México.

Entre las especies nativas, al igual que en las endémicas, aproximadamente el 50% se establecen en suelos de textura fina, en contraste, con las introducidas donde casi el 70% están sobre suelos de textura gruesa (figura 49). Esto se debe principalmente a que el objetivo de las plantaciones como la de *Guadua angustifolia* Kunth en Chiapas es la de mejorar la estructura edáfica granular mediante el continuo aporte de materia orgánica proveniente de esta especie de bambú (Cruz 1994).

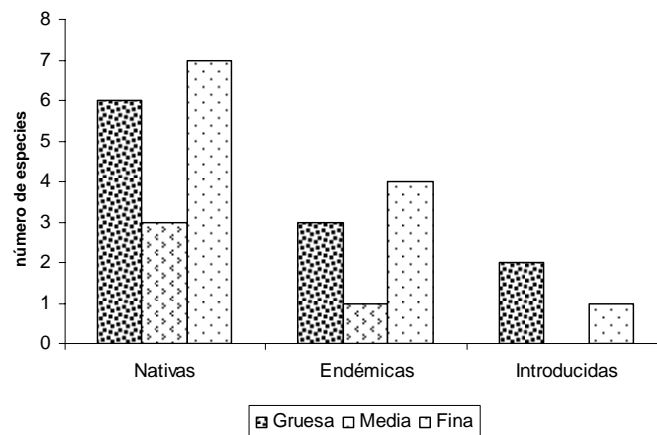


Figura 49. Clase textural de las especies de bambú en México de acuerdo a su origen.

Otro factor importante en la distribución de especies de bambú es la altitud. El gradiente altitudinal en México va de los 5 msnm donde se encuentran especies del género *Guadua* Kunth como *G. amplexifolia* Kunth y *G. longifolia* (Fourn.) R. Pohl, a los 3030 msnm de *Chusquea nelsonii* Scribn. & J.G. Sm. todas estas nativas. Este rango altitudinal de distribución es muy amplio debido principalmente a que México es centro de diversidad de 3 de las 4 subtribus del Hemisferio Occidental, por ello cuenta con 8 géneros, 36 especies y 4 subespecies, que presentan características biológicas y requerimientos de temperatura y humedad diferentes entre sí. Por ejemplo, las especies del género *Guadua* Kunth de rizomas paquimorfos se distribuyen en tierras de escasa altitud al no resistir temperaturas bajas, o las del género *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom que son las que especies que toleran las condiciones secas. Además, por la ubicación geográfica del país algunas especies del género *Chusquea* Kunth que generalmente están a altas latitudes por requerir humedad constante y ser intolerantes a las altas temperaturas, en un país subtropical como México, se localizan sólo en grandes altitudes (Judziewicz *et al* 1999).

Entre las especies endémicas se observa el mismo patrón donde el límite inferior (20 msnm) lo representa una especie del género *Guadua* Kunth (*G. velutina* Londoño & L. G. Clark) y para el límite superior (3000 msnm) una del género *Chusquea* Kunth (*Ch. bilimeki* E. Fourn.). Para las introducidas el rango altitudinal se presenta desde los 8 hasta los 2256 msnm, (figura 50) aunque el límite altitudinal es menor que en las nativas, esta tolerancia la muestra la misma especie *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl debido a que es la especie introducida de mayor distribución en el país (figura 47).

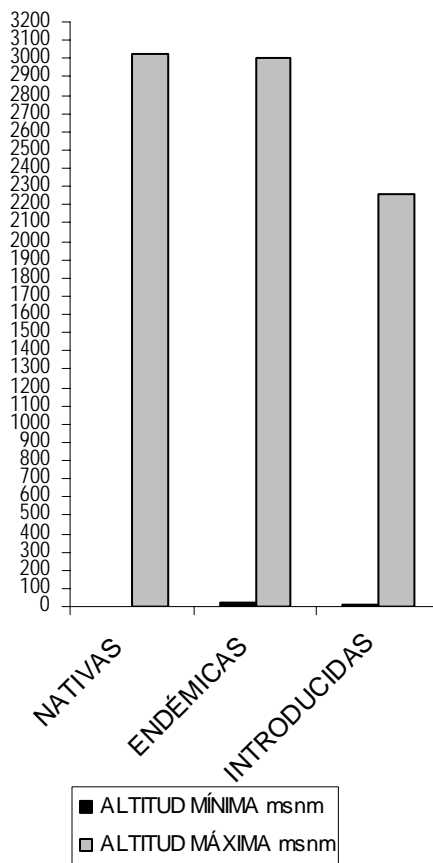


Figura 50. Distribución en rangos altitudinales entre las especies nativas, endémicas e introducidas de bambú en México.

7.1.3 Discusión

México al ser uno de los 5 países megadiversos del mundo, cuenta con una gran riqueza florística en la que están incluidas 40 especies y subespecies de bambú de 8 géneros diferentes. Desafortunadamente en los tipos de vegetación donde se concentran estas especies tanto nativas como endémicas como son selvas y bosque mesófilo de montaña presentan altas tasas de deforestación. La acelerada pérdida de estos ecosistemas se refleja en que el 43% de las especies endémicas de 5 géneros de bambú en México estén en peligro de extinción. Destaca el género *Chusquea* Kunth por ser el de mayor riqueza de especies, endemismos y el número más alto de especies en peligro de extinción.

Los Estados más vulnerables a la pérdida de especies de bambú son Veracruz y Chiapas, esta vulnerabilidad está asociada a las elevadas tasas de deforestación de selvas húmedas y bosques (Ceballos *et al* 2002) han sugerido que la pérdida de especies está relacionada a la destrucción y modificación de su hábitat y paisaje, por lo tanto, es necesario recalcar que la conservación de especies de bambú en estas Entidades Federativas dependerá de la reducción de las tasas de deforestación de los ecosistemas donde habitan estas especies.

Aunque la práctica de introducción de especies ha sido común a lo largo de la historia de la humanidad, promovida con fines comerciales, buscando favorecer la productividad y las ganancias económicas de pueblos y naciones (Espinosa 2002, Vázquez 2003), la introducción de nuevos organismos puede tener dos aspectos negativos: a) Las especies introducidas corren el riesgo de convertirse en invasoras, al encontrar las características ambientales que propicien la colonización (De Antonio 1992, Espinosa 2002, Hierro *et al* 2005). b) Dada la riqueza de especies nativas en el país, estas están subutilizadas, perdiendo una opción viable de manejo y la reducción de ganancias para algunos sectores sociales.

En general, las especies introducidas en México se encuentran bajo cultivos comerciales y como ornato principalmente. Sin embargo aunque el riesgo ecológico es menor, desde el punto de visto económico si puede existir una preferencia de las especies introducidas sobre las nacionales como ha sucedido con la *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl de origen asiático y que está extensamente difundida.

7.2 Características biológicas y ecológicas de las especies de bambú en México

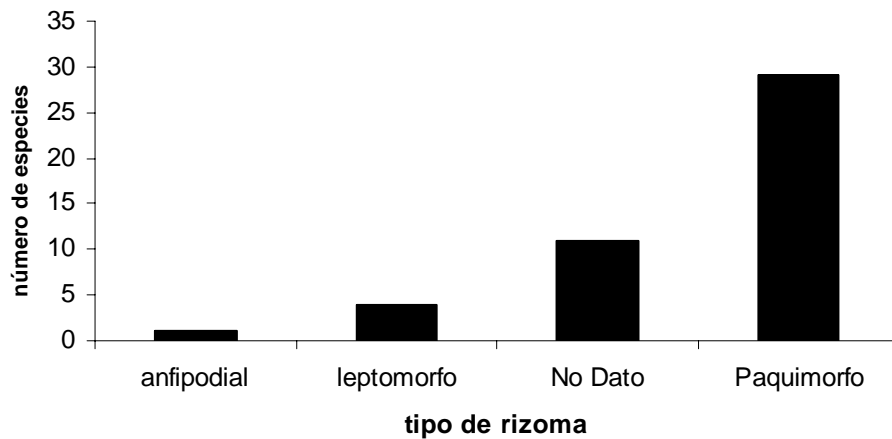
Las características biológicas y ecológicas de las especies de bambú leñoso son muy diversas y variables, debido a la misma riqueza de especies que existen basado en la heterogeneidad de ecosistemas en los que habitan (Chapmon 1997, Judziewicz *et al* 1999).

7.2.1. Rizoma

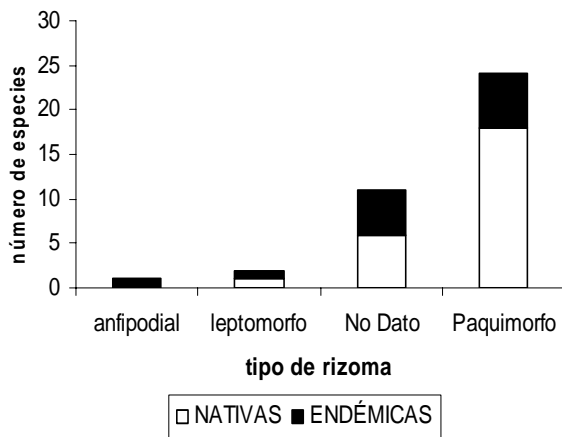
El 65% de las especies de bambú en México presentan un tipo de rizoma paquimorfo, seguido del leptomorfo con 9%, y anfipodial (2%). El 24%, no han sido determinadas, o no se cuenta con el dato. Entre las especies nativas también predominan las de tipo paquimorfo (63%), pertenecientes a los géneros *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom y *Rhipidocladum* McClure. Alrededor del 5% de las especies tienen rizoma tipo leptomorfo, son ejemplos *Chusquea nelsonii* Scribn. & J.C.G. Sm. y *Ch. mulleri* Munro; y el tipo anfipodial con 3% está representado únicamente por la especie *Aulonemia fulgor* Soderstrom, que además es endémica. Por otro lado, el tipo de rizoma de las especies introducidas sólo presenta dos de los tres tipos, el paquimorfo (71%) en los géneros *Bambusa* Schreber y *Guadua* Kunth, y el leptomorfo (29%) para *Phyllostachys* Siebold & Zucc. (figura 51).

Cabe aclarar que las dos especies del género endémico *Olmeca* Soderstrom, de rizoma paquimorfo, son consideradas de cuello largo (Judziewicz *et al* 1999). El tipo de rizoma debido a que es una adaptación ecológica que permite a la planta optimizar los recursos de luz y espacio (Judziewicz *et al* 1999), se convierte en una de las características más importantes, al determinar la forma de crecimiento y las tolerancias de temperatura de las especies de bambú. Las de tipo paquimorfo generalmente no sobreviven en temperaturas bajo cero, mientras las del tipo leptomorfo resisten las heladas, pero no toleran las altas temperaturas (Vela 1976).

a)



b)



c)

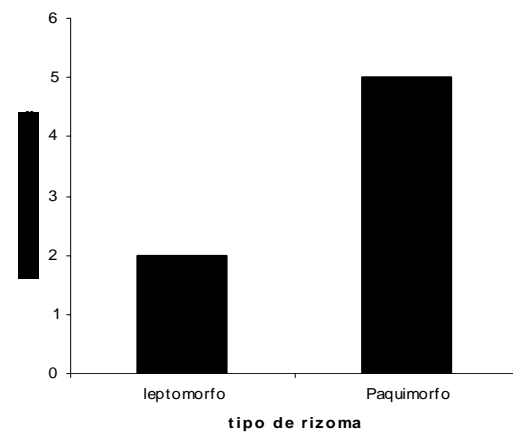


Figura 51. Tipo de rizoma de las especies de bambú en México. a) Número total de especies, b) Proporción entre especies nativas y endémicas, c) Especies introducidas.

Lo anterior es un aspecto fundamental a considerar en la utilización de las especies de bambú para poder obtener los mejores rendimientos (SEP-FONART 1985). También se ha observado que principalmente el rizoma anfipodial favorece la colonización, debido a que presenta los dos tipos de rizomas, su crecimiento es de forma extendida, además de tener la capacidad para formar matas. De igual manera, se ha registrado que algunos individuos del género *Chusquea* Kunth se convierten en colonizadores a partir de perturbaciones de origen antropogénico, ya que al retirar la vegetación alledaña encuentran las condiciones ideales (mayor luz y humedad para su establecimiento). Dicho comportamiento debe ser tomado en cuenta para cualquier actividad que se desee realizar con la planta, pues en cierto grado está

latente el riesgo de convertirse en especies invasoras. Lo anterior, también se ha observado en especies de otros géneros con rizoma leptomorfo o paquimorfo de cuello largo como algunas especies del género *Guadua* Kunth (Judziewicz *et al* 1999).

Para cuestiones de conservación de suelos se utilizan principalmente las especies de tipo paquimorfo, porque su sistema de raíces y rizomas favorecen la cohesión de partículas coloidales del suelo; aportan materia orgánica debido a su rápido crecimiento, de esta forma se favorece la estructura del suelo y evita con ello su erosión (Austin *et al* 1981, Cruz 1994). Aunque se ha observado que en pendientes retienen mejor los suelos, las especies de tipo leptomorfo debido a que las primeras raíces aún en desarrollo están ya bien arraigados en el suelo, así la red densa y sólida del rizoma mantiene considerablemente bien la tierra y evita el deslizamiento del terreno y la erosión excesiva (Crouzet 1998) son ejemplos las especies del género *Phyllostachys* Rivière & C. Rivière *Ph. aurea* Rivière & C. Rivière y *Ph. pubescens* Mazel es J. Houz (Montiel 1998).

7.2.2. Fenología

El estudio de la fenología de los bambúes leñosos es poco conocido pues aún se ignora cuáles son los factores y mecanismos que lo determinan, por lo que se requiere de más estudios e investigaciones que contribuyan a definir y aclarar este fenómeno (Cruz 1994). De hecho se estima que alrededor del 50% de las especies que habitan en México aún no cuentan con datos acerca del tipo de floración. Entre las que si están definidas, se reporta que existen 3 tipos de floración. En el país predomina la gregaria con 31% de las especies, 16% tienen floración esporádica y 4% aparentemente presenta los dos tipos.

Entre las especies nativas que se conoce su tipo, predomina la gregaria con 34 % particularmente en la mayoría de los miembros del género *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom. La esporádica es llevada a cabo por cerca del 13% de las especies,

por ejemplo las endémicas *Chusquea aperta* L. G. Clark y *Ch. bilimekii* E. Fourn y sólo 5% son las que presenta ambos tipos de floración como *Aulonemia laxa* (Maekawa) McClure también endémica.

Entre las introducidas sucede lo contrario, la floración esporádica es mayor con 29%, donde es representativa de este tipo la *Guadua angustifolia* Kunth, mientras *Phyllostachys bambusoides* Siebold & Zucc. lo es de la floración gregaria (14%). Del 57% restante no se tiene dato del tipo de floración (figura 52).

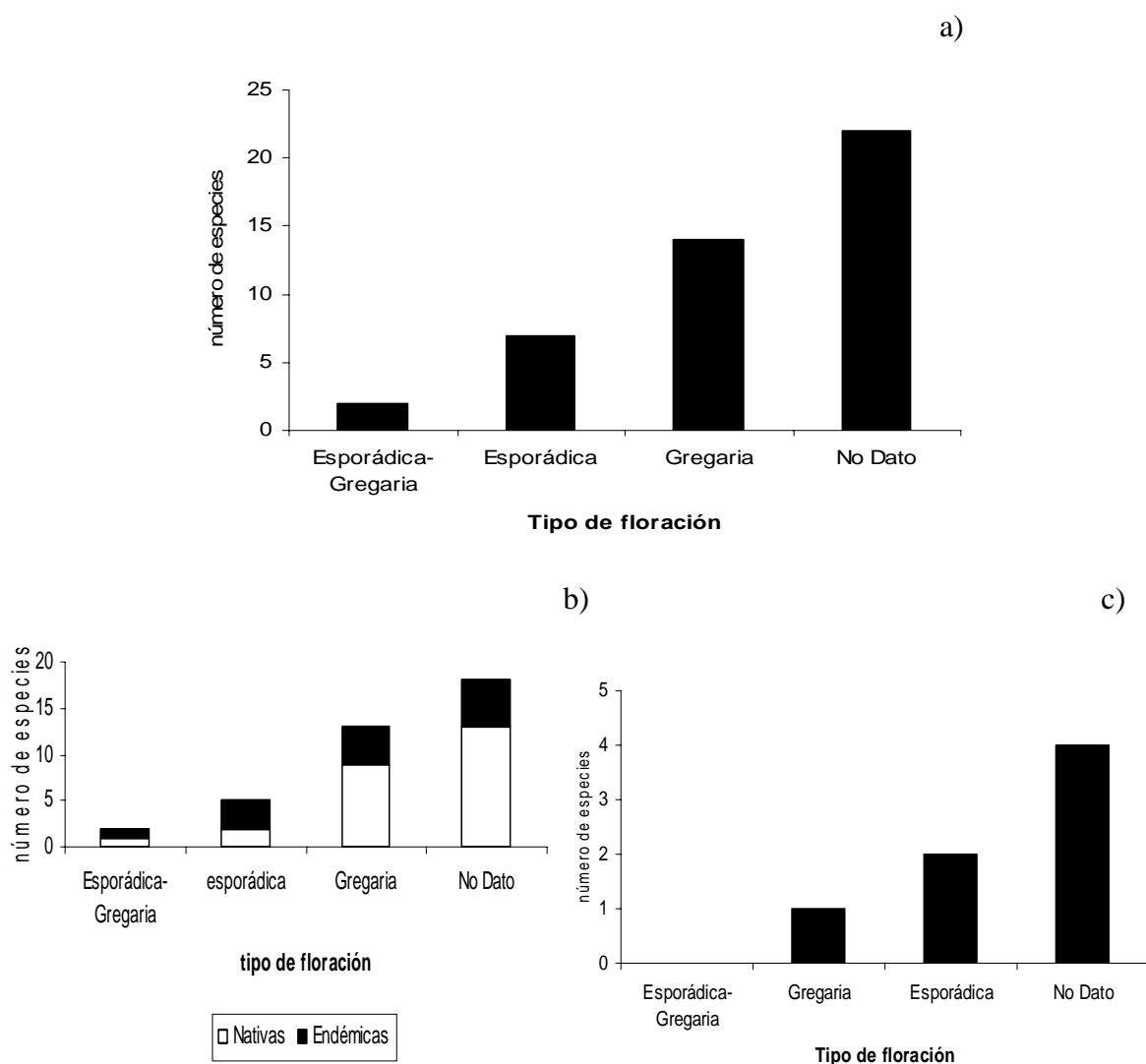


Figura 52. Tipos de floración de las especies de bambú en México a) Número total de especies, b) Proporción entre especies nativas y endémicas c) Especies introducidas.

Respecto a los ciclos de floración aún no se cuenta con evidencia sólida para explicarlos, aparentemente está relacionada con las variaciones ambientales, sin embargo no presenta alguna periodicidad por lo que se dificulta cronometrarla, y por lo tanto predecir estos eventos (Cruz 1994, Montiel 1998, Judziewicz *et al* 1999).

En México, los períodos de floración de ninguna especie se repiten y varían de un año (*Rhipidocladum bartlettii* (McClure) Mc Clure), a 70 años (*Chusquea pittieri* Hackel). Aunque no se tiene la certeza de que se cuente con todas las fechas de floración, tal como se observa para algunas especies como la nativa *Guadua aculeata* Rupr. ex E. Fourn que es la de mayor irregularidad y extensión entre los registros, con intervalos de entre 24, 17 y 2 años. Por el contrario *Phyllostachys bambusoides* Siebold & Zucc. de origen asiático tiene fechas con espacio de 4 años. La relevancia de un evento de floración radica en que determina la sobrevivencia de la planta. Cruz (1994), sugiere que las especies que generalmente mueren posteriormente a una floración son principalmente las del tipo gregario. Dado que es de esta manera como responden a las condiciones adversas del ambiente y con el fin de perpetuar la especie utilizan la semilla como sistema de propagación. No obstante que en especies como *Chusquea subtessellata* Hitchc. la floración no es gregaria, muere posterior a este evento. En contraste, en México las especies con floración gregaria que presentan rebrotes posteriores a una floración son la mayoría (35%) con respecto a las que mueren (29%); pero el 36% restante no cuenta con ningún dato del tipo de floración, al igual que para ninguna del tipo esporádica. Las especies que presentan aparentemente los dos tipos son *Chusquea liebmannii* Fournier y *Aulonemia laxa* (Maekawa) McClure, esta última endémica, la cual sólo se ha observado muriendo.

Cabe señalar que en el tipo de floración gregaria, el porcentaje de endémicas que muere es del 100%, por ejemplo *Chusquea glauca* L. G. Clark y *Rhipidocladum martinezii* Davidse & R.Pohl que se encuentran en peligro de desaparecer. Por otro lado, existe un 20 %

de endémicas que presentan rebrotes como *Rhipidocladum pittieri* (Hackel) McClure. Respecto a las introducidas no se cuenta con dato de la fenología (figura 53).

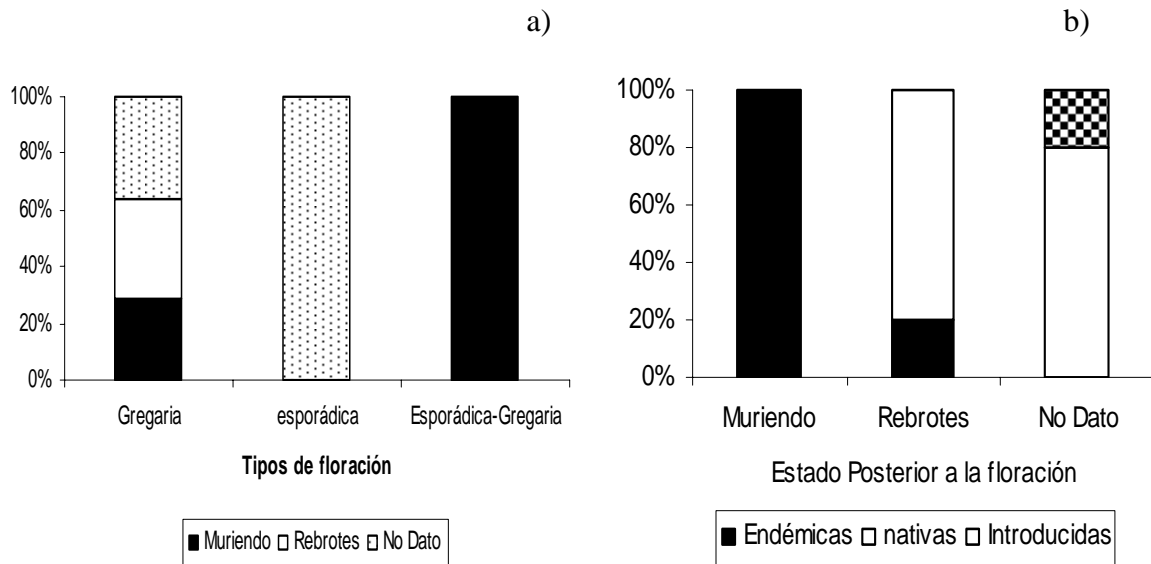


Figura 53. Tipos de floración y estado posterior a la floración a) Tipos de floración y su estado posterior en las especies de bambú en México b) Estado posterior a la floración gregaria en nativas, endémicas e introducidas.

La fenología es una característica que influye directamente en la productividad y por lo tanto en la rentabilidad del manejo de las especies de bambú (Montiel 1998). Dado que la falta de conocimiento de esta característica biológica-ecológica como la floración puede llegar a repercutir en forma de pérdidas económicas. Durante el proceso de planeación de una estrategia de aprovechamiento se deben contemplar la forma de contrarrestarla. Para resolverlo se han desarrollado varias técnicas para la propagación asexual por medio de partes vegetativa como el rizoma; así como la conservación de germoplasma (in vitro) (Yela 1994, Montiel 1998). Estas formas de propagación otorgan mayor seguridad y por lo tanto se incrementa la productividad durante el manejo con especies de bambú, lo que lo convierte en una opción rentable y sostenida en el tiempo. En México (Veracruz), se han llevado a cabo estudios de propagación vegetativa con la especie nativa *Rhipidocladum racemiflorum* (Steudel) McClure con óptimos resultados, con el fin de establecer plantaciones que permitan

obtener la materia prima de las artesanías de una manera rentable. Además de contribuir a la conservación al disminuir la extracción de su hábitat natural (Pale *et al* 2004). Sin embargo, si en este tipo de manejo no se toman las precauciones necesarias, puede presentar desventajas, principalmente las relacionadas con la homogeneidad genética del cultivo (Salas 2002). Debido a esto, es un tema que debe fomentarse su estudio y dar prioridad en las investigaciones, no sólo para aprovechamiento sino también para aspectos de conservación.

7.2.3 Tipos de crecimiento

En México el tipo de crecimiento que presentan las especies de bambú es predominantemente trepador (46%), seguido por el erecto (26%), y el reptante (2%). El tipo trepador está representado únicamente por las especies nativas como *Chusquea circinata* Soderstrom & Calderón y *Rhipidocladum pittieri* (Hackel) McClure, donde prácticamente la mitad de estas especies (43%) son endémicas (*Aulonemia laxa* (Maekawa) McClure y *A. fulgor* Soderstrom). Los culmos que crecen erectos también son en su mayoría nativos (83%) (*Guadua aculeata* Rupr. ex E. Fourn), entre estos el 17% son endémicas (*Chusquea perotensis* L. Clark, Cortés & Cházaro) y el restante 17% pertenece a especies introducidas. El tipo reptante o extendido sólo se ha observado en la especie endémica *Chusquea repens* L. Clark & Londoño (figura 54). El hábito de crecimiento es una adaptación que refleja los requerimientos ecológicos de luz de la planta, por lo que alguna vez puede llegar a variar de acuerdo a las condiciones del ambiente (Judziewicz *et al* 1999). Esto debe tomarse en cuenta para los fines que será utilizada la planta. Un ejemplo son las barreras rompe viento, donde se prefieren las que crecen erectas como la *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl.

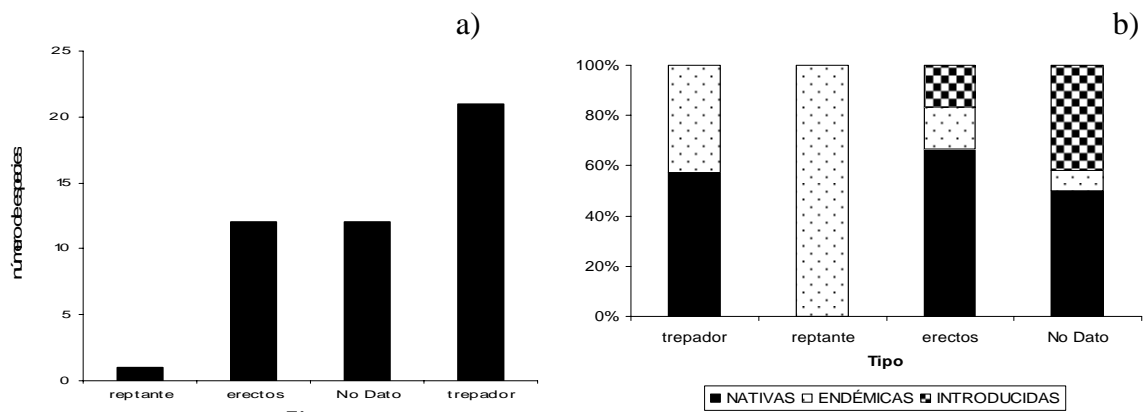


Figura 54. Tipo de crecimiento de las especies de bambú en México a) Tipo de crecimiento del total de especies de bambú en México b) Proporción del tipo de crecimiento entre especies nativas, endémicas e introducidas

7.2.4 Culmo

Las alturas de los culmos en las diferentes especies de bambú leñoso varían desde 0.5 m hasta superar los 40 m (Cortés 2000). En la República Mexicana se observan desde aproximadamente 5 m para especies nativas del género *Aulonemia* Goudot y *Arthrostylidium* Ruprecht, hasta 30 metros como las pertenecientes al género *Guadua* Kunth.

En el 70% de las especies nativas, la longitud del culmo no rebasa los 10 m de altura promedio. Por el contrario, sólo los géneros *Guadua* Kunth y *Olmeca* Soderstrom, este último endémico, llegan a los 20 y 12 m respectivamente. En contraste, todas las especies introducidas pertenecientes a 3 géneros, crecen más de 10 m, donde destaca la especie *Guadua angustifolia* Kunth de origen sudamericano que es la que mayor altura alcanza en el continente (>30 m) (figura 55).

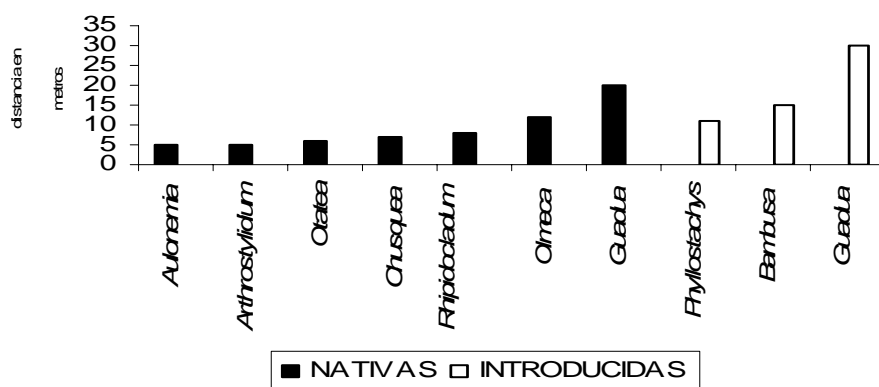


Figura 55. Altura promedio en metros de los culmos por género en México.

La altura que pueden alcanzar los culmos influye directamente en el tipo de aprovechamiento, y sobre todo en los rendimientos que se pretenden obtener, por lo que es importante considerar y calcular las medidas máximas y mínimas de la especie que se desea utilizar (Ruíz 1999). En la industria de la construcción y fabricación de papel se requieren culmos más largos, por lo que se prefieren especies del género *Guadua* Kunth o *Bambusa* Schreber (ONU 1972). Por ejemplo, en 1 ha se pueden cultivar alrededor de 450 plántulas de *Guadua angustifolia* Kunth, en promedio cada una produce 18 culmos, por lo que al final se pueden obtener hasta 8100 culmos (Ruíz 1999). Además, de cada vara madura que tiene una altura promedio de 20 m se obtienen desde la base hasta el ápice 5 tramos comerciales. Las bases al ser más rígidos se emplean para postes de cercas, las partes intermedias son las más importantes para la construcción de viviendas por ser las más sólidas, las partes altas al ser flexibles se destinan para andamios principalmente (Cruz 1994).

Respecto a la distancia entre nudos se encontró que las especies nativas del género *Chusquea* Kunth son las que presentan la mayor distancia entre 10 y 50 cm, seguidas por los miembros del género introducido *Bambusa* Schreber (20-40 cm). Las distancias mínimas entre nudos se observan en las especies del género endémico *Olmeca* Soderstrom (3-8 cm) (Tablas 5 y 6).

Tabla 5. Géneros nativos

Género	Distancia entre nudos (cm)
<i>Chusquea</i>	10-50
<i>Guadua</i>	15-30
<i>Otatea</i>	20-30
<i>Olmeca</i>	3-8
<i>Arthrostylidium</i>	No dato
<i>Rhipidocladum</i>	No dato
<i>Aulonemia</i>	No dato

Tabla 6. Géneros introducidos

Género	Distancia entre nudos (cm)
<i>Bambusa</i>	20-40
<i>Guadua</i>	15-30
<i>Phyllostachys</i>	5-20

La distancia que hay entre cada nudo es una característica particular de las especies que hacen del culmo una estructura sumamente resistente a la tensión. Destacan por su gran

flexibilidad gracias a la proporción de altura del culmo (15-30 m) con la distancia entre nudos (entre 15 y 40 cm) las especies introducidas *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl y *Guadua angustifolia* Kunth muy empleadas como material de construcción. La separación entre nudos favorece también diferentes apariencias muy valoradas en jardinería. Por ejemplo, para las especies del género *Bambusa* Schreber entre más estrecha sea la distancia entre nudos se considera más atractivas (Austin *et al* 1981) (Guillén 1995).

El diámetro del culmo en las especies de bambú nativas oscila en un rango entre 0.3 cm en promedio como en los miembros del género *Arthrostylidium* Ruprecht, hasta 15 cm en promedio para los del género *Guadua* Kunth. El 65 % de las especies nativas no tiene diámetros superiores a 4 cm. Mientras que todas las introducidas presentan diámetros mayores que varían desde 4 cm hasta >20cm como la *Guadua angustifolia* Kunth con 22 cm. (figura 56).

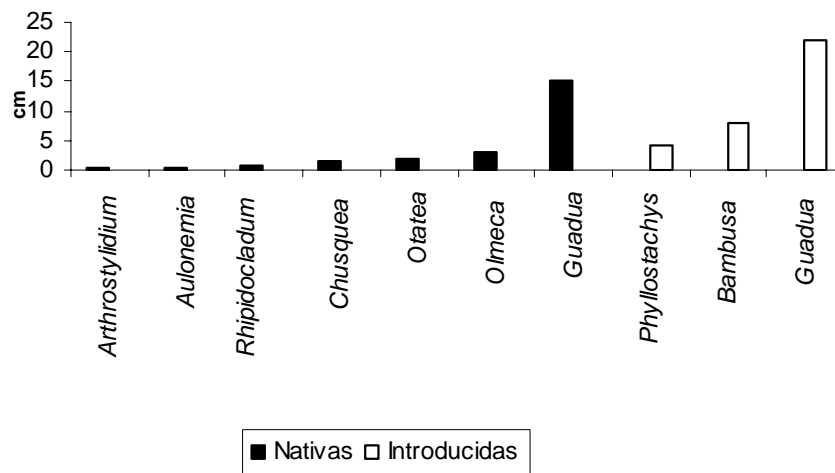


Figura 56. Diámetro promedio del culmo de las especies de bambú en cm por género en México.

La estructura interna del culmo puede ser sólida o hueca. En México, el 85% de las especies nativas son huecas como las de los géneros *Aulonemia* Goudot, *Arthrostylidium* Ruprecht, *Rhipidocladum* McClure y *Olmea* Soderstrom, este último endémico. Todos con la característica particular de presentar paredes delgadas (0.1- 0.5mm), a diferencia de los géneros *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom y *Guadua* Kunth donde las

paredes son gruesas (2-4cm). Por otro lado, el género *Chusquea* Kunth es el único con culmos sólidos, además de la especie *Guadua amplexifolia* Kunth. El 100% de las especies introducidas son huecas (figura 57).

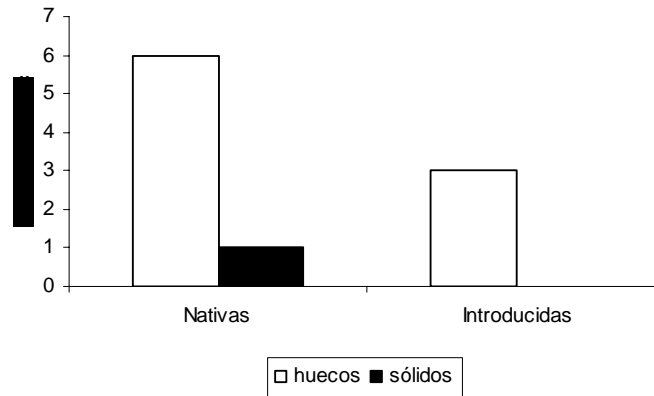


Figura 57. Estructura interna del culmo de los géneros de bambú en México.

La estructura interna de los culmos influye en la cantidad de biomasa (peso y densidad), así como en su maleabilidad y elasticidad. Estas características a su vez determinan el tipo de aprovechamiento (Guillén 1995). Por ejemplo, las especies huecas al tener menor peso son frecuentemente empleadas para construir techos, mientras que con las sólidas o con paredes gruesas (como las especies del género *Guadua* Kunth), son para estructuras que requieren mayor soporte como muros, puertas, etc. En la elaboración de artesanías se usan preferentemente las huecas al ser más sencilla la modificación de su forma, como sucede con las especies introducidas del género *Phyllostachys* Rivière & C. Rivière. Sin embargo, las nativas del género *Rhipidocladum* McClure, que son sólidas, el diámetro de su culmo por ser tan estrecho (0.5cm) le permite ser manejado con facilidad.

7.2.5. Densidad de poblaciones

Bajo el criterio de las observaciones de los colectores se determinaron 6 categorías acerca de la densidad de diferentes poblaciones para 19 especies nativas (donde el 40% son endémicas), pertenecientes a 6 géneros diferentes. Así como para 5 introducidas de 3 diferentes géneros. Aunque el período de observaciones abarca desde 1911 hasta el 2004, no es continuo en ninguna especie. De acuerdo con Brown (2003), las poblaciones de organismos endémicos al presentar una distribución restringida suelen tener menores abundancias tal como se observa entre la endémica *Aulonemia laxa* (Steudel) McClure y la especie nativa de amplia distribución *Rhipidocladum racemiflorum* (Steudel) McClure (figura 58 a). Este mismo autor señala que las especies de un mismo género o las que están estrechamente relacionadas taxonómicamente al presentar los mismos requerimientos ecológicos presentan las mismas necesidades, por lo que su distribución y abundancia son muy semejantes entre sí. Por ejemplo, las especies del género *Guadua* Kunth la mayoría se encuentra sólo dentro de las categorías regular y abundante (figura 58 b). Sin embargo existen poblaciones de especies nativas con densidades muy heterogéneas donde al parecer no existe ningún patrón a través del tiempo, como alguna tendencia a disminuir o aumentar. En estos casos Brown (2003) sugiere que la abundancia de las poblaciones puede ser la respuesta a condiciones locales (figura 58 c, d, e).

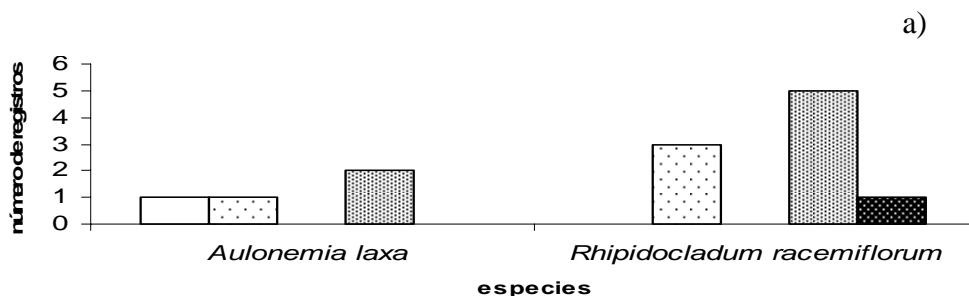


Figura 58. Densidad de poblaciones de géneros nativos. a) Diferencia de abundancias entre una especie endémica y una nativa de amplia distribución, b) Similitud de abundancia entre especies de un mismo género *Guadua* Kunth, c) Abundancia heterogénea en especies de un género diverso, d) Abundancia heterogénea en especies de un género endémico, e) Abundancia heterogénea de un género de especies de amplia distribución.

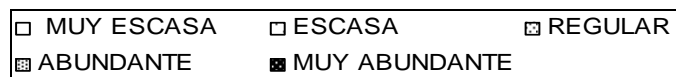
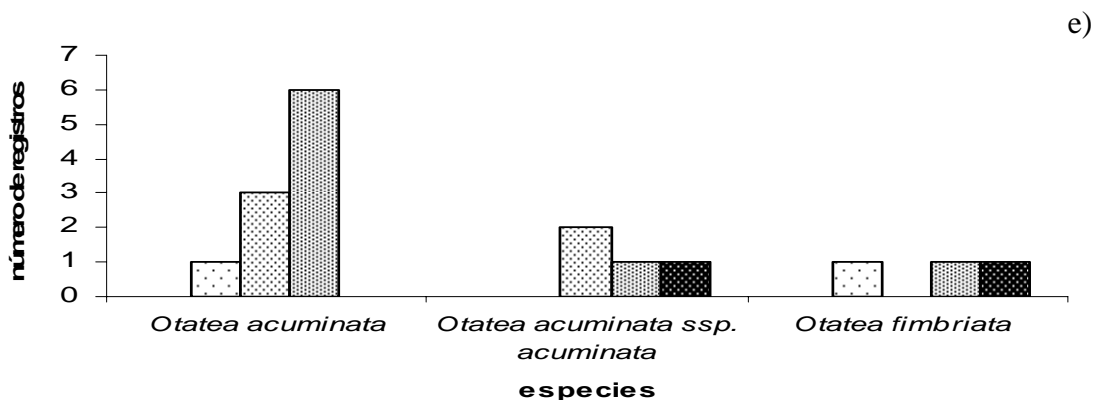
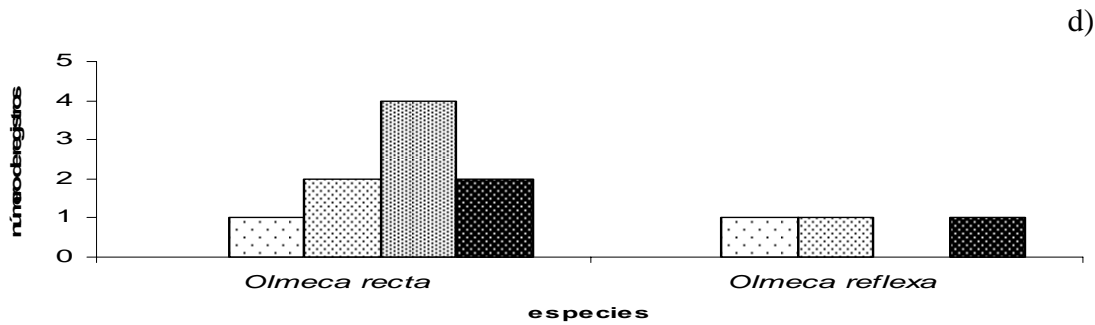
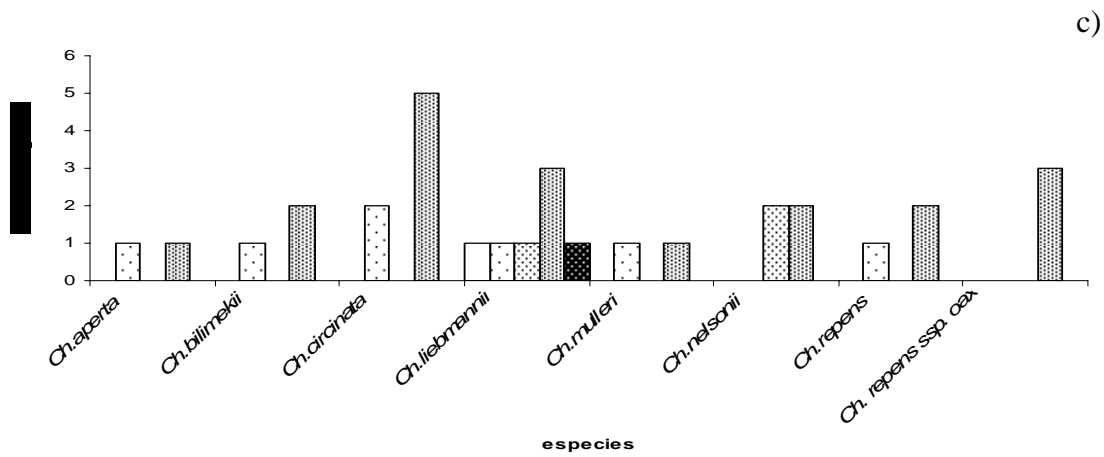
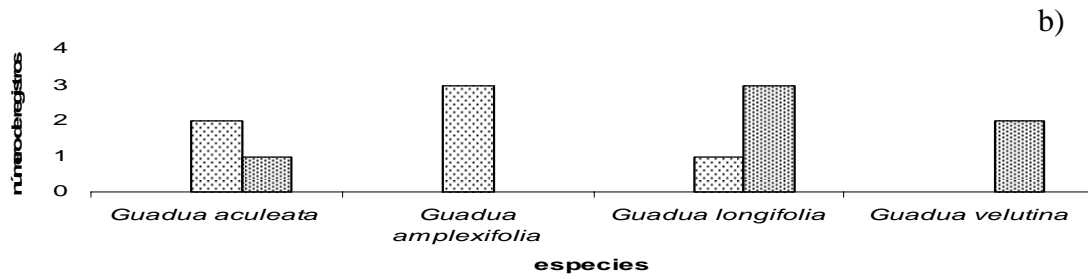


Figura 58. Continuación.

Para el caso de las introducidas se observa que las cinco especies tienen poblaciones en cultivo. Al estar controladas bajo sistemas de plantaciones se disminuye el riesgo ecológico de que se conviertan en invasoras, debido a que depende del manejo en sí de la especie y no de su origen (Vázquez 2002, CIICA 1998) (figura 59). La *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl es la que presenta un mayor número de plantaciones debido a que es una de la más empleadas. Aunque las plantaciones de *Guadua angustifolia* Kunth son las de mayor extensión en el continente americano (Bambúes de México 2005).

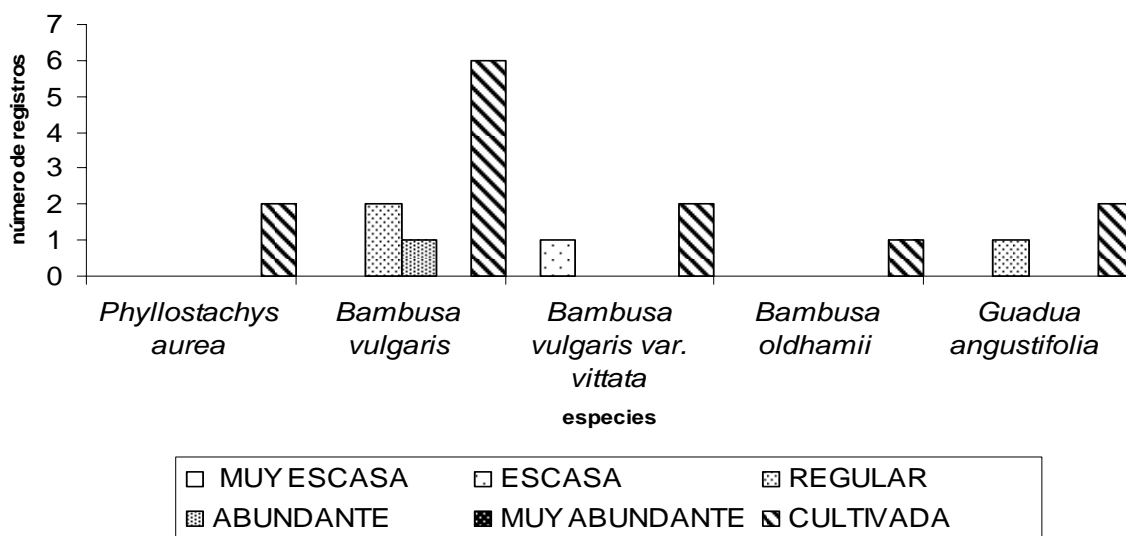


Figura 59. Densidad de poblaciones de especies introducidas en México.

A través de la descripción de la taxonomía de las especies de bambú en México, se pueden observar diferentes características que representan ventajas muy particulares las cuales bajo un manejo responsable se pueden optimizar para obtener múltiples beneficios.

Es importante señalar que los estudios sobre bambú están dirigidos exclusivamente a aspectos taxonómicos, por lo que la información de datos biológicos y ecológicos (fenología, reproducción, crecimiento) no es suficiente sobre todo para las especies endémicas donde es imperativo contar con estos datos para evitar que sigan disminuyendo las poblaciones.

7.3. Etnobotánica del bambú en México

La Etnobotánica es el estudio de los usos tradicionales de los recursos vegetales existentes en una región determinada, y por lo tanto de una población culturalmente definida (Cortés 2005). Lo anterior, resulta muy valioso desde el punto de vista cultural, ecológico y económico debido principalmente a que el conocimiento sobre la forma de utilizar los distintos recursos vegetales se transmite y conserva a través de generaciones, lo cual a su vez, permite conocer la importancia que tienen las plantas en la economía local, su historia, costumbres, cosmovisión, creencias, religión, ceremonias, y hasta curaciones que conservan estos grupos sociales desde sus antecesores (Nieves *et al* 2004). Además, por la estrecha relación de respeto y equilibrio que guardan con los elementos de la naturaleza, las formas de aprovechar las plantas generalmente es en forma sustentable, es decir las utilizan sin agotarlas. A través del estudio de la etnobotánica se ha contribuido además a encontrar fuentes alternativas para solucionar algunos de los problemas que se presentan en la actualidad principalmente de salud (Higareda *et al* 2004). También permite descubrir nuevos potenciales de usos de las plantas (Ross y Molina 2002), o simplemente es un medio para difundir la cultura en forma de productos artesanales (Peters *et al* 2003).

En un país pluricultural como México el mismo recurso biológico llega a presentar diferentes usos y significados según las distintas etnias y territorios, tal como es el caso del bambú que ha sido utilizado desde tiempos prehispánicos. La evidencia gráfica está en el Códice Azteca *Matrícula de Tributos*, en él se muestran varas de *Otatea acuminata* (Munro) C. Calderón & Soderstrom empleadas en la construcción de casas-habitación bajo la técnica de bahareque. También se observan flechas de guerreros aztecas fabricadas con el mismo material (Cortés 2004). De igual manera esta especie nativa conocida como "Otate" es de gran importancia para la etnia huichola; sólo que aquí constituye un material fundamental para la elaboración del equipal, "uveni" (en huichol), un tipo de sillón confeccionado 100% de

productos naturales. Se conoce del código *Mendocino*, donde está representado como un mueble exclusivo para los Señores. El equipal de los Mara'akate (nombre en huichol de los curanderos-sacerdotes) de acuerdo con la costumbre Wixarika, requiere de un diseño especial pues es la fuente de salud y larga vida de estas personas con poderes sobrenaturales y capaces de curar enfermedades. Se dice que en estos muebles sólo pueden sentarse los hombres, porque a las mujeres les trae enfermedades, mala suerte y malos espíritus. Hoy en día, además de tener un uso especial en la etnia Huichola, constituye una artesanía muy atractiva, aunque para estas versiones comerciales el borde del asiento se encuentra recubierto con piel de res y no de venado como el original (Vázquez *et al* 2004) (figura 60).

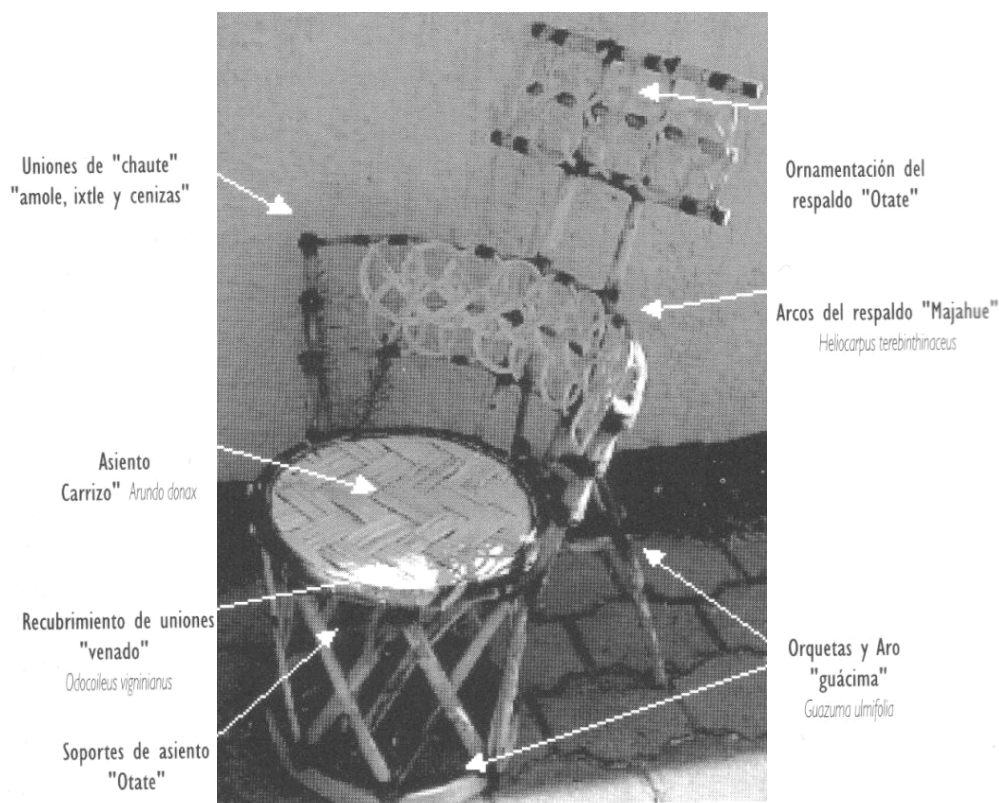


Figura 60. Equipal de los Mara'akate (Vázquez *et al* 2004).

En la actualidad las especies nativas e introducidas de bambú en México tienen diferentes usos agrupados en 12 categorías (figura 61).

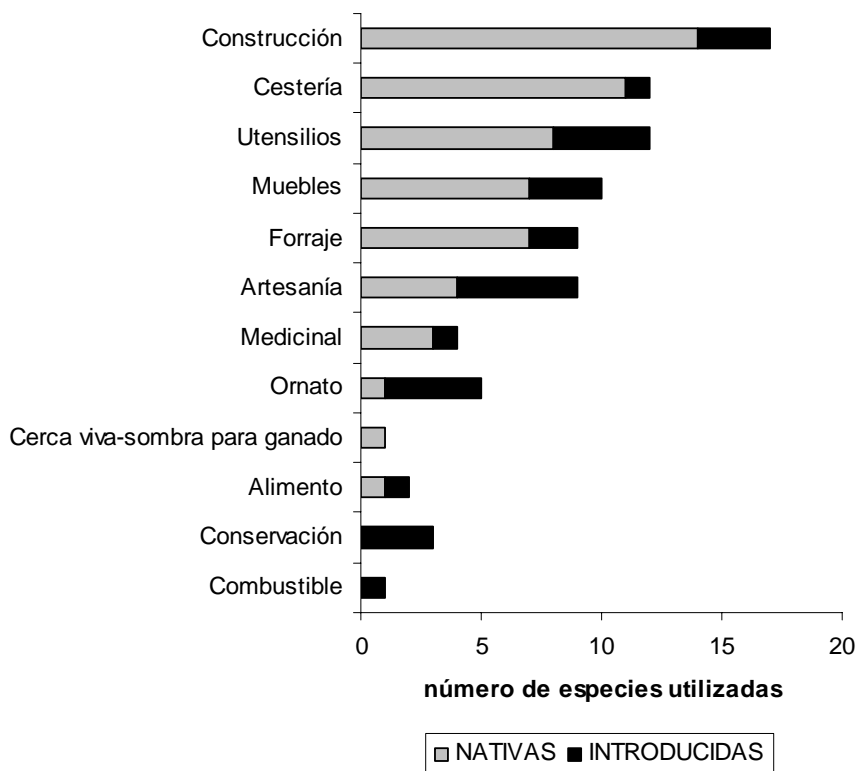


Figura 61. Usos de las especies nativas e introducidas de bambú en México.

Las especies introducidas presentan usos exclusivos como combustible y en la conservación de suelos. En la Sierra Norte de Puebla, utilizan a la *Guadua angustifolia* Kunth para leña, pero en el Estado de Chiapas esta misma especie es utilizada con fines de regeneración de suelos y estabilidad de laderas. En Huatusco Veracruz, siembran la especie *Bambusa oldhamii* Munro para utilizarla como barrera rompevientos. Es importante resaltar que la utilización de *Guadua angustifolia* Kunth y *Bambusa oldhamii* Munro, además de la restauración ecológica y los servicios ambientales que ofrecen, también se obtiene materia prima para la construcción de casas; lo cual permite que la utilización de especies de bambú sea múltiple. En este mismo sentido, la empresa de Cementos Apasco de Orizaba Veracruz, con el propósito de restaurar o recuperar el suelo de las zonas donde la explotación de cantera de calizas ha reducido la materia orgánica del suelo, siembran *Phyllostachys bambusoides*

Siebold & Zucc. para revertir los impactos negativos de la extracción de lítico. Esta medida ha obtenido excelentes resultados, pues se ha observado que evita la erosión y contribuyen a incrementar la retención de agua en el suelo por su sistema de raíces (CIICA 1998, Ordóñez 1999, Castañeda *et al* 2005). Lo anterior, se debe a que estas especies cuentan ya con estudios ecológicos de los países de donde son originarias lo que permiten su utilización. En la zona de la Huasteca, la especie nativa *Guadua aculeata* Rupr. ex E. Fourn por sus espinas es la única especie empleada para cercas vivas y sombra para ganado (MEXU 2004) (figura 62).

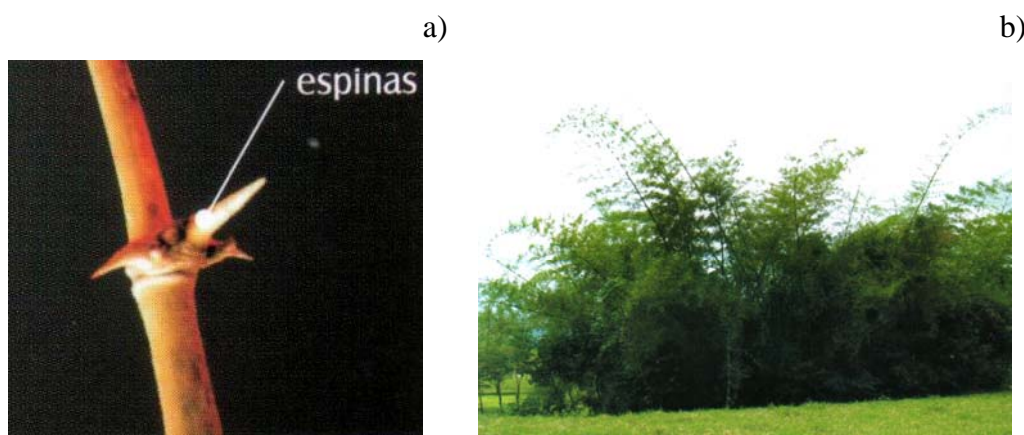


Figura 62. a) Espinas de *Guadua aculeata* Rupr. ex E. Fourn, b) Cerca viva con *Guadua aculeata* Rupr. ex E. Fourn (Mejía 2004).

En México, el principal uso de las especies de bambú es dentro de la construcción generalmente tipo rústico (figura 61). La parte de las especies que más se emplea son los culmos. Por ejemplo, destacan las especies nativas como *Rhipidocladum pittieri* (Hackel) McClure debido a que es la especie más robusta de su género, en concreto, en la localidad del Zapotal en Chiapas se techan interiores; en el Estado de Guerrero, utilizan *Chusquea liebmannii* Fournier para envarillar los techos. Por otro lado, las especies del género *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom se emplean generalmente en las regiones de Jalisco, Colima y Veracruz para construir puertas, techos y paredes bajo el sistema de “bahareque”. La *Otatea ssp. acuminata*, que es la de menor en tamaño y más delicada se emplea además para hacer barandales, cercas y corrales. La *Otatea ssp. aztecorum* R.

Guzmán, Anaya & Santana que en pocas semanas alcanza su estatura definitiva, sirve para los soportes de castillos en juegos pirotécnicos (MEXU 2004).

Con respecto a las especies del género *Guadua* Kunth, las características de sus culmos (gruesos, altos y resistentes) son las que mayormente son utilizadas en la construcción. La *Guadua aculeata* Rupr. ex E. Fourn que alcanza mayor longitud y diámetro (>20 m, >15 cm, respectivamente), son utilizadas para la elaboración de paredes, puertas, ventanas, techos, travesaños y cercas en la región norte de Veracruz y Puebla (Mejía 2004). Los culmos son tratados con 70% de Etanol para prolongar su vida útil. En ocasiones el culmo es cortado a la mitad longitudinalmente y golpeado hasta formar un tablero plano. En el municipio de Nautla en Veracruz con *Guadua longifolia* (Fourn.) R. Pohl también se hacen travesaños, techos, tapancos, paredes, puertas, ventanas, cercas y corrales (MEXU 2004) (figura 63).

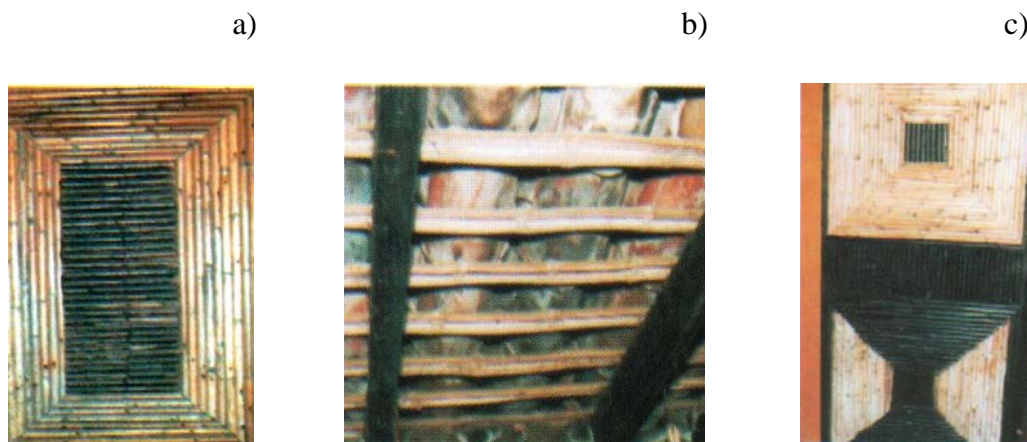


Figura 63. Estructuras fabricadas con *Guadua aculeata* Rupr. ex E. Fourn. a) Ventana, b) Travesaños, c) Puerta (Mejía 2004).

La forma biológica sin espinas de la especie *Guadua amplexifolia* J.S. Presl hace que sea más sencillo trabajarla para la construcción con respecto a las otras especies de su género (Cortés 2005). Por ejemplo, en Campeche y Tabasco la utilizan para hacer las paredes de las viviendas que se caracterizan por su alta resistencia. Desde el punto de vista cultural, cabe mencionar que la acción de cortar *Guadua amplexifolia* J.S. Presl con respecto a las fases de la luna es una sabiduría tradicional reconocida sólo por algunos pueblos Chontales de

Tabasco (Cortés 2005). Por otro lado, *Guadua paniculata* Munro aunque es la de menor tamaño y grosor de las especies de su género en México, también es usada en la construcción de cercos y silos para almacenamiento de maíz en el municipio de Casimiro Castillo en la Sierra de Manantlán en Jalisco (Santana 1992). La especie endémica *Guadua velutina* Londoño L. G. Clark se caracteriza por poseer los culmos con las paredes más gruesas, lo cual tiene implicaciones positivas en la construcción; ya que se emplea para edificar cercas en las casas en San Luis Potosí. Otras especies también endémicas con algún uso en construcción son *Aulonemia laxa* (Steudel) McClure, *Olmeca recta* Soderstrom que en Hidalgotitlán Veracruz sirve para erigir viviendas, *Chusquea perotensis* L. Clark, Cortés & Cházaro que a diferencia de las otras especies de su género, es robusta y con culmos huecos por lo que se utiliza para construir bardas en Veracruz (MEXU 2004).

Sólo tres especies introducidas de bambú son utilizadas para la construcción en México. Por ejemplo, *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl se utiliza para la construcción de cercas, muros, ventanas y puertas de viviendas, además de kioscos y andamios entre otras estructuras en Tamaulipas y norte de Veracruz. Como se había mencionado anteriormente, existen plantaciones de *Bambusa oldhamii* Munro en Veracruz y de *Guadua angustifolia* Kunth en Chiapas, de donde se obtiene materia prima para la construcción. Cabe señalar que esta última especie por el tamaño de sus culmos >30 m de altura y >20 cm diámetro además de ser la más larga del continente posee una alta resistencia a hongos e insectos xilófagos, características que la coloca entre las mejores a nivel mundial para la construcción (Cruz 1994).

Uno de los usos más frecuentes para las especies sobre todo nativas de bambú en México es en cestería (figura 61). Por ejemplo, se emplea generalmente el culmo entero cuando es delgado y flexible además de las ramas, como las especies del género *Rhipidocladum* McClure y *Chusquea* Kunth entre las que destacan por su ramificación

abundante *R. racemiflorum* (Steudel) McClure, *R. pittieri* (Hackel) McClure, *Ch circinata* Soderstrom & Calderón, *Ch. nelsonii* Scribn. & J.C.G. Sm. y las endémicas *R. martinezii* Davidse & R.Pohl y *Ch. bilimekii* E. Fourn. Otra técnica es separar el culmo en tiras longitudinalmente, donde sobresalen las especies *Guadua paniculada* Munro, las del género *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom, y las introducidas *Phyllostachys bambusoides* Siebold & Zucc.y *Guadua angustifolia* Kunth. Con ambos métodos se tejen canastas, fruteros y maceteros de distintos tamaños. Las entidades federativas donde se observa esto principalmente son Veracruz, Puebla, Jalisco, San Luis Potosí y Chiapas donde las mujeres de la cultura *Mam* aprenden a tejer las cestas desde que son niñas (Cortés 2005) (figura 64).

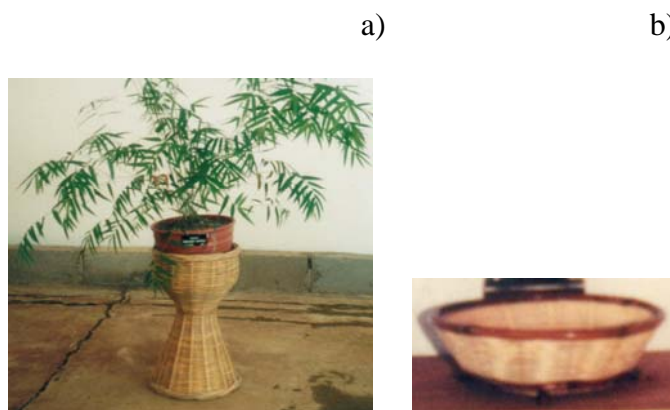


Figura 64. Cestería a base de bambú. a) Macetero, b) Frutero (Exposición Bambúes Nativos de México XVI Congreso de Botánica Oaxaca 2004, Mejía 2004).

Las diferentes partes del bambú como rizomas, ramas y culmo se utilizan como utensilios domésticos, implementos agrícolas o para construir herramientas. Se emplean principalmente las nativas como las del género *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom para hacer mangos de escoba, bastones, garrochas para cortar fruta, o como tutores para tomate (MEXU 2004, Mejía Dávila 1992). Con especies como *G. paniculada* Munro se construyen trampas para la captura del chacal en la Sierra Manantlán de Jalisco (Santana 1992). Entre las introducidas destaca la *Guadua angustifolia* Kunth en la Sierra

Norte de Puebla donde debido a la longitud que alcanza el culmo lo emplean para hacer canales conductores de agua o jugo de caña (Martínez *et al* 1995).

Para confeccionar muebles se emplean principalmente los culmos de las especies nativas del género *Otatea* McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom, principalmente se utilizan para la elaboración de sillas y bases para cama. En la población de Monte Blanco Veracruz, utilizan en conjunto a las especies nativas e introducidas para construir una gran variedad de muebles como mecedoras, cunas, bancos, mesas, etc. de diferentes diseños. Por ejemplo, los delgados culmos de *Rhipidocladum racemiflorum* (Steudel) McClure se emplean para tejer los respaldos de sillas, sillones. Por otro lado, también son utilizadas para decorar alacenas y biombos contruidos con los culmos de *Phyllostachys aurea* Rivière & C. Rivière y *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc., debido a que presentan la ventaja de que mediante la técnica de aplicar calor pueden ser flexionados, además de adquirir un color oscuro similar al de la madera (Pale y Mejía 2004) (figura 65).



Figura 65. Diferentes muebles confeccionados con especies nativas e introducidas bambú. a) Base para cama, b) Biombo, c) Alacena, d)-e) Modelos de cuna, f) Mecedora, g) Silla plegable, h)-i) Mesitas plegables de *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc. y *Ph. aurea* Rivière & C. Rivière con amarres de cascarilla de rattán. (Exposición Bambúes Nativos de México XVI Congreso de Botánica Oaxaca 2004, Pale y Mejía 2004, Mejía 2004).

Otro uso de las especies de bambú en México es para el forraje, generalmente se utilizan las hojas de especies de tallos delgados y frágiles para alimento de ganado bovino, caprino, y equino. Predominan en este uso las del género *Chusquea* Kunth como las endémicas *Chusquea aperta* L. G. Clark y *Ch. perotensis* L. Clark, Cortés & Cházaro en Veracruz. Las introducidas *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl y *Guadua angustifolia* Kunth también son empleadas para la producción de forraje; con la primera se alimenta a los pandas de los zoológicos y la segunda a diferencia del resto de las especies la parte que consume el ganado son los brotes (Martínez *et al* 1995) (figura 66).

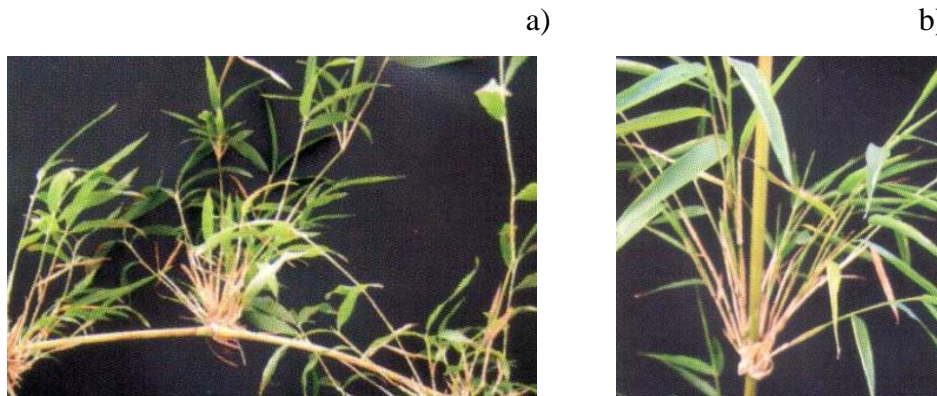


Figura 66. a) *Chusquea aperta* L. G. Clark, b) *Chusquea perotensis* L. Clark, Cortés & Cházaro (Mejía 2004).

Existe una gran variedad de productos artesanales elaborados con los culmos, y ramas de las especies de bambú en México. En proporciones similares se utilizan tanto las nativas como las introducidas, destacan al igual que en los muebles las especies *Rhipidocladum racemiflorum* (Steudel) McClure y las del género *Phyllostachys* Rivière & C. Rivière *Ph. aurea* Rivière & C. Rivière y *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc. por las cualidades ya mencionadas. Por ejemplo, en Veracruz con estas especies se elaboran aretes, collares, juguetes, lámparas y cortinas. Además, estas especies comúnmente se combinan con otros materiales también naturales como bellotas (frutos de *Quercus* ssp.) y lágrimas de San Pedro (*Coix lacryma-jobi*) (Pale com. per.). Por las dimensiones que alcanzan los diámetros de los culmos de *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl, *Bambusa oldhamii* y *Guadua angustifolia*

Kunth generalmente se hacen floreros, los de la última especie suelen adornan los altares de las iglesias de los poblados en la Sierra Norte de Puebla (Martínez *et al* 1995) (figura 67).



Figura 67. a)-b) Distintos diseños de cortinas con *Phyllostachys aurea* Rivière & C. Rivière, frutos de *Quercus* y *Coix lacryma-jobi*, i c)-d) Diferentes tipos de lámpara *R. racemiflorum* (Steudel) McClure, *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc., frutos de *Quercus* y *Coix lacryma-jobi*, e) Portal de *R. racemiflorum*(Steudel) McClure, *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc. *Bambusa oldhamii* Munro, *Ph. aurea* Rivière & C. Rivière, frutos de *Quercus*, f) Juguetero g) Juguetes de *Ph. aurea* Rivière & C. Rivière, h) Lapicero, lápices y plumas de *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc. i) Tarro y florero de *Bambusa oldhamii* j) Abanico k) Alhajero y cenicero de *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc., l) Collares pulseras, aretes de *Ph. aurea* Rivière & C. Rivière y *Rhipidocladum racemiflorum*(Steudel) McClure, alhajero de *Otatea acuminata* (Munro) C. Calderón & Soderstrom, m) Rosarios de *Ph. aurea* Rivière & C. Rivière, frutos de *Quercus* y *Coix lacryma-jobi* n) Cristo o) Bolso de mano a base de *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc., p) Perchero de *Ph. aurea* Rivière & C. Rivière, frutos de *Quercus* y *Coix lacryma-jobi* q) Macetero colgante *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc. r) Maceta *Ph. aurea* Rivière & C. Rivière, *R. racemiflorum* (Steudel) McClure, s) Revistero *Ph. aurea* Rivière & C. Rivière, *R. racemiflorum* (Steudel) McClure, *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc. Exposición Bambúes Nativos de México XVI Congreso de Botánica Oaxaca 2004 (Pale y Mejía 2004, Mejía 2004).



Figura 67. Continuación.

En herbolaria también existen usos de las especies de bambú. Se tratan afecciones del riñón con la *Guadua longifolia* (Fourn.) R. Pohl y la especie endémica *Chusquea bilimeki* E. Fourn. Con las hojas de estas especies se prepara una especie de infusión y se toma como

agua de tiempo (MEXU 2004). *Chusquea bilimeki* E. Fourn se comercializa en los mercados del Estado de México (Cortés 2005). La *Guadua aculeata* Rupr. ex E. Fourn se utiliza tanto para heridas y como anticonceptivo en Veracruz; en el mismo Estado es el único donde se reporta la especie introducida *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl como medicinal.

La única especie nativa que se utiliza en México para ornato es la *Rhipidocladum racemiflorum* (Steudel) McClure. El resto está constituido por introducidas principalmente las especies del género *Bambusa* Schreber, por ejemplo la *Bambusa vulgaris* var. *vittata* Rivière & C. Rivière es muy apreciada por el color de sus culmos amarillos con vetas verdes. Cabe mencionar que la especie nativa *Otatea acuminata* (Munro) C. Calderón & Soderstrom es producto de exportación para ornato para Estados Unidos, donde es conocida como "Mexican weeping bamboo" (bambú llorón) por la estructura de sus ramas. Además alrededor de 24 especies nativas de *Guadua* Kunth, *Chusquea* Kunth, *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom, *Rhipidocladum* McClure y *Olmea* Soderstrom, son cultivadas en viveros de Estados Unidos y Europa para emplearlas como ornato (MEXU 2004, Judziewicz et al 1999) (figura 68).



Figura 68. Especies nativas ornamentales a) *Rhipidocladum racemiflorum*(Steudel) McClure b) *Otatea acuminata*(Munro) C. Calderón & Soderstrom (Pale y Mejía 2004, Rect y Wetterweld sa).

En el continente Asiático, los usos comestibles del bambú son muy amplios, sin embargo en México, las dos únicas especies que se utilizan para consumo como alimento humano son la nativa *Guadua longifolia* (Fourn.) R. Pohl y la introducida *Bambusa oldhamii* Munro ambas en Veracruz, la parte comestible es el rebrote (MEXU, Cortés com. per.).

En total se reportan como útiles 23 de las 38 especies y subespecies nativas, y 6 de las 7 introducidas, es decir el 60 % y 86 %, respectivamente (figura 69). Las especies nativas más empleadas en el país son las del género *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom , seguidas del género *Guadua* Kunth debido a la resistencia y dimensiones del culmos que de igual manera pueden ser empleados en construcción o para fabricar utensilios y en el caso de la primera también cestería. Otra especie también muy utilizada en México es la *Rhipidocladum racemiflorum* (Steudel) McClure que por la flexibilidad y delgadez del culmo se ocupa en trabajos finos dentro de la elaboración de muebles, y en la manufactura de artesanías y cestería, por el contrario la mayoría del género *Chusquea* Kunth no presentan ningún uso. Sin embargo las especies introducidas *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl y *Guadua angustifolia* Kunth presentan el mayor número de usos a nivel nacional, debido principalmente a la amplia distribución de la primera; y a las dimensiones y resistencia del culmo así como el sistema de rizomas, ambas especies cubren de esta manera las necesidades de la población (figura 69).

Por otro lado, el 62% de las especies endémicas tiene algún uso dentro de las doce categorías, aunque se emplean con mayor frecuencia en la construcción (34 %) y forraje con un 25 %, ninguna es utilizada para fabricar utensilios o como ornato (figura 70).

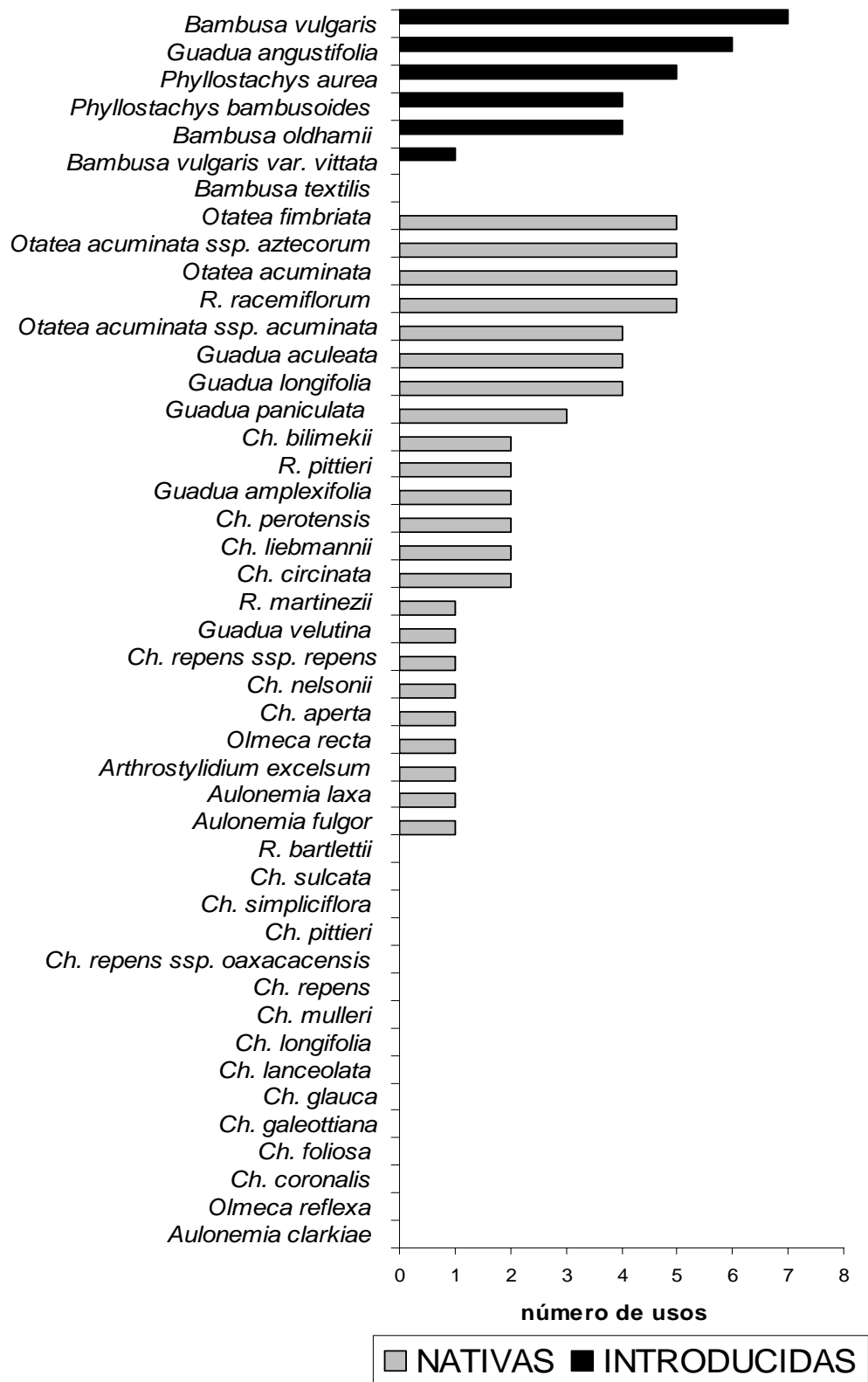


Figura 69. Proporción de usos entre especies nativas e introducidas de bambú en México.



Figura 70. Usos de las especies endémicas de México

Aunque las especies de bambú en México se encuentran distribuidas en 27 Estados, en más de la mitad (51 %) no se reporta ningún uso con las especies de bambú. Por ejemplo, en el Estado de Guerrero, que a pesar de ocupar el 4^{to} lugar a nivel nacional en riqueza de especies de bambú, aparentemente sólo utilizan una. Esto puede deberse a la falta de información publicada o reportada, o a una verdadera subutilización de los recursos de la Entidad. En contraste, en Veracruz se emplea el mayor número de especies tanto nativas como introducidas (39 %), seguido de Chiapas con 15 % y Jalisco 10 % (Figura 71).

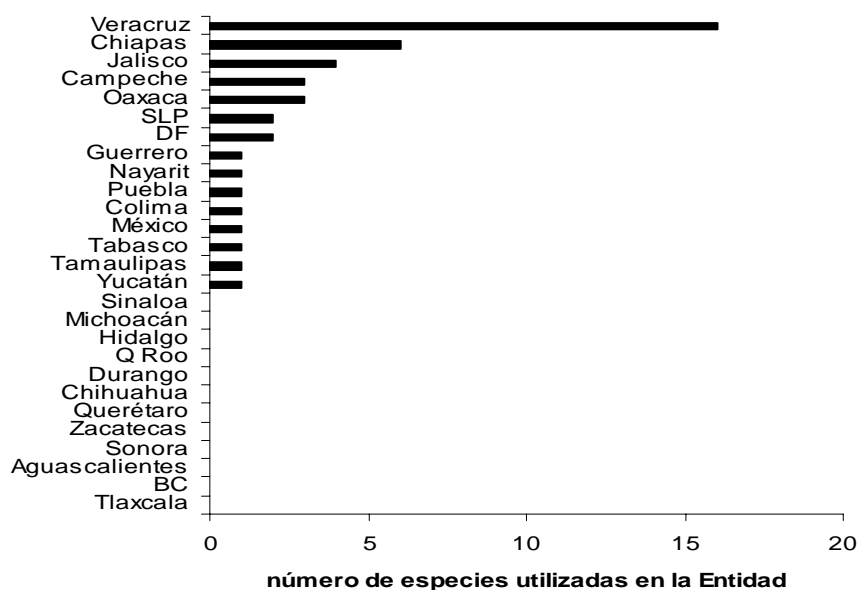


Figura 71. Especies de bambú en México que presentan 1 o más usos por Entidad Federativa.

7.4. Etnolingüística

A través del estudio de los nombres comunes de las especies vegetales es posible conocer la percepción de un grupo social sobre la naturaleza (Martínez *et al* 1995). En un país como México donde existen poco más de 60 etnias con lenguas diferentes este tipo de estudios contribuye también a saber más sobre su historia y sus movimientos por razones de comercio, guerra o invasión, debido a que la tendencia de un grupo dominante es la de imponer su lengua. Tal es el caso de los nahuas en el país, donde la mayoría de la denominación de las especies vegetales está en su idioma. Por la misma razón, es que se da el caso de castellanización de nombres indígenas (Cortés 2005, Martínez *et al* 1995). Las especies de bambú como parte de la flora de México no son la excepción, ya que el 76 % de las especies nativas son conocidas por uno o más nombres locales como las especies *Guadua longifolia* (Fourn.) R. Pohl y *Rhipidocladum racemiflorum* (Steudel) McClure que llegan a tener hasta 13 denominaciones diferentes cada una. Aproximadamente la mitad de las especies que tiene algún nombre local recibe entre uno y tres nombres en lengua indígena. Un poco más de la cuarta parte (28 %) sólo tiene nombres en lengua indígena como la especie endémica *Aulonemia laxa* (Steudel) McClure que en los Valles Centrales de Chiapas se le conoce como "Güish o vish" (MEXU 2004) (figura 72). El nombre que con mayor frecuencia se utiliza (más de 7 especies entre ellas las del género *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom) es "otate" la forma latinizada del nahuatl "otatl" que significa caña sólida. Cuando la vegetación está dominada por estas especies se conoce como "otatera" (Cortés 2005).

El nombre o adjetivos con los que vulgar y regionalmente se conoce a una gramínea (como las especies de bambú) generalmente corresponde a alguna característica sobresaliente de su morfología, sabor, lugar de origen o hábitat (Torres 1993). Por ejemplo: el "bambú espinudo" o "jimba espinuda" es como se le llama en Veracruz y Tabasco a la *Guadua*

longifolia (Fourn.) R. Pohl y a la *G. paniculata* Munro en Chiapas (municipio de Ángel Albino Corso) respectivamente. Por el contrario, la especie del mismo género que no tiene espinas *G. amplexifolia* J.S. Presl en Veracruz comúnmente se le dice “tarro” o “caña mansa”. Con respecto a su lugar se origen “bambú mexicano”, así se le conoce a la *G. aculeata* Rupr. ex E. Fourn en Veracruz. Con referencia al hábitat, “verde monte carrizo” se le dice a *Chusquea perotensis* L. Clark, Cortés & Cházaro en Oaxaca (municipio de Totontepec). En cuanto al gusto, en Jalisco en la Sierra de Manantlán a *Otatea acuminata ssp. aztecorum*, *aztecorum* R. Guzmán, Anaya & Santana se le llama “otate dulce” también se puede hacer alusión a la similitud con otras cosas “bambú cortina” como se le conoce a la especie *Arthrostylidium excelsum* Griseb en Chiapas, “Bijuco rodillo” a *Chusquea liebmannii* Fournier en Sinaloa (Sierra Tacuichamona) la misma especie recibe el nombre de “Otate corona” en Guerrero (municipio Mochitlán) (MEXU 2004, Guzmán *et al* 1992).

Las especies introducidas por el poco arraigo cultural rara vez llegan a presentar nombre autóctono (Martínez *et al* 1995). Sin embargo, las especies de bambú introducidas en México debido al tiempo que llevan en el país (más de medio siglo), su amplia distribución (presencia en más de la mitad de los Estados con especies de bambú) y el gran número de usos de especies como la *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl o *Guadua angustifolia* Kunth llegan a tener en ocasiones mayor número de nombres indígenas que especies nativas como *Otatea fimbriata* Soderstrom o *Rhipidocladum bartletti* (McClure) McClure. Incluso, tiene más nombres que las especies endémicas como *Aulonemia fulgor* Soderstrom o como *Rhipidocladum martinezii* Davidse & R.Pohl y algunas del género *Chusquea* Kunth como *Ch. repens* L. Clark & Londoño, que no se ha reportado en alguna lengua indígena. Algunos nombres con los que se le conoce a la especie introducida *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl son “bambú grueso”, “otate huasteco”, “bambú amarillo”, “bambú común”, “bambú patamba”, “cupamu”, “sacaú”, “bambú rayado”, “vulgaris” (MEXU 2004) (figura 72).

En la porción sur del país (Estados de Veracruz y Chiapas) es donde se concentra el mayor número de especies con más diversidad de nombres comunes (40 %). Los siguientes son Jalisco (13 %) y Oaxaca (10 %) (figura 73). Esto indica el grado de interacción que existe entre un recurso en este caso las especies de bambú con la población. Por ejemplo, en la localidad de Monte Blanco municipio de Teocelo en Veracruz, el bambú es el elemento más importante para la elaboración de artesanías, y por lo tanto para la economía del sitio. El 17 % son artesanos de bambú más un 4 % que se dedica a la venta de estos productos (Bernadat *et al* 2004).

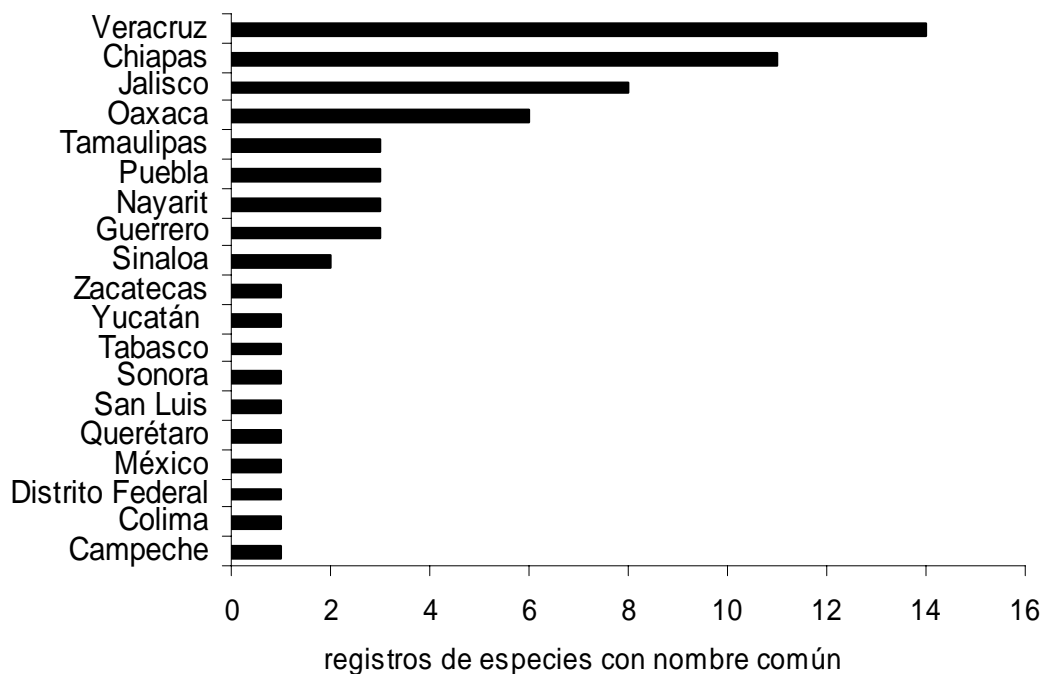


Figura 73. Entidades Federativas con mayor número de especies con diversidad de nombres comunes.

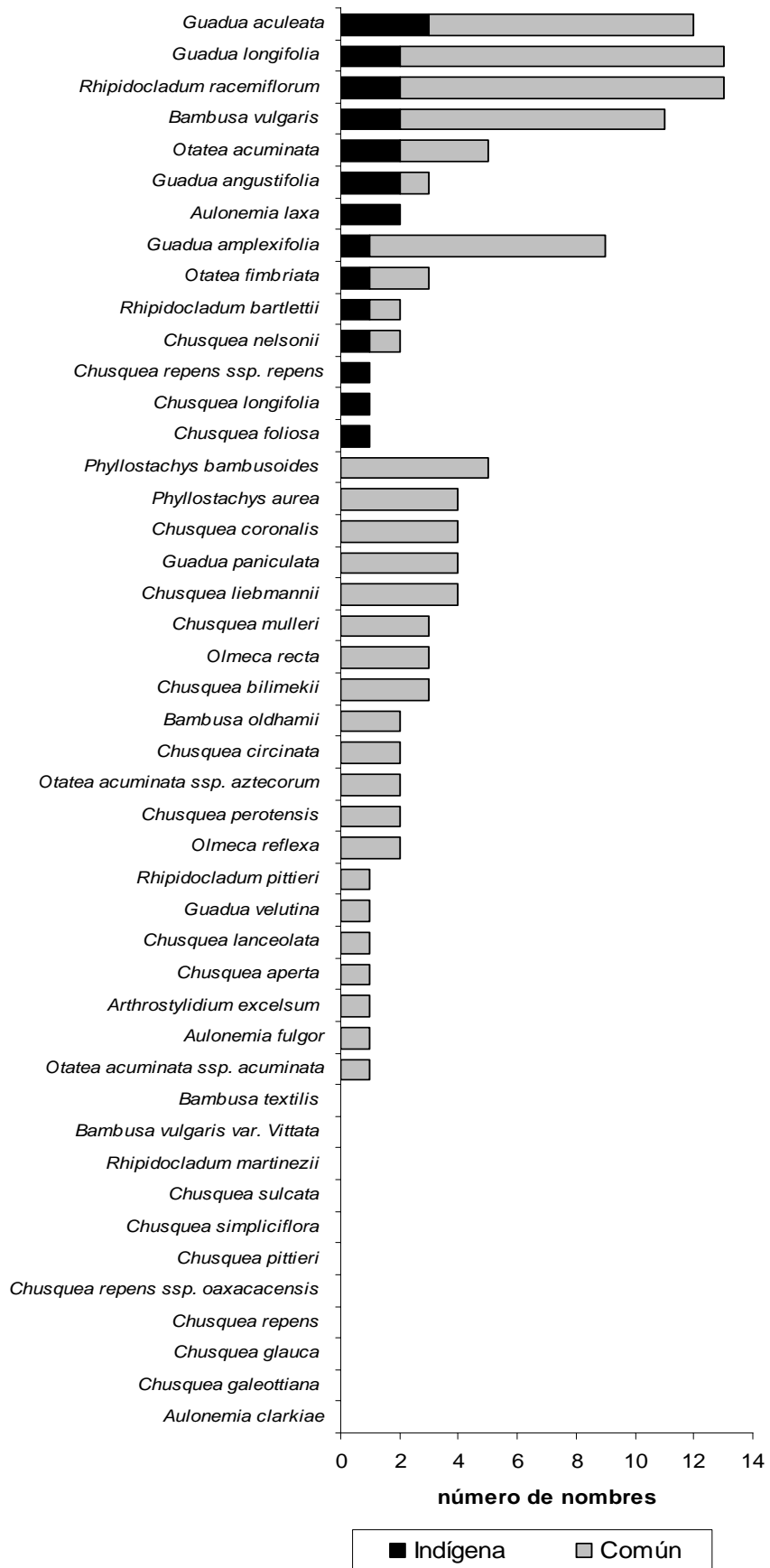


Figura 72. Número de nombres comunes e indígenas de las especies de bambú en México.

7.5. Discusión

Debido al número de géneros, especies y subespecies de bambú que existen en el país, y a las diferentes características biológicas y ecológicas de cada una, facilitan la utilización directa o a través de su transformación de las partes de la planta en diversas actividades económicas (construcción, cestería, forraje). El estudio etnobotánico permitió analizar el uso que se le asigna a cada especie desde el punto de vista cultural e histórico, lo cual es muy valioso porque en cada localidad el manejo de las especies de bambú adquiere estilos propios. Con respecto a la importancia histórica, es importante señalar que existen algunos usos de las especies de bambú que se practican y conservan desde la época prehispánica. Uno de los usos más antiguos es para la construcción, la proporción de especies de bambú que se destina para esta actividad resulta elevado, sin embargo su empleo es local debido a que se emplea únicamente el recurso que está disponible y a su alcance de manera silvestre principalmente, es el caso de las especies nativas. Sin embargo, las comunidades al cubrir sus necesidades a través del empleo de las especies de bambú debido a que en algunos sitios es la única fuente de recursos, no lo perciben como una forma de obtener ingresos con la finalidad de que se establezca como una alternativa de manejo. Por otro lado, esta escasa utilización de las especies de bambú se debe a que prevalece aún la idea de que las construcciones y objetos de madera son mejores. Esta es la principal razón de que no exista una verdadera producción a nivel industrial – nacional, porque además la falta de tecnología para obtener acabados finos de la preferencia del público se requiere asimismo que la gente se identifique con sus propios recursos y prefiera las especies nativas de bambú a especies extranjeras. Un caso contrastante es que en el extranjero sí prefieren especies mexicanas de bambú para ornato; que son muy apreciadas en jardinería más que en el país de donde son originarias (Judziewicz *et al* 1999).

7.6. Distribución potencial de las especies de bambú en México

7.6.1. Resultados del modelado de la distribución potencial de especies

Las gráficas de dispersión del índice de comisión intrínseco y el error de omisión intrínseco que se realizaron para cada especie, permitieron delimitar el área óptima que presentó un valor medio del índice de comisión intrínseco 1 ± 0.1 , y un error de omisión intrínseco de 0 (tabla 7).

El modelado de la distribución de las especies de bambú, así como la elección de las corridas debido a que fueron sometidas a un proceso analítico riguroso determinaron que los errores de comisión y omisión fueron bajos, lo cual indica una mayor confiabilidad en los modelos. Es importante señalar que también influyó el número de capas de información física y bioclimática que se utilizaron (19 capas), dado que el programa empleó todas en la construcción del modelo lo que sugiere que las especies de bambú tienen una combinación compleja de requerimientos ecológicos para su distribución y al ser consideradas la distribución potencial que se obtiene del modelo es confiable.

Tabla 7. Área en Km² calculada a partir del modelo de distribución, índice de comisión y error de omisión del modelo de cada especie

NICHO POTENCIAL	ÁREA (Km²)	ERROR DE OMISIÓN	ÍNDICE DE COMISIÓN
NATIVAS			
<i>Chusquea circinata</i>	242,342	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea coronalis</i>	11,838	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea foliosa</i>	14,209	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea lanceolata</i>	65,104	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea liebmannii</i>	277,292	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea nelsonii</i>	71,100	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea repens ssp. repens</i>	26,259	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea repens ssp. oaxacacensis</i>	18,552	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea sulcata</i>	15,052	0	1
<i>Guadua aculeata</i>	192,598	0	1 ± 0.1
<i>Guadua amplexifolia</i>	212,830	0	1 ± 0.1
<i>Guadua longifolia</i>	279,128	0	1 ± 0.1
<i>Guadua paniculata</i>	223,950	0	1 ± 0.1
<i>Otatea acuminata</i>	693,817	0.01	*0.5836 ± 0.1
<i>Otatea acuminata ssp. acuminata</i>	225,044	0	*0.83 ± 0.15
<i>Otatea acuminata ssp. aztecorum</i>	297,703	0	1 ± 0.1
<i>Otatea fimbriata</i>	230,741	0	1 ± 0.1
<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	131,761	0	1 ± 0.1
<i>Rhipidocladum pittieri</i>	62,802	0	1 ± 0.1
<i>Rhipidocladum racemiflorum</i>	446,385	0	1 ± 0.1
ENDÉMICAS			
<i>Aulonemia fulgor</i>	33,792	0	1 ± 0.1
<i>Aulonemia laxa</i>	109,904	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea aperta</i>	20,279	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea bilimekii</i>	45,563	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea galeottiana</i>	56,370	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea glauca</i>	43,813	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea mulleri Munro</i>	85,272	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea perotensis</i>	28,908	0	1 ± 0.1
<i>Chusquea repens</i>	23,706	0	1 ± 0.1
<i>Guadua velutina</i>	59,525	0	1 ± 0.1
<i>Olmeca recta Soderstrom</i>	34,431	0	1 ± 0.1
<i>Olmeca reflexa Soderstrom</i>	71,612	0	1 ± 0.1
INTRODUCIDAS			
<i>Bambusa vulgaris</i>	331,506	0	*0.62 ± 0.2
<i>Guadua angustifolia</i>	11,792	0	1 ± 0.1
			*PROMEDIO

7.6.1.1. Distribución potencial de las especies de bambú nativas

Las áreas potenciales más amplias en general se registraron para las especies de los géneros *Otatea* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom y *Guadua* Kunth a diferencia de las del género *Chusquea* Kunth que fueron las de menor área (Tabla 7). La especie nativa con la mayor distribución potencial en el país fue *Otatea acuminata* (McClure et E.W. Smith) C. Calderón et Soderstrom (693 817 km²) que se extiende a lo largo de la Sierra Madre Oriental desde Sonora hasta los Altos en Chiapas, también está presente en el Eje Volcánico Transversal, en la Huasteca, Llanura Costera del Golfo y parte de la península de Yucatán. Aunque en comparación las especies *O. fimbriata* Soderstrom y la *O. ssp. aztecorum* Soderstrom exhiben una área menor; el patrón es semejante ya que se muestran tanto en la Sierra Madre Oriental principalmente como en una porción de la Llanura costera de Veracruz. La *O. ssp. acuminta* a diferencia de las otras especies de su género, su área potencial se concentra hacia el centro y sur del país en las Sierras de Puebla, Oaxaca y Guerrero además de una porción de la Llanura costera del Golfo (tablas 7 y 8, figura 74).

Entre las especies del género *Guadua* Kunth sus áreas más representativas están hacia la vertiente del Golfo en las llanuras costeras, sobre todo las especies *Guadua aculeata* Rupr. ex E. Fourn y *Guadua amplexifolia* J.S. Presl, aunque la primera presenta además un área en los Altos de Jalisco y en la península de Yucatán. La *Guadua longifolia* (Fourn.) R. Poh es la de mayor área del género (280 000 km²) aunque la superficie de *Guadua paniculata* Munro abarca un mayor número de Entidades Federativas y a diferencia del resto esta especie se muestra a lo largo de las partes bajas de la Sierra Madre Occidental así como hacia la costa sur Pacífico (tablas 7 y 8, figura 74).

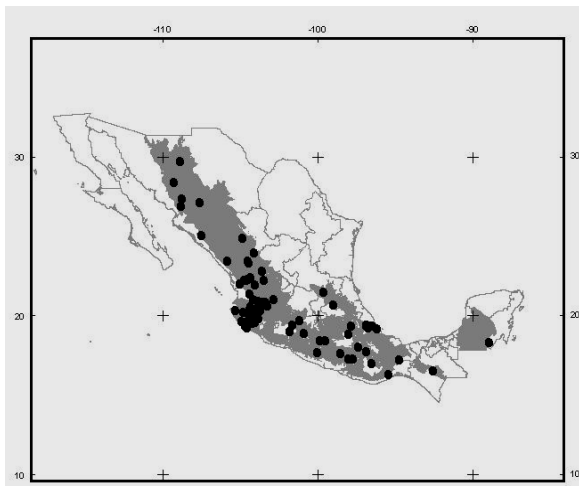
Acerca del género *Rhipidocladum* McClure, la especie *R. racemiflorum* (Steudel) McClure es la segunda con mayor área del país, ya que su superficie es 7 y 3 veces mayor que *R. pittieri* (Hackel) McClure y *R. bartlettii* (McClure) McClure, respectivamente. Todas las

especies de este género presentan áreas y distribución muy distintas entre sí; por ejemplo *R. bartletti* (McClure) McClure se encuentra principalmente en la península de Yucatán, en las Sierras del este de Chiapas, así como en una pequeña porción en el norte del país correspondiente a la Sierra Madre Oriental. En contraste, *R. pittieri* (Hackel) McClure se distribuye en la porción sur de la llanura costera Veracruzana, las Sierras del Sur de Chiapas, y una zona aislada en Michoacán. Por otra parte, *R. racemiflorum* (Steudel) McClure se extiende ampliamente de norte a sur en las dos vertientes tanto Pacífico como del Golfo de México al igual que en áreas de algunos volcanes del centro de México (tablas 7 y 8, figura 74).

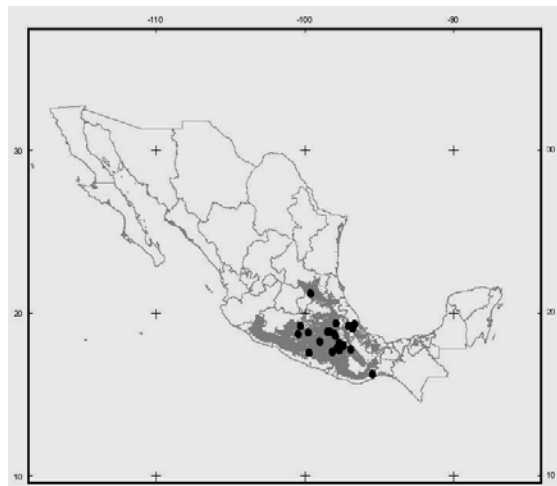
Tabla 8. Distribución actual y potencial de las especies de bambú en México por Entidad Federativa

NOMBRE DE LA ESPECIE	NÚM. DE PUNTOS	DISTRIBUCIÓN ACTUAL	POTENCIAL
		ENTIDADES FEDERATIVAS	ENTIDADES FEDERATIVAS
NATIVAS			
<i>Chusquea circinata</i>	48	Nay.Jal.Col.Sin.Tamp.Mich.Méx.Oax.	Son.Dgo.Zac.NL.Gro.Mor.Chis.Pue.Ver.
<i>Chusquea coronalis</i>	6	Jal.Col.Oax.Chias.	Mich.Gro.Ver.
<i>Chusquea foliosa</i>	6	Pue.Chias.	SLP.Qro.Hid.Ver.
<i>Chusquea lanceolata</i>	10	Hidgo.Ver.Chias.	Oax.Pue.Tlax.Mor.DF.Méx. Gto.Qro.
<i>Chusquea liebmannii</i>	64	Sin.Nay.Jal.Col.Gro.Oax.Chias.Ver.Aguasc.	Son.Dgo.Zac.Mich.Pue.Gto
<i>Chusquea nelsonii</i>	23	Nay.Jal.Mich.Gro.Chias.	Col.Oax.Gto.Qro.Méx.Pue.
<i>Chusquea repens ssp. Repens</i>	6	Oax.Chias.	Pue.Ver.
<i>Chusquea repens ssp. oaxacacensis</i>	12	Oax.	Pue.Ver.
<i>Chusquea sulcata</i>	5	Ver.Oax.Chias.	Pue.
<i>Guadua aculeata</i>	30	Zac.SLP.Ver.Pue.Oax.Chias.Cam.	Jal.Aguasc.Tam.Qro.Hidgo.Tlax Méx.DF.Mor.Yuc.QRoo
<i>Guadua amplexifolia</i>	23	Ver.Oax.Tab.Chias.	Tamp.SLP.Qro.Hidgo.Gto.Pue. Tlax.Méx.DF.Mor.Camp.
<i>Guadua longifolia</i>	32	Tab.Camp.QRoo.SLP.Jal.Dgo.Sin.Méx.Ver.Chias	Nay.Col.NL.Tamp.Gto.Qro. Hidgo.Pue.Oax.Yuc.
<i>Guadua paniculata</i>	41	Ver.SLP.Nay.Jal.Gro.Oax.Chias	Son.Sin.Mich.Tamp.Pue. Aguasc.Gto.Yuc.Camp.SLP.
<i>Oateea acuminata</i>	92	Ver.Pue.Tlax.Hidgo.Qro.Son.Chih.Sin.Dgo.Zac.Nay.Jal.Col.Mich.Gro.Oax.Chias.QRoo	Méx.DF.Mor.
<i>Oateea acuminata ssp. Acuminata</i>	23	Qro.Méx.Gro.Oax.Ver.Pue.Tlax.	Jal.Col.Mich.SLP.Gto.Hidgo.DF.Mor.
<i>Oateea acuminata ssp. aztecorum</i>	25	Chih.Dgo.Sin.Nay.Jal.Col.Mich.Gro.Chis.Ver.	Oax.Mor.Méx.Gto.Son.Zac.Pue. Sin.Durg.Zac.Aguasc.Mich.Gro Pue.
<i>Oateea fimbriata</i>	23	Nay.Jal.Col.Méx.Oax.Ver.Chias.	
<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	16	Tamp.Chias.Camp.QRoo	NL.SLP.Yuc.
<i>Rhipidocladum pittieri</i>	21	Mich.Chias.Ver.	Jal.Oax.
<i>Rhipidocladum racemiflorum</i>	85	Sin.Nay.Jal.Gro.Oax.Chis.Ver.Méx.Tamp.Qro.Pue.	Son.Chih.Col.Zac.Mich.Tlax. DF.Mor.NL.SLP.Gto.Hidgo.
ENDÉMICAS			
<i>Aulonemia fulgor</i>	13	Pue.Ver.Tlax.	Méx.Oax.DF.Mor.Hidgo.
<i>Aulonemia laxa</i>	15	Mex.Gro.Pue.Oax.Ver.Tab.Chis.	Col.Jal.Mich.
<i>Chusquea aperta</i>	5	Oax.Ver.	Méx.DF.Mor.Tlax.Pue.Hidgo.
<i>Chusquea bilimekii</i>	9	Méx.Pue.Ver.Oax	Méx.DF.Mor.Tlax.Hidgo.
<i>Chusquea galeottiana</i>	8	Oax.Gro.	Jal.Col.Mich.Chias.Pue.Ver
<i>Chusquea glauca</i>	12	Pue.Ver.	SLP.Qro.Hidgo.Méx.Oax.
<i>Chusquea mulleri Munro</i>	20	Oax.Ver.Pue.Hidgo.	SLP.Qro.Méx.DF.Mor.Tlax.
<i>Chusquea perotensis</i>	20	Oax.Ver.	Méx.DF.Mor.Tlax.Pue.Hidgo.
<i>Chusquea repens</i>	7	Chis.Oax.	Ver.
<i>Guadua velutina</i>	11	SLP.Ver.Tab.	NL.Tamp.Qro.Hidgo.Camp.Chias.
<i>Olmea recta Soderstrom</i>	28	Ver.	Oax.Chias
<i>Olmea reflexa Soderstrom</i>	17	Chis.Oax.Ver.	Tab.
INTRODUCIDAS			
<i>Bambusa vulgaris</i>	29	BC.Tamp.Jal.Yuc.Camp.Chia.Oax.Pue.Méx.Ver.Tab	Nay.Mich.Gro.Coah.NL.SLP.DF. Mor.Hidgo.Tlax.QRoo
<i>Guadua angustifolia</i>	5	Pue.Gro.Chis	Méx.Ver.Tamp.SLP.

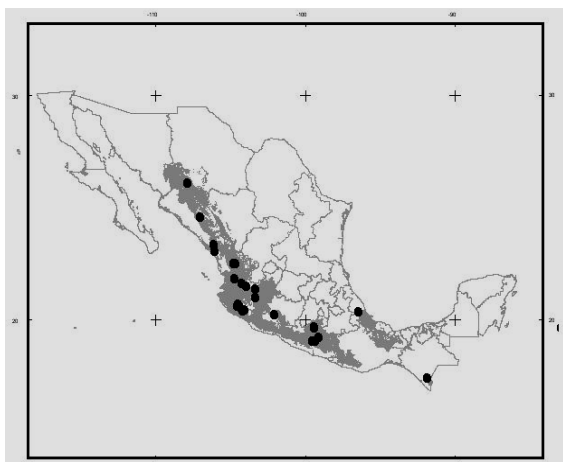
Las especies nativas del género *Chusquea* Kunth son las que mostraron en general las menores áreas potenciales del país. Por ejemplo *Chusquea coronalis* Soderstr. & C. E. Calderón y *Chusquea foliosa* L.G. Clark no superaron los 15 000 km² de superficie. *Chusquea coronalis* Soderstr. & C. E. Calderón se distribuye de la Costa sur de Michoacán a Oaxaca, además de las zonas de los volcanes de Colima y en la Sierra Norte de Oaxaca. En contraste, *Chusquea foliosa* L.G. Clark se ubica en el área volcánica de la costa Pacífica correspondiente a la porción sur de Chiapas; también presenta zonas dentro de los Altos de Chiapas y el Karst Huasteco. Estas especies contrastan con *Ch. circinata* Soderstrom & Calderón y *Ch. liebmannii* Fournier que son las que poseen la mayor superficie potencial del género (> 250 000 km²). Las áreas de estas especies presentan semejanzas, principalmente en la vertiente pacífica hacia las partes bajas y llanuras. Por otro lado, *Ch. nelsonii* Scribn. & J.C.G. Sm. tiende hacia las partes elevadas como la Sierra costera de Jalisco y Colima, Sierras Nevadas Nayaritas, Cordilleras costeras de Michoacán, Guerrero y Chiapas, así como sierras y bajíos michoacanos, mientras *Ch. lanceolata* A. Hitchcock es la única del género que presenta áreas potenciales hacia el interior del país, como las zonas de volcanes del Anahuac y las Sierras de Querétaro e Hidalgo. La mayor semejanza entre áreas se observó entre las especies *Ch. ssp. repens* y *Ch. ssp. oaxacacensis* L. Clark & Londoño en menor medida con *Ch. sulcata* Swallen pues su zona principal se ubica en el sur del país en la Sierra Madre Oriental del Oaxaca y partes de Sierra de Chiapas y Veracruz (tablas 7 y 8, figura 74).



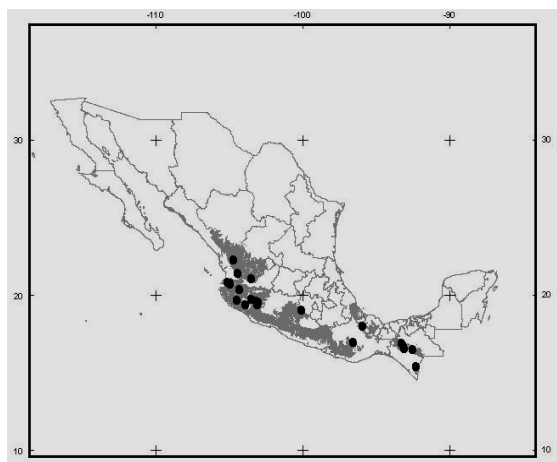
Otatea acuminata



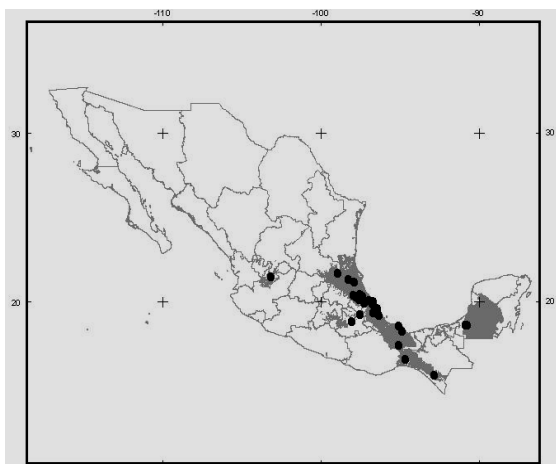
Otatea acuminata ssp. acuminata



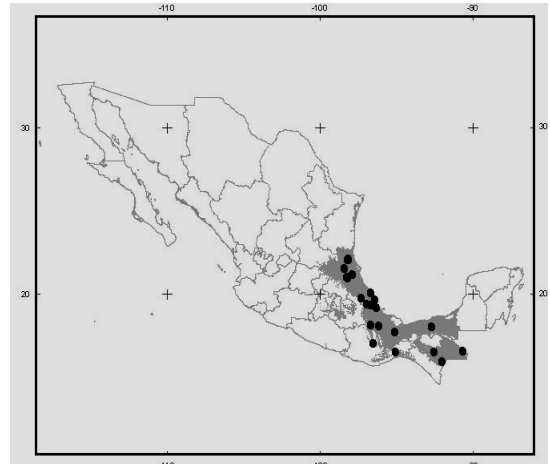
Otatea acuminata ssp. aztecorum



Otatea fimbriata



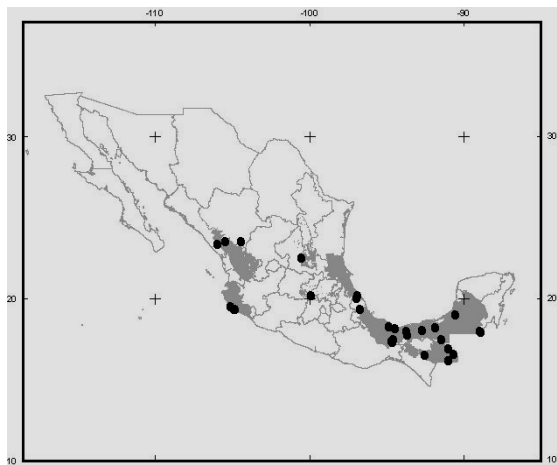
Guadua aculeata



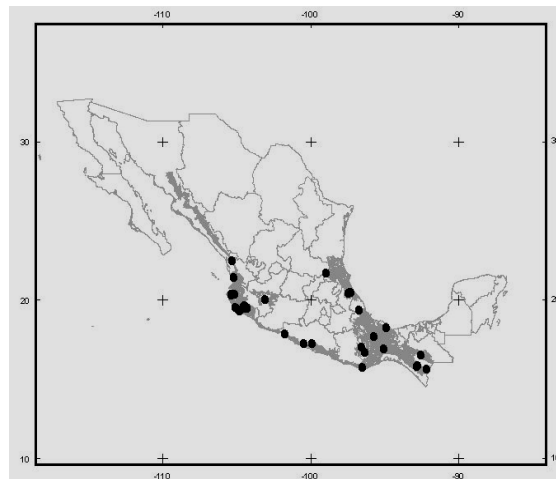
Guadua amplexifolia

1000 0 1000 2000 Kilometers

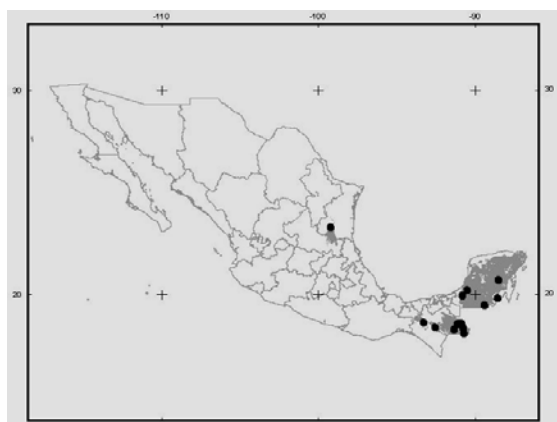
Figura 74. Modelos de distribución potencial de las especies nativas de bambú en México



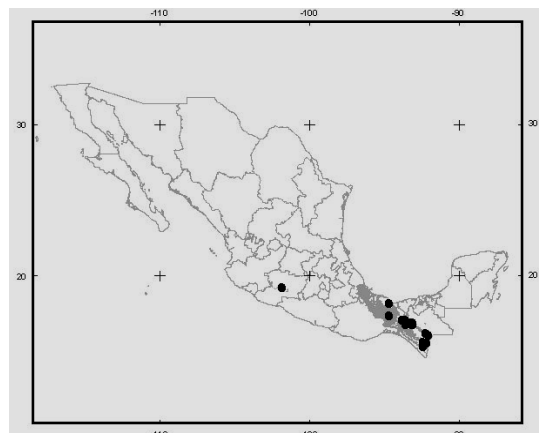
Guadua longifolia



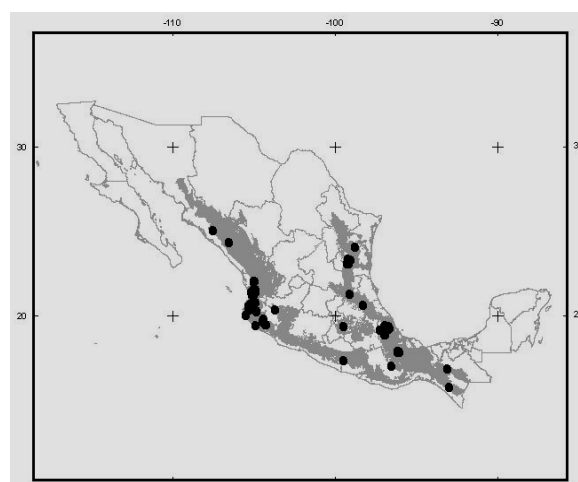
Guadua paniculata



Rhipidocladum bartlettii



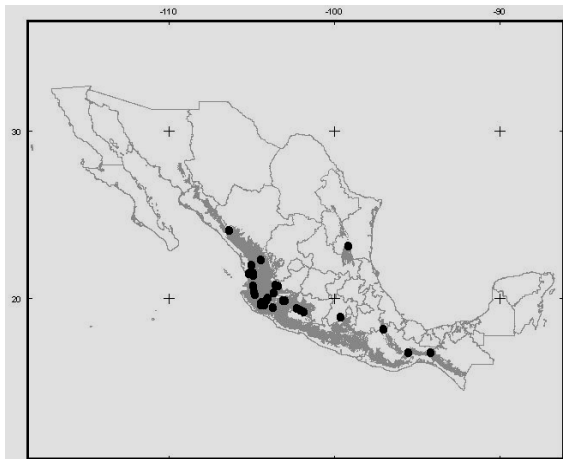
Rhipidocladum pittieri



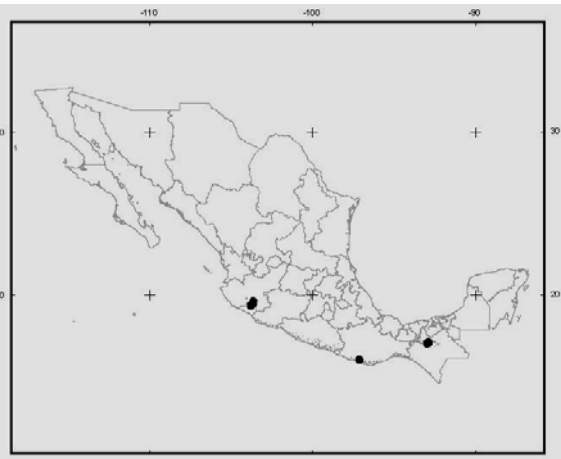
Rhipidocladum racemiflorum



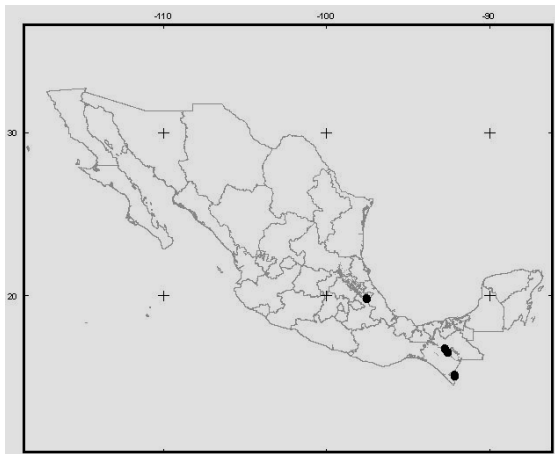
Figura 74. Continuación



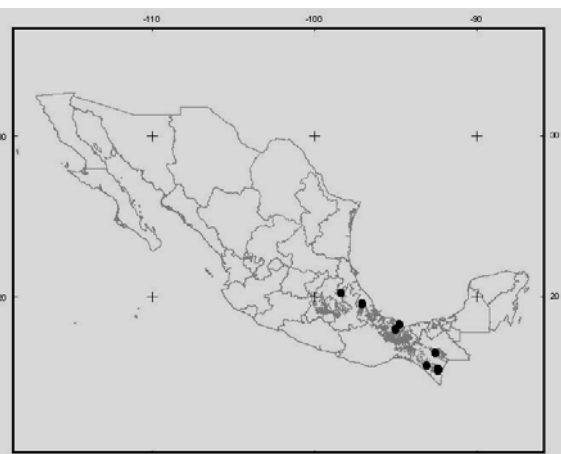
Chusquea circinata



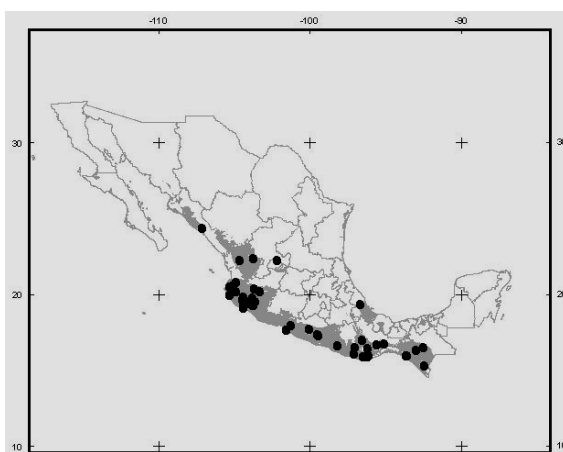
Chusquea coronalis



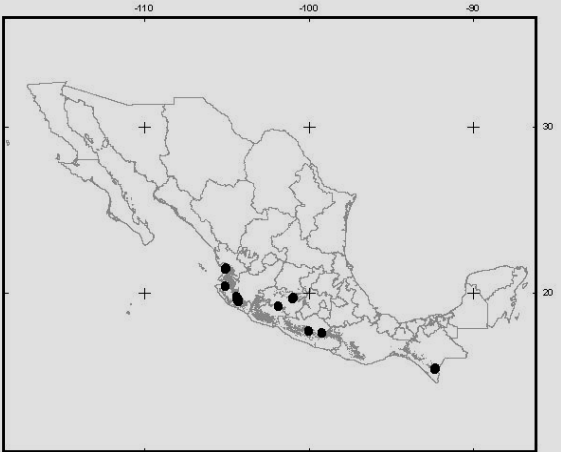
Chusquea foliosa



Chusquea lanceolata



Chusquea liebmannii



Chusquea nelsonii



Figura 74. Continuación

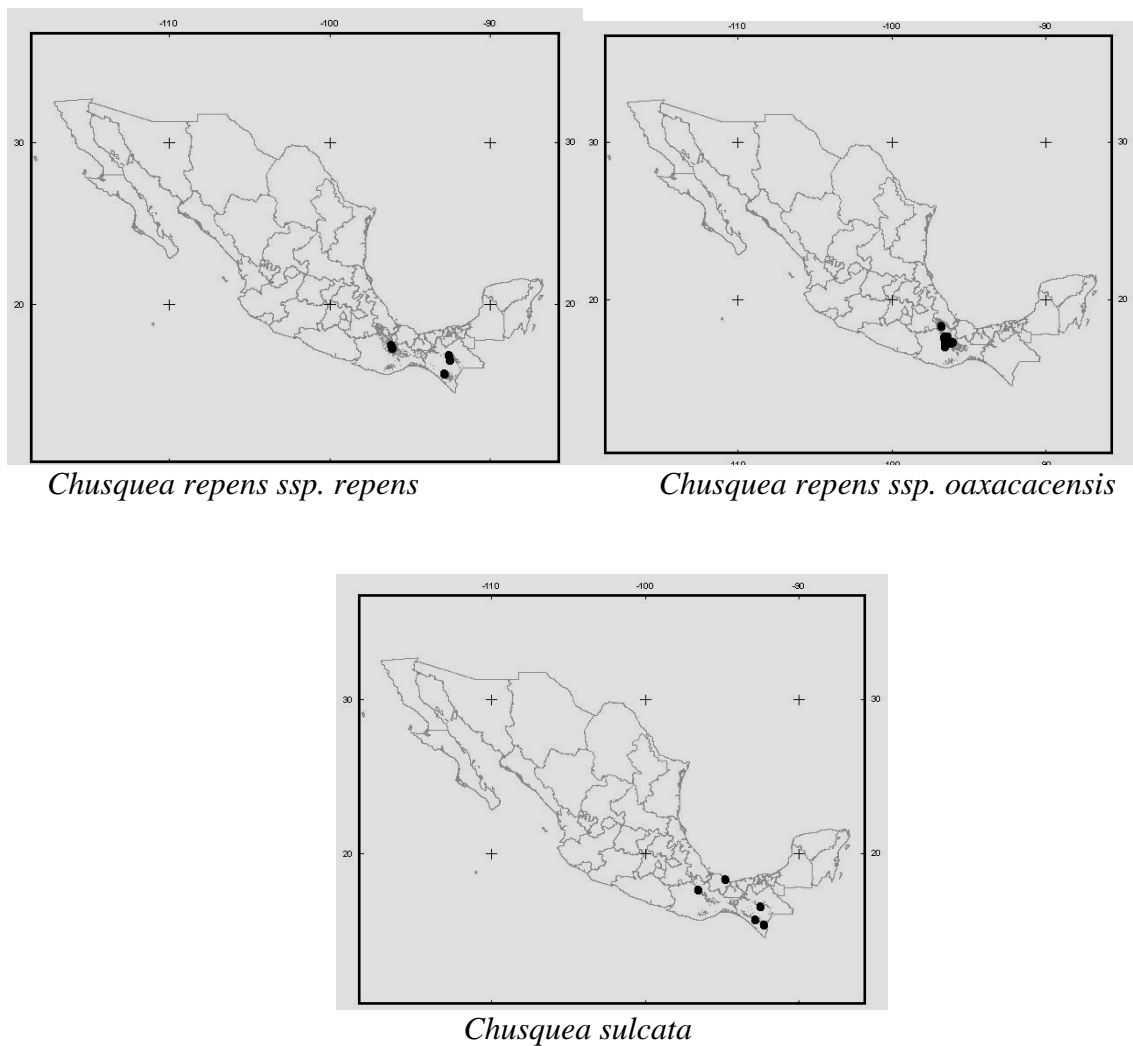


Figura 74. Continuación

7.6.1.2. Distribución potencial de las especies de bambú endémicas

Las áreas de distribución potencial de las especies endémicas de bambú fueron espacialmente diferentes incluso en algunos casos entre miembros de un mismo género, como se observa para dos especies del género *Aulonemia* Goudot en donde *Aulonemia laxa* (Maekawa) McClure la especie endémica con mayor área potencial es 3.2 veces mayor que la de *A. fulgor* Soderstrom, que se encuentra preferencialmente sobre la Sierra Madre Oriental de los Estados de Puebla y Oaxaca, y en elevaciones del Estado de México. Mientras que *Aulonemia laxa* (Maekawa) McClure se ubica en la porción Sur de la Sierra Madre Occidental (Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas). Un caso similar se observa entre *Chusquea*

mulleri Munro y *Ch. galeottiana* Rupr. ex Munro que tuvieron la mayor área potencial del género con 85,272 y 56,370 km² respectivamente; pero con una distribución espacial marcadamente diferente. *Ch. mulleri* Munro se extiende hacia la Huasteca y Sierra Madre Oriental principalmente en Oaxaca (tablas 7 y 8, figura 75) mientras *Ch. galeottiana* Rupr. ex Munro en la porción sur de la Sierra madre Occidental. Por otro lado, *Chusquea bilimekii* y *Chusquea aperta* L. G. Clark fueron las que presentaron menor diferencia entre áreas de este género debido a que ambas se distribuyen sobre áreas reducidas de la Sierra Madre Oriental en el centro de Oaxaca y sobre el Eje volcánico en la porción de lagos y volcanes del Anahuac. El resto de las especies de este género *Ch. glauca* L. G. Clark, *Ch. perotensis* L. Clark, Cortés & Cházaro y *Ch. repens* L. Clark & Londoño tuvieron un área potencial menor a 45 000 km², principalmente en la Sierra Madre oriental donde, la primera tiende hacia la porción de la Huasteca y *Ch. perotensis* L. Clark, Cortés & Cházaro y *Ch. repens* L. Clark & Londoño hacia la Sierra Madre del Sur. Las dos especies del género *Olmeca* Soderstrom se restringen principalmente a la zona de la Sierra de los Tuxtlas y la Llanura del Golfo, aunque el área de *O. reflexa* Soderstrom resultó 2 veces mayor que el de *O. recta* Soderstrom, ya que la primera abarca una porción de las Sierras de Chiapas (tablas 7 y 8, figura 75). Por otro lado, la única especie endémica del género *Guadua* Kunth (*G. velutina*) área potencial se encuentra hacia la porción oriental del país tanto al norte de la sierras de Tamaulipas y Nuevo León como en la llanura costera de Veracruz y Tabasco (tablas 7 y 8, figura 75).

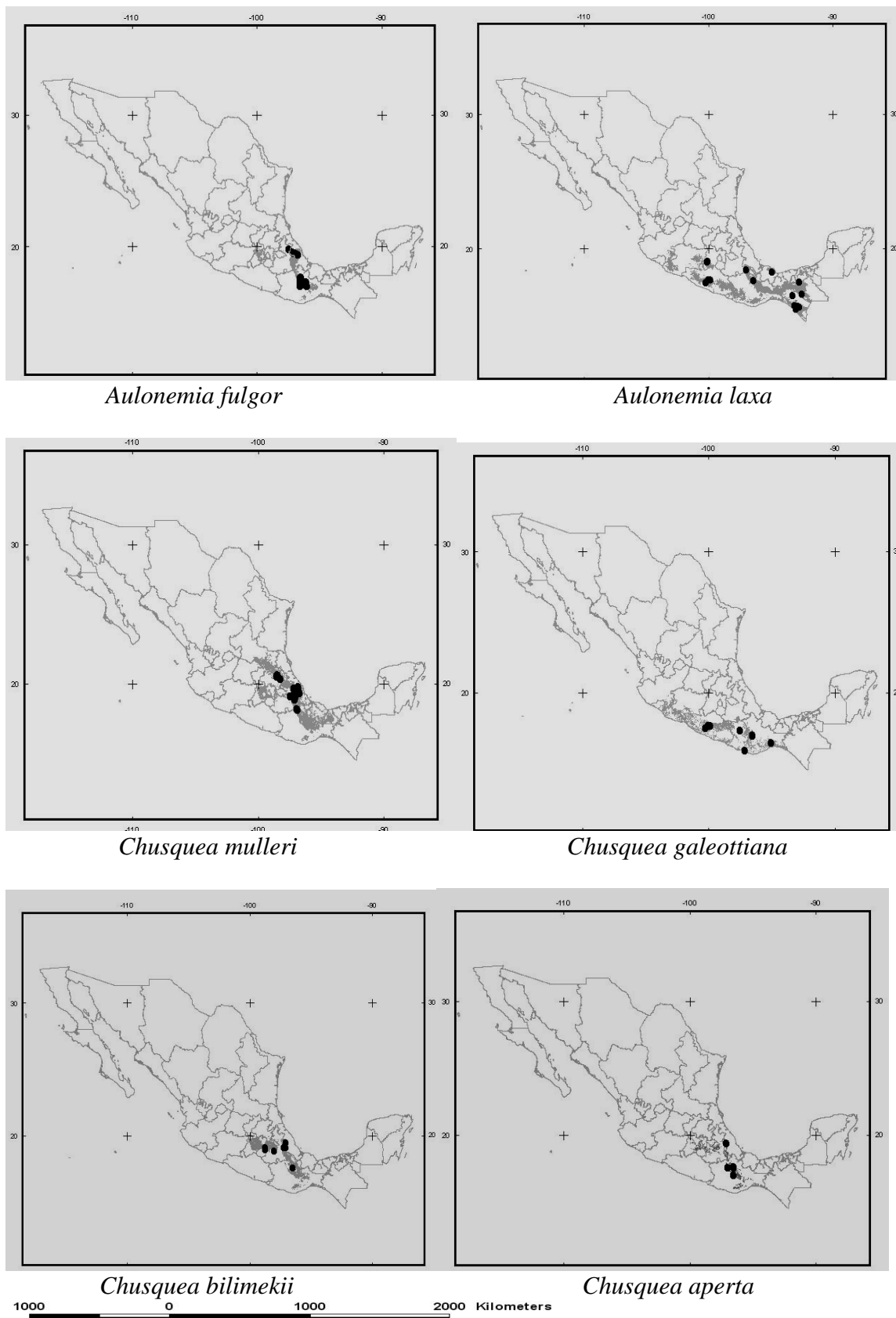
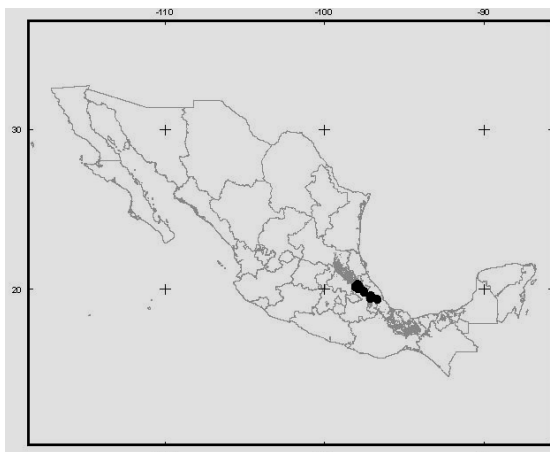
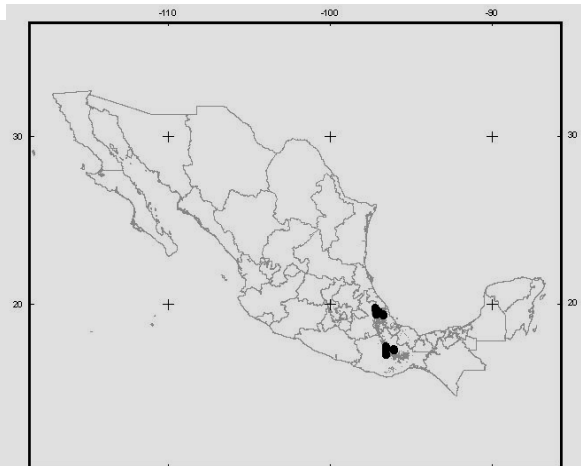


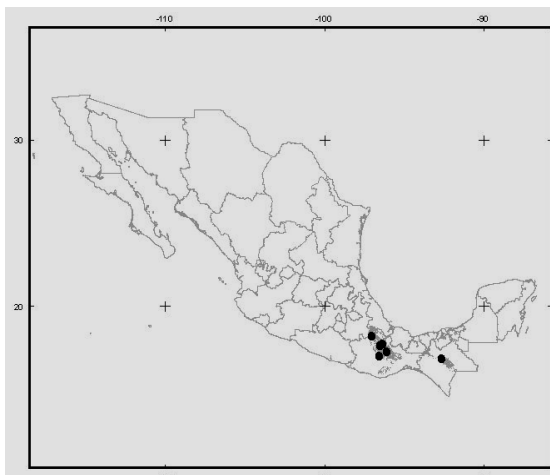
Figura 75. Modelos de distribución potencial de las especies endémicas de bambú



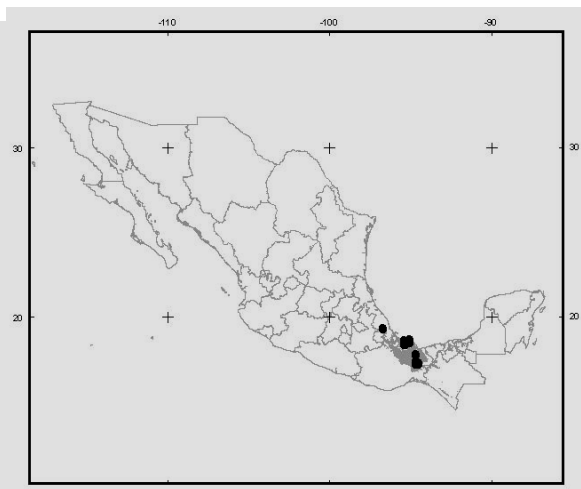
Chusquea glauca



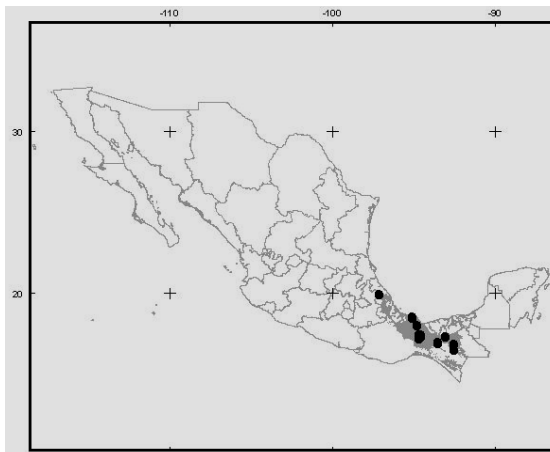
Chusquea perotensis



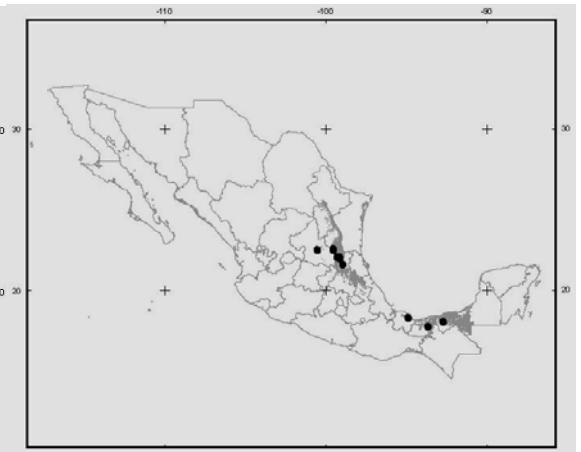
Chusquea repens



Olmecea recta



Olmecea reflexa



Guadua velutina

1000 0 1000 2000 Kilometers

Figura 75. Continuación

7.6.1.3. Distribución potencial de especies introducidas

Es importante resaltar que *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl, la principal especie introducida se ubica en el tercer lugar en cuanto a mayor área de distribución potencial en el país, la superficie es 28 veces mayor que *Guadua angustifolia* Kunth, la segunda especie introducida con más uso en el país (tablas 7 y 8, figura 76). Las principales zonas potenciales para la *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl son las llanuras costeras y montañas localizadas hacia la porción sur del país, destaca la península de Yucatán y la Llanura Costera de Veracruz y Tabasco, y hacia el Centro del país el Sur de Puebla. También tiene áreas en la Mixteca, Sierras centrales y Valles de Oaxaca, en la depresión central de Chiapas, Costa Sur del pacífico desde Michoacán hasta Chiapas, así como algunos puntos aislados en la Sierra de Jalisco y la Gran Sierra plegada de Tamaulipas y Nuevo León. En contraste la especie introducida *Guadua angustifolia* Kunth tiene un área muy reducida que comprende la Llanura Costera de Chiapas, porciones aisladas en elevaciones de Veracruz y Oaxaca (tablas 7 y 8, figura 76).

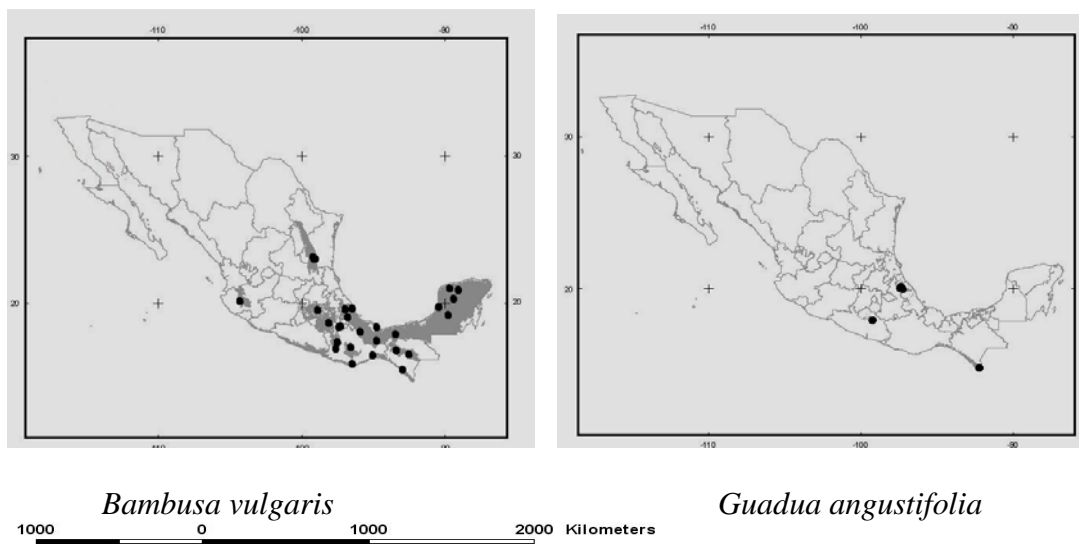


Figura 76. Modelos de distribución potencial de las especies introducidas de bambú en México

Debido a la variación en la extensión de las áreas que presentaron los diferentes grupos de especies de bambú, se puede afirmar que todas las especies (en mayor o menor grado) tienen áreas potenciales en otras Entidades Federativas, lo que representa la ventaja de que estas especies pueden ser empleadas en más regiones de donde mantienen actualmente poblaciones, además de que exhibe sitios donde es posible hallar nuevas poblaciones de las especies estudiadas principalmente las que se encuentran en peligro de extinción, además por el método que se empleó para la modelación (Algoritmo genético) existe también un potencial de encontrar especímenes relacionados filogenéticamente o nuevas especies. De igual manera estas áreas potenciales pueden emplearse como apoyo para la toma de decisiones con fines de conservación de las especies de bambú y comunidades vegetales donde habitan.

Respecto al riesgo que implicaría el manejo de especies de bambú no nativas, la *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl mostró amplias tolerancias ambientales y se reflejó en una extensa área de distribución potencial. Por lo anterior aunque no se ha reportado ningún comportamiento agresivo-invasor se recomienda mayor vigilancia en las actividades que involucren esta especie.

7.7. Usos potenciales de las especies de bambú en México

El uso potencial de las especies vegetales se refiere a la capacidad de la planta para tener una aplicación diferente a la que presenta en la actualidad. De igual manera incluye usos que han sido descubiertos recientemente a través del estudio e investigaciones del propio organismo, los que ya se practicaban en épocas pasadas y que han sido redescubiertos.

También abarca los usos que se les da en áreas geográficas diferentes a las que se encuentra hoy en día (Montiel 1998).

Por ejemplo, en México, se calcula que alrededor del 50% de las especies de gramíneas del país están subutilizadas, es decir que con una mayor eficiencia en la utilización de todas las especies podría obtenerse mayor beneficio del que se tiene actualmente. Entre estas especies de gramíneas se encuentra la subfamilia *Bambusoideae* (Dávila 2004, Cortés *et al* 2004). Como se ha mencionado anteriormente estas especies son subutilizadas en las regiones en las que se distribuye real y potencialmente. Uno de los motivos de esta situación es la falta estudios botánicos que se enfoquen a este conjunto de especies en particular. Lo que contrasta marcadamente con el conocimiento de otras especies para diferentes usos. El ejemplo más claro es el de las orquídeas, que concentran la atención de numerosos investigadores y aficionados a estas especies debido a su alto valor comercial.

La escasa investigación básica y aplicada en las especies de bambú en México limitan su potencial de uso en los diferentes géneros (construcción, fabricación de muebles, cestería, etc.); así como su potencial de uso desde el punto de vista geográfico; es decir en sitios donde actualmente no se utiliza, pero que puede establecerse una estrategia de manejo viable y económicamente redituable. Lo anterior, contrasta con los estudios de las especies de bambú que llevan a cabo en países como Costa Rica, Estados Unidos y algunas partes de Asia y Europa donde el estudio básico y aplicado de las especies en esos países está ligada a la industria manufacturera, constructora y decorativa, y les proporciona derramas económicas

importantes. Por lo tanto, es imperativo que en México se estudien a profundidad las características biológicas, ecológicas que poseen las especies de bambú nativas y endémicas que representen algunas ventajas sobre las especies introducidas para ser empleadas como recurso alternativo. Dichas características de las especies en general de bambú son la producción de oxígeno cuatro veces mayor que cualquier otra planta, el crecimiento más acelerado en el reino vegetal, alta resistencia y flexibilidad de los culmos, eficientes captadores de CO₂ atmosférico. Además, debido a su sección circular y su interior hueco lo hacen un material liviano fácil de transportar y almacenar. La constitución fibrosa de sus paredes permite que sea cortado longitudinal o transversalmente, su superficie natural es lisa, limpia, de un color atractivo y no requiere ser raspada pintada o pulida, puede emplearse en combinación con todo tipo de materiales para construcción o como refuerzo. El conocimiento de estas características repercutirá en un gran potencial de aplicación y de producción en nuestro País.

En México de las 40 especies y subespecies nativas, se reporta que más del 30% tiene algún posible uso además de los actuales donde todas tienen más de una aplicación (tabla 9). Lo anterior, representa un potencial de aplicación en diversos sectores económicos y es la base para futuras investigaciones que permitan un aprovechamiento de los recursos que existen en el país, incluso abrir al mercado externo (Cortés *et al* 2004).

Tabla 9. Usos potenciales de las especies de bambú en México

NOMBRE DE LA ESPECIE	USOS POTENCIALES
<i>Aulonemia clarkiae</i>	
<i>Aulonemia fulgor</i>	
<i>Aulonemia laxa</i>	
<i>Arthrostylidium excelsum</i>	
<i>Olmeca recta</i>	Alimento-medicamento (frutos globosos- alimento humano – animal o sustancia activa medicamento)
<i>Olmeca reflexa</i>	Alimento-medicamento (frutos globosos- alimento humano – animal o sustancia activa medicamento)
<i>Oatea acuminata</i>	Utensilios (tutores para hortalizas) Ornato (Su apariencia tiene semejanza al papyrus de Egipto y por resistir sequías) Medicamento (los tallos juveniles están cubiertos de una capa cerosa blanquecina que se exfolia como caspa)
<i>Oatea acuminata ssp. acuminata</i>	
<i>Oatea acuminata ssp. aztecorum</i>	
<i>Oatea fimbriata</i>	Ornato
<i>Chusquea aperta</i>	
<i>Chusquea bilimekii</i>	Artesanal
<i>Chusquea circinata</i>	Artesanal
<i>Chusquea coronales</i>	Ornato
<i>Chusquea foliosa</i>	Ornato
<i>Chusquea galeottiana</i>	
<i>Chusquea glauca</i>	
<i>Chusquea lanceolata</i>	
<i>Chusquea liebmannii</i>	
<i>Chusquea longifolia</i>	
<i>Chusquea mulleri</i>	
<i>Chusquea nelsonii</i>	Artesanal
<i>Chusquea repens</i>	
<i>Chusquea repens ssp. Repens</i>	
<i>Chusquea repens ssp. oaxacacensis</i>	
<i>Chusquea perotensis</i>	
<i>Chusquea pittieri</i>	
<i>Chusquea simpliciflora</i>	Ornato (Climas templados únicamente)
<i>Chusquea sulcata</i>	
<i>Guadua aculeata</i>	Construcción (creación de modelos prefabricados con sistemas de unión propias para llevar a cabo la construcción o en ensamble en 1 semana, como material de refuerzo por su menor densidad y gran resistencia apto para vivienda sismo- resistente y bajo costo) Pulpa para Papel (Obtención de pulpa para fabricar papeles que no requieran gran resistencia: muy finos o delgados) Artesanales Medicinales
<i>Guadua amplexifolia</i>	Construcción (creación de modelos prefabricados con sistemas de unión propias para llevar a cabo la construcción o en ensamble en 1 semana, como material de refuerzo por su menor densidad y gran resistencia apto para vivienda sismo- resistente y bajo costo)
<i>Guadua longifolia</i>	Conservación (cortaviento, regeneración de suelos) Construcción (creación de modelos prefabricados con sistemas de unión propias para llevar a cabo la construcción o en ensamble en 1

	semana, como material de refuerzo por su menor densidad y gran resistencia apto para vivienda sismo- resistente y bajo costo)
	Pulpa para papel
	Artesanal
	Medicinal
	Construcción
<i>Guadua paniculata</i>	
<i>Guadua velutina</i>	
<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	
<i>Rhipidocladum martinezii</i>	
<i>Rhipidocladum pittieri</i>	Construcción
<i>Rhipidocladum racemiflorum</i>	
Introducidas	
<i>Phyllostachys aurea</i>	Construcción (Elementos ligeros para construcción de viviendas, refuerzos de muros, gran resistencia al aplastamiento y a la tensión Pantallas contra el ruido para escuelas y hospitales Pulpa para papel Pulpa para papel Alimento humano (para importar)
<i>Phyllostachys bambusoides</i>	Conservación (corta viento, regeneración de suelos, o en suelos contaminados con estaño control de erosión del suelo) Conservación (secuestro de carbono) (la mejor especie para papel resistente) Combustible (leña y alcohol) Para decorar (interiores, pisos, muros)
<i>Bambusa vulgaris</i>	Construcción Cestería Construcción (amarres) Cestería (fácil de disgregar) Alimento Conservación (secuestro de carbono, barreras cortaviento)
<i>Bambusa vulgaris var. vittata</i>	Alimento Conservación (secuestro de carbono) Construcción (buena resistencia ala flexión, la parte basal para elementos sometidos a esfuerzos de tracción y compresión como vigas, columnas y muros divisorios, o para paneles móviles modulares)
<i>Bambusa textilis</i>	Conservación (secuestro de carbono) Pulpa para papel Muebles
<i>Bambusa oldhamii</i>	
<i>Guadua angustifolia</i>	

7.8. Propuestas para aplicar los usos potenciales de las especies de bambú que habitan en México

Un primer aspecto a considerar es la forma de producción y comercialización del producto así como ubicar los nichos comerciales para la colocación en el mercado. Por ejemplo, la posible gama de productores de bambú en México incluye diferentes sectores. En primer lugar, está el de los cafeticultores, donde algunas especies de bambú podrían cumplir la función de cultivo complementario comercial; los grupos indígenas podrían utilizar las especies de bambú en artesanías y utensilios con baja inversión, debido a que no requieren de tecnología avanzada para transformar el recuso del bambú. Por otro lado, los empresarios con

mayor poder económico, pueden establecer extensas plantaciones de bambú, para utilizarlas como sustituto de la madera y en la producción de pulpa de papel y muebles (Briones y Rosas 1989). Asimismo, puede industrializarse a través de las plantaciones de bambú, la producción de duelas y tabletas para parquets, chapas para triplay y pedacería para tableros aglomerados; así como para la producción de componentes prefabricados de construcción; de modo que a su vez se tiene un nicho comercial para construcción de vivienda social. Lo anterior es posible, debido a que el cultivo y mantenimiento de una plantación de bambú resulta más económico que el de cualquier especie forestal. Por ejemplo, el plazo dentro del cual se tiene una producción aprovechable es significativamente más breve con el bambú que con las especies arbóreas. Por otro lado, las plantaciones de bambú permiten cosechas en ciclos cortos (de dos a 4 años), con respecto a las plantaciones de especies de eucalipto (consideradas también de rápido crecimiento) que en promedio requieren 7 años y el pino más de quince años.

El bambú por otra parte, es una planta perenne con un sistema radicular voluminoso y superficial, lo cual permite el aprovechamiento de terrenos accidentados, que serían inadecuados para una agricultura de cultivos, que exigen la introducción de alta tecnología y maquinaria pesada. También los pequeños productores pueden utilizar las especies de bambú para la creación de bosques protectores y de explotación en menor escala, como un cultivo complementario y diverso, acorde con el concepto del desarrollo sustentable. Lo anterior puede ser posible debido a la sencillez de su cultivo, cosecha y aprovechamiento, que no exige grandes inversiones, ya que depende más bien de herramientas y métodos de trabajo semejantes a los cotidianos para este tipo de agricultor.

La utilización de las especies de bambú en México puede ser económicamente rentable, por lo que representa una opción real de manejo de recursos. Por ejemplo, debido a la gran proporción de residentes de origen asiático, Estados Unidos es uno de los mayores consumidores de bambú; de hecho, sus importaciones alcanzan los 3 millones de dólares

anuales, de ellas, el 71% proviene de China, el resto de países como Taiwán, Tailandia, Sudáfrica, Israel, Indonesia y Japón. Los cogollos se venden en 4 formas: frescos, secos, en conserva y enlatados. (Sánchez 2004). Dado que en México no existe la costumbre de comerlos, es esta última forma la que más interesaría desarrollar con el propósito de exportar la producción, particularmente al mercado estadounidense; se puede competir con dichos países productores y por su situación geográfica, México al ser país fronterizo de Estados Unidos, el costo de transportación y aduanal sería menor. La producción de alimentos derivados del bambú puede desarrollarse de inmediato y con facilidad porque hay especies en México de las que más se valoran para consumo como la *Bambusa Oldhamii* y *Phyllostachys bambusoides*. Bajo el mismo tipo de mercado existe otro nicho comercial, el de los productos semi-industriales para la producción de *Chop-sticks* (palitos utilizados en la comida china y japonesa), tanto para exportación como para el consumo nacional (op. cit.).

Uno de los objetivos de la modelación de la distribución potencial de las especies de bambú fue conocer los sitios potenciales donde puedan utilizarse para desarrollar centros de producción de muebles, artesanías, papel, etc. De manera concreta, las especies del género *Guadua* Kunth son de las más utilizadas actualmente a nivel nacional por la resistencia y dimensiones de sus culmos y a la vez son también las que presentan más opciones para su comercialización a nivel nacional por los usos potenciales que presenta (material para construcción y pulpa para papel). Por otro lado las especies del género *Chusquea* Kunth aunque son de las menos utilizadas presentan un gran potencial como ornamentales tanto en el mercado nacional como internacional. Las especies introducidas son ampliamente utilizadas debido a la abundante información y difusión derivada de la investigación en países de Asia, y Suramérica principalmente, donde representan un recurso económico muy importante. Por lo anterior en media que se incremente la investigación de las especies de bambú de México permitirá ir reemplazando poco a poco a las introducidas. Lo anterior tendrá repercusiones

positivas desde el punto de vista ambiental y económico; con respecto a lo ambiental, la utilización de especies nativas reducirá los riesgos de que especies como *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendl se convierta en especies invasoras. Desde el punto de vista económico, la generación de información biológica y ecológica puede hacer factible la industrialización y comercialización de bambú a gran escala, lo cual hace posible que las especies de bambú sean una opción para establecer estrategias de manejo alternativas.

8. CONCLUSIONES

Las principales características biológicas de las especies de bambú que determinan su utilización en diversas actividades son las dimensiones, dureza y flexibilidad de los culmos. En México la investigación básica de estudios ecológicos de las especies de bambú es fundamental para tener mejor planeación y rendimientos de cada especie, y pueda reflejarse en las economías de los diferentes sectores en las que puedan ser implementadas como recurso alternativo. La escasa información, investigación y difusión de las especies nativas de bambú contrasta con la gran diversidad de usos potenciales que podrían ser aprovechados por diversos sectores de la población. como fuente de materia prima en la industria principalmente de la construcción, alimentación y papel. Debido a características del rizoma y las rápidas tasas de crecimiento también puede jugar un papel preponderante en la restauración ecológica de áreas degradadas; asimismo puede funcionar como una especie clave en el secuestro de carbono. El estudio etnobotánico de esta tesis muestra que existe un uso diversificado y diferencial de estas especies en el territorio nacional; pero también sugiere que las alternativas de manejo de recursos que ofrecen estas especies son poco utilizadas en varios estados. El ejemplo más claro es que aunque las especies de bambú en México se encuentran distribuidas en 27 Estados, en más de la mitad (52%) no se reporta ningún uso de las especies. Es importante señalar que son necesarios estudios más detallados desde el punto de vista de la etnobotánica para generar una mayor cultura de la utilización de estas especies. Respecto a las especies introducidas de bambú en México se encontró que tienen una fuerte presencia en gran parte del territorio nacional ya que tienen mayor número y clases de usos que las especies nativas y endémicas, por lo cual es necesario revertir esta tendencia debida a que algunas especies nativas tienen las mismas aplicaciones, así se tendrán ganancias no sólo en el

aspecto económico dado que al aprovechar recursos nacionales no se requiere de importar materias primas lo que reduce los gastos de comercialización del producto, y en el aspecto ecológico, disminuye el riesgo de que las especies introducidas desplacen a las nativas.

La distribución actual de las especies nativas de bambú incluye 23 Estados de la República Mexicana, pero la mitad de la riqueza de especies se concentra en Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Guerrero donde se registran las mayores tasas de deforestación, lo cual genera que las especies de bambú sean vulnerables y se encuentren algunas en peligro de extinción.

Por medio de la modelación con el programa GARP se obtuvieron las áreas potenciales en donde es posible hipotéticamente llevar a cabo actividades de aprovechamiento y manejo de la especie con diferentes fines: económicos (plantaciones forestales no maderables), ecológicos y conservacionistas (para regeneración edáfica, captura de carbono, establecimiento de zonas de conservación y protección de especies), científicos (búsqueda de nuevos especímenes)

Los resultados de la modelación de la distribución potencial también permitieron observar que los requerimientos ecológicos de las especies nativas y de las introducidas son diferentes aunque no debe ignorarse el riesgo ecológico de representar organismos no nativos en un ambiente donde no evolucionaron. Por lo anterior y ante su amplia tolerancia a factores ambientales reflejada en su extensa distribución actual y potencial superior a la de las especies nativas, implica que deben tomar medidas y seguridad más estrictas para obtener sólo los beneficios que ofrece la especie: *Bambusa vulgaris*.

La utilización de modelos de predicción de la distribución espacial de las especies aunque ha sido poco utilizada desde una perspectiva del manejo de los recursos naturales, se ha demostrado con el presente estudio que es posible establecer

alternativas de manejo productivas y sustentables con base especies sin riesgo ecológico. Por lo tanto puede constituir un apoyo para seguir descubriendo las ventajas que ofrecen las especies de bambú de México.

9. REFERENCIAS

- Aguilar R. 2004. Especies endémicas de México. Bambúes de México.
- Allendor F. y Lundquist, L. 2003. Introduction: Population Biology, Evolution, and Control of Invasive Species. *Conservation Biology*. 17(1):24-30.
- Anahuac. 1982. Agenda del constructor. Anahuac: México 184p.
- Anderson R., Lew D., Peterson A., 2003. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*. 162:211-232.
- Andrade V., García N., Sánchez H., Valle H. 1991. Geografía. Trillas: México. 236p.
- Andrade M., Arce G., Brice M., Chimal C., de la Vega L., García L., Grobet G., Hernández C., Hinojosa L., García L., 2000. La diversidad biológica de México. OCEANO: España. 288p.
- Austin R., Ueda K, Levy D. 1981. Bamboo. Wather Hill. New York – Tokio. 216p.
- Austin M. 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and stactical modelling. *Ecological Modelling*. 157:101-118.
- Bernadat C., Mejía M., Gómez A., Pale J. 2004. Usos del bambú en Monte Blanco Veracruz. Instituto de Ecología A.C., Intitut Nacional Aagronomique. Paris-Grignon, Bambúes Nativos de México.
- Briones S., Rosas M. 1989. Mobiliario de bambú para restaurantes. Tesis de licenciatura en Diseño Industrial. Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Brown J. 2003. Macroecología. Fondo de Cultura Económica: México. 397p.
- Callaway R., Telen G., Rodríguez A., Holben W. 2004. Soil biota and exotic plant invasión. *Natura*. Vol. 427
- 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* 39:107-116.
- Ceballos G., Gómez H., Del Coro M., 2002. Áreas prioritarias para la conservación de las aves de México. *Biodiversitas*. 41: 2-7.
- Centro Internacional de Investigación y Capacitación Agropecuaria AC (CIICA A.C). 1998. Manifestación de impacto ambiental, plantación forestal de especies maderables y Bambú Guadua en Frontera Hidalgo, Chiapas, México.
- Colmenares K. 2004. Vivienda progresiva de bambú: una propuesta. Tesis de Licenciatura. Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cortés R. G. R. 2000. Los bambúes nativos de México. *Biodiversitas*. 30 (5).

- Cortés R. G. R. 2004. First graphic representation of the bamboo in the American continent. *Bamboo*. 25 (6).
- Cortés R. G. R. 2005. Aspectos ecológicos del bambú. *Bambúes de México*.
- Cortés R. G. R. 2005. Etnobotánica. *Bambúes de México*.
- Cortés R. G. R. 2005. Plantaciones Comerciales en México. *Bambúes de México*.
- Cortés G., Aguilar R. 2002. Native especies of bamboo in México. *Bamboo for sustainable Development*, 89-95.
- Cortés G., Torres A., Fuentes J., Aguilar A. 2004. Listado e identificación de las especies endémicas de bambú (POACEAE: BAMBUSOIDEAE) en México. Laboratorio de Botánica. Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Chapmon P., Peat E. 1995. Introducción a las gramíneas. Acribia. España. 125p
- Chapmon G. (Editor). 1997. The Bamboos. Linear Society of London Series Número 19. Capítulos 2 y 3. Gran Bretaña.
- Christanty L., Mailly D., Kimmins J. 1996. "Without bamboo, the land dies": Biomass, litterfall, and soil organic matter dynamics of a Javanese bamboo talon-kebun system. *Forest Ecology and Management*. 87:75-88.
- Clark L., Cortés G. 2004. A New species of *Otatea* from Chiapas Mexico. *Bamboo Science and Culture*. 18(1):1-6.
- Clark L., Cortés G., Cházaro M. 1997. An unusual New Species of *Chusquea* (Poaceae: Bambusoideae) from Mexico. *Systematic Botany*. 22(2):219-228.
- Crouzet, Y. 1998. *Bambúes*. Evergreen. Italia.
- Cruz H. 1994. *La Guadua: Nuestro bambú*. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Centro Nacional para el Estudio del Bambú-Guadua. Colombia. 293p.
- Daehler, C. 2003. Performance Comparisons of Co-Ocurring Native and Alien Invasive Plants: Implications for Conservation and Restoration. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 34:183-211.
- Dávila P. 2004. *Fitogeografía y conservación de las Poaceae Endémicas de México*. UBiPRO Facultad de Estudios Superiores Iztacala Universidad Nacional Autónoma de México.
- D'Antonio C., Meyerson, L. 2002. Exotic Plant Species as Problems and Solutions in Ecological Restorations: A Synthesis. *Restoration Ecology*. 10 (40):703-713.
- D'Antonio C., Vitousek P. 1992. Biological Invasion by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 23:63-87.

- 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. Italia.
- Dransfield S., Widjaja A. (Editors) 1995. Plant Resources of south East Asia. Bamboos. 7 Backhuys. Indonesia.
- Embaye K, Christersson L., Ledin S., Weih M. 2003 Bamboo as bioresource in Ethiopia: management strategy to improve seedling performance (*Oxytenanthera abyssinica*). Bioresource Technology. 88: 33-39.
- Escalante M., Carpio M. I., Montiel L. M. 1998. Anatomía y estructura de los culmos de cuatro especies de bambú en Costa Rica *Revista de Biología Tropical*. 46 supl. 3:41-49.
- Espinosa G., Sarukhan K., J. 1997. Manual de malezas del valle de México. Instituto de Ecología. UNAM. Fondo de Cultura Económica. México.
- Espinosa G. (Responsable) 2002. Informe final del proyecto U024: Malezas Introducidas en México.
- Espinosa R. Diana C. 2004. La cadena de la Guadua en Colombia. Observatorio Agrocadenas Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.
- Feria P., Peterson T. 2002. Prediction of bird community composition based on point-ocurrence data and inferential algorithms: a valuable tool in biodiversity assessments. *Diversity and Distributions*. 8:49-56.
- Fernández M. 1955 Estudio sobre la pulpa "Kraft" obtenida del Oate *Bambusa vulgaris* Tesis Químico Universidad Nacional Autónoma de México.
- Francis J. 2004. *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl. Canadian Biodiversity Information Facility. (Sistema Integrado de Información Taxonómica-SIIT América del Norte).73-78.
- Furniss 2004 The Wonder Plant with an uncerrein future. *Royal Geographical of London* Agosto.
- García G. 1991. Secadora para bambú. Tesis de licenciatura en Diseño industrial. Escuela Nacional de Estudios Profesionales de Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gilboy A. en prensa. Effects of landscape spatial structure and composition on models of pine warbler (*Dendroica pinus*) habitat selection.
- Goerck J., Brooks T., Graham C., Howell C., Smith K., Williams P., Ribeiro M., Stockwell D., Peterson A. en prensa. Modeling species distributions inductive approaches including important environmental parameters. A case study from the Atlantic Forests of Brazil.

- González F. 2003. Las comunidades vegetales de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología: México.
- Guisan A., Zimmermann N. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*. 135:147-186.
- Guillaumín R. 2003. El bambú y el medio ambiente. *Impulso ambiental* (18)38-39.
- Guillén J. 1995. El bambú en Chiapas, su explotación e industrialización como elemento arquitectónico estructural prefabricado. Tesis de Maestría en Arquitectura tecnológica. Facultad de Arquitectura. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Guzmán C., Núñez N., De Niz D., Guzmán L., Santana F. 1992. Catálogo de Nombres vulgares y científicos de plantas de la reserva de la biosfera Sierra de Mazatlán, Jalisco-Colima, México. Boletín Instituto de Botánica Universidad de Guadalajara. 1(4): 2-19.
- Guzmán C., Anaya M., Santana F. 1984. El Género *Otatea* (Bambusoideae); en México y Centroamérica. Boletín Instituto de Botánica Universidad de Guadalajara. 10(5):2-19.
- Grijalbo. 1981. Biología. Grijalbo. España.
- Hernández A. 1996. Análisis del oate *Bambusa vulgaris* como material estructural. Tesis de maestría en Arquitectura-Tecnológica. Facultad de Arquitectura Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hentschel A. Edna. 1986. La Geografía de la vida. Secretaría de Educación Pública. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 104pp.
- Hierro J. Maron J. Callaway R. 2005. A biogeographical approach to plant invasions: the importance of studying exotics in their introduced and native range. *Journal of Ecology*. 93:5-15.
- Higareda Y., Nieves G., Luquín H. en Vázquez A., Cházaro M, Nieves G., Vargas Y., Vázquez M., Flores A., 2004. Flora del Norte de Jalisco y etnobotánica Huichola. Universidad de Guadalajara, Louisiana State University USA: México. 182p.
- High A. 1968. A Gardener's guide to their cultivation in the temperate climates. Faberland Faber Limited. Gran Bretaña.
- Hill A. 1965. Botánica económica, plantas útiles y productos vegetales. Omega: España.
- Hirzel A., Arlettaz R. 2003. Modelling Habitat Suitability for Complex species Distributions by Environmental-Distance Geometric Mean. *Environmental Management*.
- Hirzel A., Hausser J., Chessel D., Perrin N. 2002. Ecological-Niche factor analysis: How to compute habitat-suitability map without absence data? *Ecology*. 83(7): 2027-2036.

- Hirzel A., Helfer V., Metral F. 2001. Assessing habitat-suitability models with a virtual species. *Ecological Modelling*. 45:111-121.
- Hutchison J. 2002. El bambú, oro verde de Asia. *Selecciones*. 741: 96-104.
- Judziewicz J., Clark L., Londoño X., Stern M. 1999. American Bamboos. Smithsonian Institution Press Washington and London.
- Kidder F., Parker H. 1981. Manual del Arquitecto y del constructor. Unión tipográfica Editorial Hispano-Americana: Mexico 2363p.
- Kearney M., Porter W. 2004. Mapping the fundamental niche: physiology, climate, and the distribution of a nocturnal lizard. *Ecology*. 85 (11):3119-3131.
- Lavoie, C., Jean, M., Delisle F., Létourneau, G. 2003. Exotic plant species of the St. Lawrence River Wetlands: a spatial and historical analysis. *Journal of Biogeography*. 30:537-549.
- Lebbie A., Guries R. 2002. The Palm wine trade in Freetown, Sierra Leone: Production, Income and Social Construction. *Economic Botany*. 56 (3):246-254.
- Lechuga A. 2001. ENTREPRENEUR. 2005.
- Longwell C., Flint R. 1978. Geología física. Limusa: México.545p.
- Lozoya H., Mejía J., Espinosa (compiladores) 2003. Riesgos Fitosanitarios en el manejo de plantas nativas. Plantas A. nativas de México con potencial ornamental. Universidad Autónoma Chapingo: México.
- Lyn C. 2004. Invasive species: The search for solutions. *Bioscience* (54) 7:615-621.
- Macías C. 2004. Plagas exóticas. ¿cómo ves? 68 (6):22-26.
- Martínez A., Evangelista O., Mendoza C., Morales G., Toledo G., Wong L. 1995. Catálogo de Plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla México. Cuadernos 27. Jardín Botánico, Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México: México.
- McClure A. 1993. The bamboos. Smithsonian Institution Press. Washington y Londres.
- Mejía M., Espinosa A. 2003. Plantas Nativas de México con Potencial Ornamental. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Mejía M., Dávila P. 1992. Gramíneas útiles de México. Cuadernillos No.16 del Instituto de Biología. UNAM. Instituto de Ecología. México
- Mejía M. 2004. Los bambúes Nativos de México. Instituto de Ecología, A.C., American Bamboo Society, The Bamboo of the Americas, Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Mejía M. 2004. Bambúes endémicos de México (*Olmea recta*). Instituto de Ecología, A.C., American Bamboo Society, The Bamboo of the Americas, Instituto Tecnológico de Chetumal.

- Mejía M. 2004. Caña brava (*Guagua aculeata* y *Guadua longifolia*). Instituto de Ecología, A.C., American Bamboo Society, The Bamboo of the Americas, Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Meouchi E. 1949. Obtención de celulosa del bambú mexicano por digestión fraccionada. Tesis licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Químicas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Montiel M. 1998. El bambú: revisión de su biología y cultivo. *Revista de Biología Tropical*. 46 supl. 3:65-79.
- Montiel M., Murillo R. L. 1998. Historia ecológica y aprovechamiento del bambú. *Revista de Biología Tropical*. 46 supl. 3:11-18.
- Muñoz E., Hernández J., Colín J. 2004. Georreferenciación de las localidades de colectas biológicas. *Biodiversitas*. 54:8-15.
- Muñoz R. 1973. Estudio preeliminar de la industrialización del otate con poliestireno expandible. Tesis Ingeniero Químico. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Navarro M., Legorreta G. 1998. Sistemas de información geográfica. Universidad Nacional Autónoma de México. Publicaciones Docentes del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". 163p.
- Nieves G., Vázquez A., Cházaro M., Vázquez M. en Vázquez A., Cházaro M, Nieves G., Vargas Y., Vázquez M., Flores A., 2004. Flora del Norte de Jalisco y etnobotánica Huichola. Universidad de Guadalajara, Louisiana State University USA: México. 182p.
- Numata Makoto. 1979. Ecology of grasslands and Bamboolands in the World. Dr. W. Junk ou Publisher-The Hague-Boston-London. Republica Democrática Alemana.
- Organización de Naciones Unidas. 1972. Utilización del bambú y de la caña en la construcción. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Organización de las Naciones Unidas. Estados Unidos.
- Ordóñez V. 1999. Perspectivas del bambú para la construcción en México. *Madera y Bosques* 5(1):3-12.
- Orozco S., Vázquez, Y. 1993. Especies Invasoras. Su impacto sobre las comunidades bióticas. Serie de cuadernos de conservación No. 2. Pronatura. México.
- Ortega E., C. Castillo. 1996. El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal *Ciencias*. (43):32-39.

- Pale J. Mejía M., Gómez A. 2004. Propagación asexual del bambú nativo de México *Rhipidocladum racemiflorum* (Steud.) E. Fourn. (Poaceae: Bambusoideae), recurso artesanal en Monte Blanco, Ver. Instituto de ecología, A.C, Bambúes Nativos de México.
- Pale J. Mejía M., Gómez A. 2004. Chiquián (*Rhipidocladum racemiflorum*). Los Bambúes Nativos de México. Instituto de Ecología, A.C., American Bamboo Society, The Bamboo of the Americas, Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Peters C., Purata P., Chibnik M., Brosi B., López A., Ambrosio M. 2002. The life and Times of *Bursera Grabriifolia* (H.B.K.) Engl. in Mexico: A Parable of Ethnobotany. *Economic Botany*. 57(4):431-441.
- Peterson T., Ortega M. En prensa. Modeling Ecological Niches and Predicting Geographic Distributions: A Test of five Methos.
- Ramón L. 2003. The introduction of cultivated Citrus to Europe via Northern Africa and the Iberian Peninsula. *Economic Botany*. 57(4):502-514.
- Rect C., Wetterweld M. F. (sin año). Bamboos. Timber Press. Oregon Estados Unidos.
- Ross I. Jeffrey, Molina A. 2002. The ethnobotany of Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* ssp. *Aconitifolius* Breckon): A nutritious maya vegetable . *Economic Botany* 56(4)350-365.
- Ruiz Y. 1999. El acero vegetal. *Expansión*. 30(778).
- Rzedowski J. 1983. Vegetación de México. Limusa. México.
- Salas A. 2002. "Plantaciones forestales comerciales" *Forestal XXI*. 5(3) 14-16.
- Sakai K., Allendorf F., Holt J., Lodge M., Molofsky J., Whit K., Baughman S., Cabin R., Cohen J., Ellstrand N., McCauley D., O'Neil P., Parker M., Thompson J., Weller S. 2001. The population Biology of invasive Species. *Annual Review of Ecology and Systematics*.32:305-330.
- Sánchez R. 2004. Vivienda de Bambú en Orizaba Veracruz. Tesis Licenciatura. Facultad de Arquitectura Universidad Nacional Autónoma de México.
- Santana F. 1992. Floración de *Guadua paniculata* Munro (BAMBUSOIDEAE: GRAMINEAE) un bambú silvestre de la reserva de la biosfera Sierra de Mazatlán. Boletín del Instituto de Botánica 1(3):205-210.
- Singer F. 1978. Resistencia de materiales. Corporación Editora y Periodística: México. 636p.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Comisión Técnico Consultiva para la determinación de Coeficientes de Agostadero (Cotecoca). 1987. Las Gramíneas de México. Tomo I. México.

- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Comisión Técnico Consultiva para la determinación de Coeficientes de Agostadero (Cotecoca). 1987. Las Gramíneas de México. Tomo II. México.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Comisión Técnico Consultiva para la determinación de Coeficientes de Agostadero (Cotecoca). 1987. Las Gramíneas de México. Tomo V. México.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Comisión Técnico Consultiva para la determinación de Coeficientes de Agostadero (Cotecoca). 1987. Las Gramíneas de México. Tomo XI. México.
- Secretaría de Educación Pública (SEP), Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART) 1985 Informe de la investigación sobre cultivo y explotación del bambú en México. SEP-FONART. México.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática (CGSNEGI). 1981. Guías para la interpretación cartográfica. Topografía. (SSP, CGSNEGI). México.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática. 1981. Guías para la interpretación cartográfica. Uso de suelo. México.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática. 1981. Guías para la interpretación cartográfica. Edafología. México.
- Soberón J., Koleff O., Moreno E., Alarcón J. 2004. Análisis de riesgo de especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).
- Soberón J., Townsend P. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*. 2:1-10.
- Soderstrom T. 1981. OLMECA, a new genus of mexican bamboos with fleshy fruits. *American Journal Botanic*. 68(10):1361-1373.
- Soderstrom T., Calderón C. 1978. The species of Chusquea (POACEAE: BAMBUSOIDEAE) with verticillate buds. *Brittonia*. 30(2):154-164.
- Soderstrom T., Calderón C. 1978. CHUSQUEA AND SWALLENCHLOA (POACEAE: BAMBUSOIDEAE): generic relationships and new species. *Brittonia*. 30(3):297-312.
- Soderstrom T. 1988. *Aulonemia fulgor*. (POACEAE: BAMBUSOIDEAE), a new species from Mexico. *Brittonia*. 40(1):22-31.

- Stockwell, D., Peterson T. 2002. Effect of Simple Size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modelling*. 148:1-13.
- Torres J. 1993. Descripción de gramíneas en plantaciones cítricas de Martínez de la Torre, Veracruz. Colección de Cuadernos Universitarios, Serie de Agronomía No. 25 Universidad Autónoma de Chapingo: México.
- Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Missouri Botanical Garden, The Natural History y Museum. 1994. Flora Mesoamericana. UNAM, MBG, Volumen 6: México.
- Vázquez A., Cházaro M, Nieves G., Vargas Y., Vázquez M., Flores A., 2004. Flora del Norte de Jalisco y etnobotánica Huichola. Universidad de Guadalajara, Louisiana Satate University USA: México. 182p.
- Vázquez A., Saldívar S., Tello O. en Vázquez A., Cházaro M, Nieves G., Vargas Y., Vázquez M., Flores A., 2004. Flora del Norte de Jalisco y etnobotánica Huichola. Universidad de Guadalajara, Louisiana Satate University USA: México. 182p
- Vázquez L., Vibrans H., García M., Valdez H., Romero M. Cuevas G. 2004. Effects of harvesting on the structure of a neotropical woody bamboo (Oateea: GUADUINAE) populations. *Interciencia*. 29(4):207-211.
- Vázquez J. 2002. Especies exóticas. *Forestal XXI*. 5(3): 4-6.
- Vázquez J. 2002. Es necesario un mayor control en la introducción de especies exóticas. *Forestal XXI*. 5(3): 4-6.
- Vázquez J. 2003. Los eucaliptos y los factores ecológicos. *Forestal XXI*. 6(3) y (4):4-6.
- Velázquez A., Mas J., Mayorga R., Díaz J., Alcántara C., Castro R., Fernández T., Palacio J. L, Bocco G., Gómez G., Luna L., Trejo I., López J., Palma M., Peralta A., Prado J., González F. 2002. Estado actual y dinámica de los recursos forestales de México. *Biodiversitas*. 41:8-15.
- Vela L. 1976. Los bambúes. Boletín Técnico No.50. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México.
- Vibrans H. 2004. Taller sobre plantas invasivas en áreas naturales. XVI Congreso de botánica. México.
- Yuming Y., Kanglin W., Shengji P., Jiming H. 2004. Bamboo Diversity and Traditional Uses in Yunnan, China. *Mountain Research and Development*. 24(2):157-165.
- Yela H. 1994. Revisión bibliográfica de los bambúes en relación sus usos, métodos de tratamiento, manejo y su descripción morfológica. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana de Xochimilco.155p.

Exposiciones

Exposición “Bambúes nativos de México”. Del 18 al 22 de Octubre del 2004. Oaxaca, Oaxaca México. XVI Congreso Mexicano de Botánica.

Herbarios

Herbario Nacional de México MEXU. 2004. Fichas de los ejemplares colectados en México de los géneros *Aulonemia*, *Arthrostylidium*, *Guadua*, *Olmeca Otatea*, *Chusquea*, *Rhipidocladum*, *Bambusa* y *Phyllostachys*.

Normas Oficiales

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. Diario oficial (Segunda Sección) miércoles 6 de marzo 2002. SEMARNAT

Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) (Marzo 2004):

- Aragón A., L. 2001. Etapa final de la cobertura y catalogación del Herbario del Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío. División de Vegetación y Flora. Instituto de Ecología, A.C. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto Q017. México DF.
- Bravo M. C. 1999. Inventario nacional de especies vegetales y animales de uso artesanal. Asociación Mexicana de Arte y Cultura Popular, A.C. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto J002 México DF.
- Dávila. P. 1998. Flora Novo Galiciana-Gramineae. Herbario MEXU. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto F005 México DF.
- Dávila A., P. 2001. Flora ilustrada del Valle de Tehuacan Cuicatlán: III fase. Herbario MEXU. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto Q014. México DF.
- Durán G., R. 1998. Base de datos del Herbario del Centro de Investigación Científica de Yucatán. Herbario U Najil Takin Xiw. Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto P143. México DF.
- Espejo S., M.A. 1998. Las monocotiledóneas mexicanas, una sinopsis florística. Parte II. Departamento de Biología. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto G016. México DF.
- Fernández N., R. 1999. Computarización del Herbario ENCB. Fase I (Base de datos de los ejemplares del Valle de México). Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto J114. México DF.
- Flores V., O. 1994. Historia natural del parque ecológico estatal de Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México. Museo de Zoología Alfonso L. Herrera. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto A004. México DF.

- García R., I. 2001. Flora del Parque Nacional Pico de Tancítaro, Michoacán. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Unidad Michoacán. Instituto Politécnico Nacional. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto H304. México DF.
- González E., M. S. 1998. Bases de datos sobre la flora de Durango. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto P005. México DF.
- González M., F., 1998. Lista florística preliminar de Tamaulipas. Departamento de Botánica. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto P092. México DF.
- Gutiérrez G., M. V. 1999. Catálogos florísticos de México por entidad federativa e información etnobotánica de la Colección del Herbario Nacional Biól. Luciano Vela Gálvez (INIF). Herbario Nacional Forestal Biól. Luciano Vela Gálvez. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. SAGAR. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto P140. México DF.
- Herrera A., Y. 2001. Manual de las gramíneas de Durango. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto R035. México DF.
- Lorea H., F. G. 2000. Actualización de las bases de datos del Herbario del Instituto de Ecología, A.C. (XAL): Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto K004. México DF.
- Luna V., M. I. 1997. Florística y biogeografía de algunos bosques mesófilos de la Huasteca Hidalguense: Fase I (Tenango de Doria y Tlanchinol). Herbario FCME. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto B 133. México DF.
- Rendón A. B. 2000. Flora útil del Municipio de la Huerta, Jalisco. Laboratorio de Genética, Ecología y Evolución. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto L255. México, D.F.
- Sánchez E., J. 1997. Modernización del Herbario de la Universidad de Sonora. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad de Sonora. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto B047. México, D.F.
- Soto E., M. 1999. Preservación e interpretación de las notas de campo del Dr. Faustino Miranda. Departamento de Investigación y Diagnóstico Regional. Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto P 110. México, D.F.
- Sousa S., M. 2000. Colecta botánica: área maya región de la Reserva Calakmul, Campeche. Herbario MEXU. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto M004. México, D.F.
- Téllez V., O. 1998. Inventario florístico y base de datos de la Reserva Ecológica de San Juan, Nayarit, México. Herbario MEXU. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto P083. México, D.F.
- Téllez V., O. 2000. Bases de datos de la flora de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. Herbario MEXU. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto L289. México, D.F.

- Valdés R., J. 1998. Bases de datos de las gramíneas (Poaceae) del noreste de México. Departamento de Botánica Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto G029. México, D.F.
- Vega A., R. 2000. Catálogo y base de datos preliminar de la flora de Sinaloa. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto L057. México, D.F.
- Villaseñor R., J. L. 2002. Actualización de las bases de datos de los proyectos M056, P089 y Q069 y la familia Asteraceae en México. Fase II. Tribu Tageteae y Vernonieae. Herbario MEXU. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto U004. México, D.F.
- Vovides P., A. P. 1997. Actualización de las bases de datos de colecciones, especies en peligro de extinción, colecta y propagación de germoplasma. Departamento de Sistemática Vegetal. Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto B140. México, D.F.

Páginas de Internet

- American Bamboo Society (ABS). 2004. <http://www.americanbamboo.org>
- Bamboo of the Americas (BOTA). 2004. <http://bambooftheamericas.org>
- Bambúes de México. 2004. <http://www.bambumex.org>
- BAMBUNERA. 2005. <http://www.bambunera.com/fitex/index.htm>
- BAMBUVER A.C. 2005. <http://www.bambuver.com>
- Canadian Biodiversity Information Facility. 2004. <http://cbif.gc>
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2004. <http://www.conafor.gob.mx>
- DesktopGarp. 2005. <http://www.lifemapper.org/desktopgarp>
- ENTREPRENEUR. 2005. www.soyentrepreneur.com
- GARNIER. 2005. <http://www.garnier.com>
- InfoACERCA. 2005. <http://www.infoaseca.gob.mx>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2004. <http://www.inegi.gob.mx>
- Land Processes Distributed Active Archive Center. 2005. <http://edcdaac.usgs.gov/main.asp>
- Missouri Botanical Garden's VAST (VAScular Tropicos). 2005. <http://mobot.mobot.org/W3T/search/vast.html>
- Naturamedic. 2005. <http://www.naturamedic.com>.
- Red Chilena del Bambú. 2005. http://www.bambu.cl/proyectos_carbon.htm.
- Star Bamboo Company. 2004. <http://starbamboo.productos>
- WorldClim database. 2005. <http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>