



Ecología y silvicultura de especies menos conocidas *Cedro, Cedrela spp.*



Ecología y silvicultura

de especies menos conocidas

Cedro, *Cedrela* spp.

Autores: Marisol Toledo
Benoit Chevallier
Daniel Villarroel
Bonifacio Mostacedo



Ecología y silvicultura de especies
menos conocidas Cedro, *Cedrela* spp.

Cita bibliográfica: Toledo, M., B. Chevallier, D. Villarroel,
B. Mostacedo, 2008.
Proyecto BOLFOR II/ Instituto Boliviano de Investigación Forestal
Santa Cruz, Bolivia

Primera edición

Todos los derechos reservados

Edición de texto y producción: Fabiola Clavijo (TNC)
Fotografías: Marisol Toledo y Benoit Chevallier
Diseño y diagramación: Oré Diseño Gráfico

ISBN: 978-99905-952-9-1
Depósito legal: 8-2-2779-08
Impreso en Bolivia
Imprenta Sirena

Realizado por:



Con el apoyo de:



Santa Cruz de la Sierra – Bolivia
Diciembre, 2008

Y en colaboración con:



La publicación de este libro fue posible gracias al apoyo de WWF Bolivia, la organización de conservación, y la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI). Las opiniones expresadas en este documento son las de los autores, y no necesariamente reflejan el criterio institucional de WWF ni de ASDI.

Presentación

Es una satisfacción para el Proyecto BOLFOR II presentar esta publicación que proporciona información sobre las características ecológicas y silviculturales de la especie *Cedrela* spp., comúnmente conocida en nuestro medio como Cedro, resultado de la investigación que sobre la misma ha realizado el Instituto Boliviano de Investigación Forestal.

Esta publicación enriquece la información científica sobre especies maderables menos conocidas, y contribuye a ampliar las oportunidades para un aprovechamiento sostenible además de promover el conocimiento para la diversificación de la oferta maderable de los bosques bolivianos.

Muestra también, la importancia de contar con una institución dedicada a la investigación y a la generación de conocimiento que permita a los diferentes actores del sector forestal, ya sean públicos, privados o sociales, tomar decisiones orientadas a la conservación y al aprovechamiento sostenible de los recursos del bosque con base en información seria y confiable.

BOLFOR II tiene entre sus objetivos promover el conocimiento de especies maderables y no maderables menos conocidas para optimizar su manejo y aprovechamiento, así como fortalecer las capacidades de las organizaciones e instituciones nacionales para el manejo forestal sostenible.

A través de apoyo brindado para la elaboración del presente estudio y su publicación, avanzamos en el cumplimiento de ambos cometidos: promover mayor conocimiento científico y fortalecer el rol del IBIF como un referente clave para el sector forestal en términos de investigación y generación de conocimiento.

Entregamos este material como una contribución de BOLFOR II y del IBIF a todos los actores del sector forestal.

Proyecto BOLFOR II



Contenido

Introducción	1
Clasificación taxonómica	2
Sinonimia botánica	3
Nombres vernaculares.....	3
Nombre comercial	3
Morfología	3
Tronco y copa	3
Corteza	4
Hojas.....	5
Flores	5
Frutos.....	6
Plántulas	7
Madera.....	7
Características biológicas.....	7
Fenología	7
Polinización	8
Dispersión, germinación y regeneración.....	8
Distribuciones diamétricas	10
Crecimiento y desarrollo	12
Plagas y patógenos.....	16
Requerimientos ecológicos.....	17
Suelo.....	17
Clima.....	18
Distribución geográfica.....	18
Usos y aplicaciones	20
Implicaciones para el manejo forestal.....	21
Regeneración	21
Plantación	21
Recolección y almacenamiento de semillas	22
Potencial para el manejo y recomendaciones silviculturales.....	22
Conclusiones	23
Bibliografía.....	24
Agradecimientos.....	30





Introducción


La industria forestal en Bolivia se concentró, en décadas pasadas, en el aprovechamiento selectivo y no sostenible de pocas especies, particularmente de aquellas con mayor valor comercial, como la mara (*Swietenia macrophylla*), el roble (*Amburana cearensis*) y el cedro (*Cedrela* spp.) (Pattie et al. 1997). En los 70's y 80's estas especies registraron su mayor volumen de extracción y exportación. Sin embargo, a partir de los 90's esta condición disminuyó debido a las restricciones y reducción de las poblaciones, y porque el sector forestal decidió diversificar la producción maderera a través de una reforma legal e institucional (Snook et al. 2007).

Las especies de cedro en Bolivia pertenecen al género *Cedrela*, denominación derivada de *Cedrus* (Pinaceae), por el parecido al olor de la madera. El nombre comercial internacional con el que se conoce a las especies de cedro es Spanish Cedar (Anónimo 1996). Las especies de *Cedrela* tienen una de las maderas más valiosas en los Neotrópicos (Smith 1960), siendo una de las primeras especies en ser comercializada *Cedrela odorata*. Asimismo, en Bolivia, la única especie mencionada en los planes de manejo y en los datos de exportación es *C. odorata*.

En Bolivia existen tres especies de *Cedrela*: *C. odorata*, *C. fissilis*, y *C. lilloi*, las mismas que comparten características biológicas y requerimientos ecológicos similares, también poseen cualidades de fácil trabajo y resistencia natural. Los cedros, han sido y son especies de gran importancia económica por las propiedades físicas y mecánicas de su madera. Asimismo, de las tres especies existentes en Bolivia, dos (*C. odorata* y *C. fissilis*) tienen distribución sobrepuesta, lo que hace difícil para los manejadores de bosque diferenciar las especies.

El Instituto Boliviano de Investigación Forestal - IBIF, junto al Proyecto BOLFOR II, en su objetivo de generar conocimiento sobre especies maderables para optimizar un manejo adecuado de las mismas tiene una serie de publicaciones sobre la "ecología y silvicultura de especies menos conocidas". La serie pretende básicamente referirse a especies de alto valor comercial y especies potenciales poco conocidas además de difundir resultados de investigaciones realizadas. A pesar que las especies de *Cedrela*, son ampliamente conocidas, no se tiene un documento que centralice todas las investigaciones ejecutadas hasta el momento. Por esta razón se decidió realizar una compilación de la información disponible de las tres especies de *Cedrela* presentes en Bolivia.

Para la elaboración de este documento se utilizó información proveniente de publicaciones locales e internacionales y se analizó datos de los principales herbarios de Bolivia y censos forestales registrados en la Superintendencia Forestal así como datos provenientes de la Red Nacional de Parcelas Permanentes de Monitoreo del IBIF.



El objetivo de este documento es presentar toda la información disponible sobre las características biológicas, ecológicas y silviculturales de las tres especies del género *Cedrela*. La presente investigación servirá para llenar los vacíos de información de las especies y al mismo tiempo apoyar la realización de un manejo adecuado de estas especies forestales de alto valor económico.

Clasificación taxonómica

El género *Cedrela* pertenece a la familia Meliaceae, la cual es constituida principalmente por árboles y arbustos pertenecientes al Orden Sapindales. La familia incluye alrededor de 50 géneros y 550 especies distribuidos por todas las regiones tropicales del planeta. En el Neotrópico se han identificado ocho géneros: *Cabrarea*, *Carapa*, *Cedrela*, *Guarea*, *Ruegea*, *Schmardea*, *Swietenia*, y *Trichilia* (Pennington 1981). El género *Cedrela* fue descrito por P. Browne en 1756 y en 1759 Linnaeus describió a *C. odorata*. Styles revisó el género junto a Ma. T. Germán y sólo reconocieron siete especies (Pennington 1981). Actualmente se han incrementado dos especies más, haciendo un total de nueve las especies de *Cedrela* distribuidas en América tropical, abarcando el género desde México hasta Argentina:

- *C. fissilis* Vellozo
- *C. lilloi* C. de Candolle
- *C. montana* Moritz ex Turczaninow
- *C. oaxacensis* C. de Candolle y Rose
- *C. odorata* Linnaeus
- *C. salvadorensis* Standley
- *C. tonduzii* C. de Candolle
- *C. balansae* C. de Candolle
- *C. saltensis* Castillo y Zapater

En Bolivia existen 7 géneros y aproximadamente 40 especies en la familia Meliaceae (Toledo en prensa, Quevedo 1993), siendo una familia con alta importancia económica, debido a la calidad de la madera de alto valor comercial de sus especies, principalmente de los géneros *Swietenia* (mara o caoba) y *Cedrela* (cedros). Otros géneros con madera de buena calidad son *Cabrarea*, *Guarea* y algunas especies del género *Trichilia*. En Ixiamas, provincia Iturralde del norte de La Paz, la madera de una especie aún no identificada del género *Guarea* es muy parecida a la de *Swietenia*, según comentarios de forestales de la región.

Sinonimia botánica

- Sinónimos para *Cedrela fissilis* Vellozo: *C. alliacea* Ducke, *C. brunelloides* Rusby, *C. brasiliensis* Adr. Jussieu, *C. huberi* Ducke, *C. macrocarpa* Ducke, *C. regnelli* C. de Candolle, *C. tubiflora* Bertoni, *C. barbata* C. de Candolle, *C. hirsuta* C. de Candolle, *C. longiflora* C. de Candolle, *Surenus fissilis* (Vell.) O. Kunt
- Sinónimos para *Cedrela odorata* L.: *C. adenophylla* Martius, *C. brachystachya* (C. de Candolle) C. de Candolle, *C. guianensis* Adr. Jussieu, *C. mexicana* M. J. Roem
- Sinónimos para *Cedrela lilloi* C. DC.: *C. boliviana* Rugby, *C. steinbachii* Harms

Nombres vernaculares

Debido a su amplia distribución, las diferentes especies de cedro reciben diversos nombres vernaculares en los países de distribución: cedro Misionero (Argentina), ygary (Paraguay), cedro real (Costa Rica), cedro rosado, South American cedar, ygary, cedro amargo, cedrillo, cedro macho (Ecuador), cedro colorado (Perú), cedro amargo, cedro rojo (Venezuela), cedro-rosa, cedro-roxo, cedro-verdadeiro, cedro-vermelho (Brasil). En Bolivia los cedros reciben nombres como cedro rosa, cedro rojo, cedro blanco, cedro colorado. Es importante mencionar que algunas personas distinguen a *C. fissilis* como cedro blanco y a *C. odorata* como cedro colorado.

Nombre comercial:

Cedrela, cedro colorado, cedro real, cedro salteño (Argentina), cedro (Bolivia, Brasil), Spanish cedar, Central American cedar, Honduras cedar, Nicaragua cedar, Tabasco cedar (Estados Unidos, Gran Bretaña), cedar (Jamaica), aluk (Costa Rica), calicedro (México), yalam (Nicaragua), cedro amargo (Venezuela), cédrat (Guyana Francesa), cèdre rouge (Francia).

Morfología

Tronco y copa

Los cedros son árboles deciduos de gran tamaño, alcanzando hasta 40 m, presentan un fuste recto y cilíndrico de hasta 150 cm de DAP, las ramas ascendentes forman una copa abierta, redondeada

y densa, la corteza externa presenta lenticelas circulares. El tronco y la copa en las tres especies de *Cedrela* son muy similares. La especie *C. odorata* presenta aletones de hasta 1,5 m en la Amazonia boliviana, en cambio *C. fissilis* presenta el tronco cilíndrico desde la base.



Aletones *C. Odorata*

Corteza

La corteza externa en las tres especies es grisácea, con fisuras anchas y profundas anaranjado-café, formando costillas gruesas y corchosas. La corteza interna es laminada, alternando capas anaranjado-café y otras beige. El grosor total de la corteza es de 3-5 cm. *C. fissilis*, desprende un olor fuerte a ajo cuando está cortada, a diferencia de *C. odorata* que desprende un olor agradable, típico de cedro.



Corteza de cedro colorado



Corteza interna

Hojas

Hojas alternas dispuestas en espiral, paripinnadas, a veces imparipinnadas, pecíolo de 4 a 12 cm y raquis de 30 a 46 cm, 12 a 26 folíolos opuestos o sub-alternos, enteros y glabros o pubescentes. Los folíolos, son un carácter variable, así *C. lilloi* tiene los folíolos sub-simétricos, con ápice tubulado. En *C. odorata* los folíolos son marcadamente asimétricos, acuminados mientras que en *C. fissilis* son generalmente oblongo-lanceolados. Las hojas de *C. fissilis* tienen el raquis y los pecíolos pubescentes, de color rojizo en las hojas juveniles. Alta densidad de estomas en las hojas, mucho más que en los otros géneros de la familia Meliaceae, siendo una característica propia del cedro (Piratininga-Azevedo 1999). La especie *C. fissilis* es extremadamente variable en lo que se refiere al número de folíolos por hoja, esto refleja quizá el gran número de sinónimos y variedades que se han descrito para esta especie (Pennington 1981).



Hojas y frutos secos de cedro

Flores

Los árboles de cedro son monoicos, con flores femeninas y masculinas en la misma inflorescencia, pero las especies son proteróginas (las flores femeninas se abren primero). Flores unisexuales de 1 cm de largo, las masculinas más alargadas que las féminas, flores blanco-amarillentas hasta rosado, pubescentes, actinomorfas, pentámeras. Corola de 5 pétalos elípticos, carnosos, y pubescentes. Cáliz acopado, con 5 dientes agudos, 5 estambres, soldados a la base del ginóforo. Ovario súpero, 5 loculares, cada lóculo con 8-14 óvulos (Zapater et al. 2004). Las flores están dispuestas en panículas terminales que varían de tamaño en las especies, así *C. odorata* tiene de 21 a 20 cm long, *C. fissilis* varía entre 27 a 33 cm long y finalmente y *C. lilloi* presenta las inflorescencias más largas, entre 31 a 47 cm long.

Frutos

Cápsulas leñosas, dispuestas en manojos, oblongas a cilíndricas, de color verde en inmaduras, café-negruzcas cuando maduras, con lenticelas blanquecinas que le dan una textura áspera, dehiscentes en la punta por cinco válvulas y con una columela leñosa. El tamaño de los frutos es también clave para diferenciar las especies, las cápsulas de *C. fissilis* oscilan entre 5 – 10 cm long, mientras que *C. lilloi* entre 3 – 5 cm y *C. odorata* tiene entre 1,5 – 3 cm long. Los frutos son notables en la planta al aparecer en la punta de las ramas y al madurar abren las valvas de arriba hacia abajo liberando alrededor de 50 semillas, las que son aladas y aplanadas, quedando como una roseta. Los frutos producen gran cantidad de semillas viables anualmente (Lorenzi 1992). Se tiene información que cada kilogramo contiene alrededor de 21000 hasta 24000 semillas (Durigan et al. 2002).



Frutos cedro colorado



Frutos *C. fissilis*



Frutos *C. odorata*

Plántulas

Hojas similares a las de árboles maduros, alternas, compuestas e imparipinnadas. La especie *C. fissilis* se diferencia por tener indumentos de pelos simples y los folíolos más grandes, fáciles de identificar por su fuerte olor a ajo al estrujarlas (Toledo et al. 2005, Mostacedo et al. 2003).

Madera

El cedro es uno de los principales productos madereros de uso doméstico en Centro y Sudamérica. La madera, se trabaja con facilidad, es altamente durable y se seca rápidamente sin encogerse o partirse, siendo fuerte en proporción con su peso, con buena estabilidad dimensional cuando se manufactura. Mientras más alta sea su calidad, más atractivos son su color, grano y olor. La madera es valiosa, no sólo por su facilidad de trabajo sino por su resistencia a la polilla, termitas y pudrición (Cintrón 1990)


La madera de *C. fissilis* es liviana a semi-pesada, con una densidad media de 0,55 g/cm³; entre 0,47 y 0,61 g/cm³ para 15% de humedad (Jankowsky et al. 1990). Presenta albura color amarillento, transición gradual a duramen de color marrón claro a marrón rojizo (color claro en estado verde, oscureciendo bastante con el tiempo), algo más clara que la madera de *C. odorata*; con reflejos y exudando una goma oscura en la superficie. El veteado de *C. odorata* es definido por arcos superpuestos, provenientes por la porosidad semicircular y líneas de parénquima en los anillos.

Características biológicas

Fenología

En Bolivia, los árboles de Cedrela tienen las hojas presentes en la época húmeda (octubre a mayo), desapareciendo en la época seca (junio a septiembre). En los bosques de la Chiquitanía, *C. fissilis* pierde sus hojas cada año durante el periodo seco antes de empezar a florecer, entre junio y septiembre (Justiniano y Fredericksen 1998). La mayoría de los frutos maduran con el árbol totalmente defoliado. En la Amazonia boliviana se observó, en el mes de julio, frutos presentes durante la caída de hojas de *C. odorata* (Toledo Obs. Pers.). De manera general, el desarrollo de los frutos toma aproximadamente de 9 a 10 meses y las frutas maduran en la siguiente época seca.

La floración de los cedros en Bolivia generalmente es abundante en todo el árbol y ocurre durante la primavera, entre agosto y diciembre, siendo muy variada según su distribución y la especie. *Cedrela*



fissilis, la especie de mayor distribución en Bolivia, puede presentar flores en los bosques andinos semideciduo en junio, según Jardim et al. (2003), en la Chiquitania florece de noviembre a enero. Individuos de *C. odorata* presentaron flores entre julio y septiembre según colectas en Beni y norte de Santa Cruz y La Paz. *Cedrela lilloi*, en los bosques montanos, florece entre noviembre a enero. En Brasil también la floración puede ocurrir en diferentes meses, habiéndose encontrado flores desde agosto hasta marzo (Carvalho 1994). La floración comienza, en general, cuando salen las primeras hojas.

Como la floración, el periodo de fructificación depende de las regiones y de las especies: en Argentina ocurre entre agosto y septiembre (Lorenzi 1992) y en Brasil de abril a febrero (Carvalho 1994). En Bolivia, la fructificación de *C. fissilis* sucede entre julio y octubre (Mostacedo et al. 2003), en la Chiquitania puede ocurrir algo más temprano, entre julio y agosto o entre febrero y marzo (Jardim et al. 2003, Justiniano y Fredericksen 1998). Frutos de *C. lilloi* han sido colectados entre mayo y junio y de *C. odorata* en abril y agosto. El cedro empieza a fructificar cuando tiene entre diez y quince años según Barrichelo y Müller (2005).

Polinización

La especie *C. fissilis* es hermafrodita pero la alogamia es favorecida por los distintos periodos de maduración de las flores féminas y masculinas. La polinización es probablemente hecha por mariposas (Morellato 1991) y abejas (Steinbach y Longo 1992). Además, las flores de Meliaceae muestran características asociadas a la entomofilia, que señalan que las abejas y las mariposas nocturnas son los principales vectores del polen (Styles y Khosla 1976). En Brasil, se encontró solamente individuos del género Thrips (Thysanoptera) visitando las flores de *C. fissilis* (Patiño 1997). Los géneros *Cedrela* y *Swietenia* tendrían posiblemente este polinizador en común (Patiño 1997).

Dispersión, germinación y regeneración

La producción de frutos en los cedros ocurre mayormente entre julio y agosto, dispersándose las semillas entre agosto y septiembre, lo que coincide al final de la época de vientos. Las semillas aladas, al ser muy livianas, son dispersadas fácilmente por el viento a grandes distancias. Según Mostacedo (2007), el cedro produce semillas una vez cada año.

Un estudio experimental en la Amazonia boliviana obtuvo alrededor del 60% de germinación en individuos de *C. odorata*, siendo muy similar en todos los micro sitios del experimento, excepto en rodeos, donde se registró una tendencia baja de germinación (van Rheenen et al. 2004).

Aparentemente la germinación de *C. odorata* puede variar con la edad del bosque, encontrándose cerca del 80% en los bosques secundarios tardíos y bosques primarios, mientras que en lugares abiertos, como los campos de cultivo, éstos llegaron al 10% (Peña-Claros 2001; van Rheenen et al. 2001). La sobrevivencia de plántulas germinadas en el mencionado experimento varió entre 2 a 60%, habiéndose registrado mayor sobrevivencia en los patios de acopio que en los claros de aprovechamiento o pista de arrastre.

La regeneración natural es un aspecto muy importante de la dinámica del bosque. En los bosques secos y sub húmedos de Santa Cruz, a través de transectos de regeneración en las parcelas experimentales del IBIF, se registró una densidad mayor de brinzales (7,8 individuos/ha) en el bosque seco de la región de la Chiquitania (INPA) y de plantines en los bosques sub húmedos de la región de Guarayos (La Chonta) y Bajo Paragua (CIBAPA), con 13 y 16 individuos/ha, respectivamente (Fig. 1).

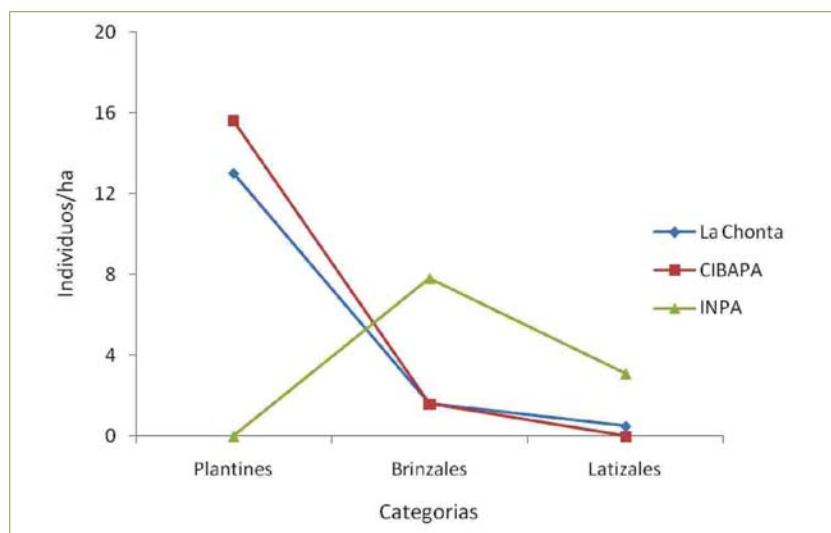



Figura 1. Densidad de plantines, brinzales y latizales de *Cedrela fissilis* en las parcelas experimentales del IBIF localizadas en Santa Cruz, Bolivia.

Aunque *C. fissilis* produce muchas semillas aladas que son diseminadas por el viento, en condiciones naturales del bosque, tiene una regeneración muy baja (IBIF 2007). En los bosques sub húmedos de Santa Cruz (Bajo Paragua) se registró mayor regeneración del cedro en claros de aprovechamiento y en claros naturales que en el bosque y en pistas de arrastre (IBIF 2006). Por otro lado, en una investigación realizada en Pando, la regeneración fue mucho más abundante en áreas perturbadas, observándose lo mismo en la región vecina del Acre, Brasil (Torrico et al. 2002). Asimismo, Barrichelo y Müller (2005) mencionan que en Brasil existe una regeneración preferencial de cedro en



claros o en orilla de bosque. Similar patrón se observó en la provincia Velasco camino a la Concesión Forestal CINMA-San Martín, varios individuos jóvenes de manera dispersa en las orillas del camino (Toledo Obs. Pers.)

De manera general, el género *Cedrela* tiene buena capacidad de regeneración a partir de rebrotes. En el bosque seco chiquitano, especialmente en áreas de chaqueo o a orillas de caminos, se han observado individuos provenientes de rebrotes de raíces o de troncos (Mostacedo 2007). En bosques sub-húmedos, la regeneración de *C. fissilis* fue más abundante en áreas quemadas que en áreas no quemadas, aunque esta regeneración viene exclusivamente de semillas (Gould et al. 2002), lo que genera la producción de una población de mayor valor comercial.

Distribuciones diamétricas

La información de la estructura poblacional, distribución de individuos según clases diamétricas, proviene mayormente de las parcelas permanentes que monitorea el IBIF en diferentes concesiones forestales localizadas en áreas de mayor producción forestal. En la figura 2 se observa que *C. fissilis* en los bosques chiquitanos presenta una estructura poblacional con mayor frecuencia de individuos jóvenes. Un patrón similar se observó para *C. odorata* en la región amazónica. En cambio la estructura poblacional de un bosque tucumano dominado por *C. lilloi* en la serranía del Ñao, indica que si bien hay mayor densidad de árboles en categorías diamétricas menores, también hay alta densidad de árboles mayores a 80 cm de diámetro. Esto puede deberse a que la extracción de madera de *C. lilloi* parece realizarse a menor escala, por estar en bosques montanos y en laderas con pendientes muy pronunciadas lo cual la hace poco accesible.

La distribución diamétrica de árboles aprovechables (mayor al diámetro mínimo de corta: > 60 cm DAP) varía en los diferentes bosques. La ausencia de árboles mayores a 60-70 cm de DAP en las curvas de los bosques chiquitanos, preandinos y de transición puede explicarse porque están en áreas de aprovechamiento de árboles con diámetro superior a 60 cm. La especie *C. lilloi*, al parecer es la especie menos aprovechada, encontrándose también una densidad relativa de *C. odorata* en los bosques amazónicos presente en todas las clases diamétricas.

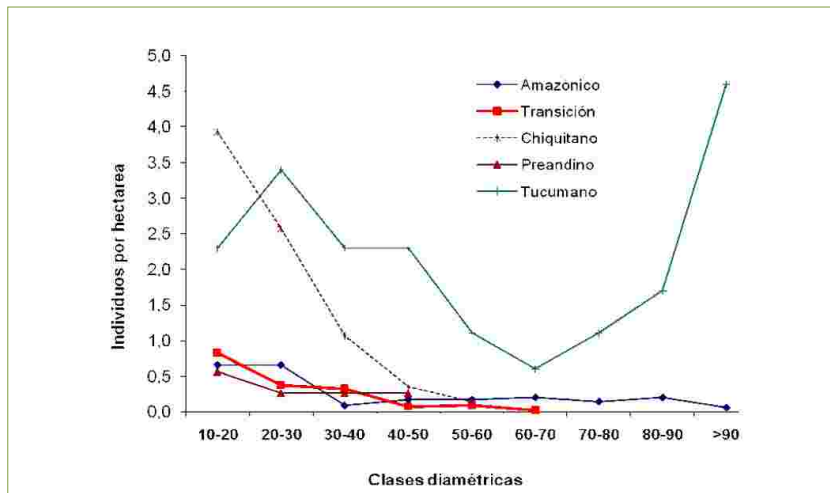


Figura 2. Densidad de individuos, por hectárea y clases diamétricas, de las tres especies del género *Cedrela* en diferentes bosques en su rango de distribución en Bolivia. Bosques amazónicos y preandinos (*C. odorata*), bosques de transición chiquitano- amazónico y chiquitano (*C. fissilis*) y bosque tucumano (*C. lilloi*). Datos provenientes de las parcelas permanentes del IBIF. Datos del bosque tucumano (Serrano 2003).

Las diferentes especies de *Cedrela* muestran una abundancia variable a lo largo de su distribución natural, según los censos registrados en la Superintendencia Forestal (Fig. 3). La mayor densidad de individuos > 60 cm DAP se encuentra en la eco región Boliviano-Tucumano (promedio de 2 árboles/ha), aunque se reporta una variación entre 1 a 3 árboles por hectárea. En cambio, en las ecoregiones Amazónica y el Preandino-Amazónica existen densidades de 0,24 a 0,32 árboles por hectárea (*C. fissilis* y *C. odorata*, con una dominancia de *C. odorata*). Aunque en las ecoregiones de la Chiquitania y la Transición Amazónico-Chiquitana, donde *C. fissilis* es dominante, se tiene la densidad más baja (0,04-0,06 árboles/ha). Se dice que esta especie presenta muy baja densidad (más o menos 1 árbol en 10 hectáreas) en bosques primarios y mayor densidad en vegetación secundaria (Kageyama et al. 1997, Gandara 1995).

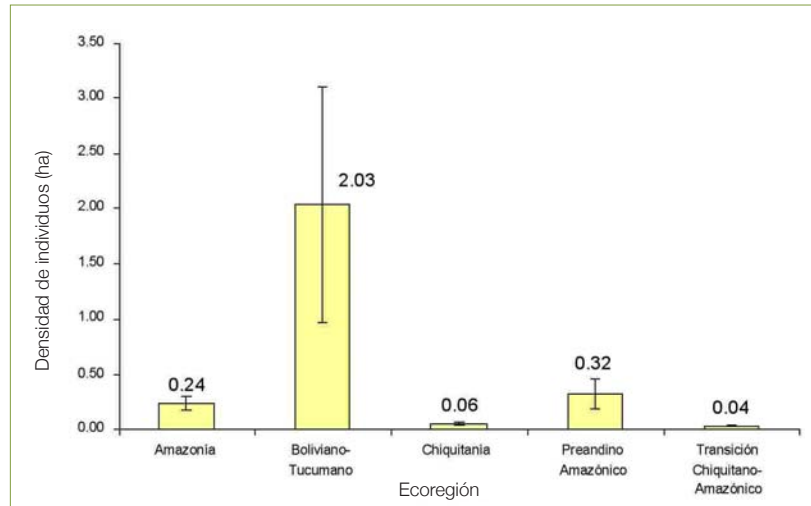


Figura 3. Densidad de individuos (> a 60 cm de diámetro) de las especies de cedro en las principales ecoregiones forestales de Bolivia. Datos provenientes de censos forestales registrados en la Superintendencia Forestal.

Crecimiento y desarrollo

En el norte amazónico de Bolivia un estudio sobre la tasa relativa de crecimiento en altura de plántulas de *C. odorata* encontró una variación entre 5 a 60 cm/año (van Rheenen et al. 2004). El mismo estudio al comparar diferentes micro-sitios obtuvo un mayor crecimiento de altura en los patios de acopio que los claros de aprovechamiento, pistas de arrastre y sitios no perturbados. Según Grau y Pacheco (1996), en un estudio en Argentina, las plántulas y brinzales de *C. lilloi* crecieron, en altura, entre 30 a 60 cm/año bajo buenas condiciones de luz, pero el crecimiento se redujo de 5-10 mm/año bajo sombra. En otro experimento, realizado en la Amazonia boliviana, el crecimiento de *C. odorata* fue mayor respondiendo a una mayor intensidad de luz (Hayashida-Oliver et al. 2001). La tasa de crecimiento de plántulas de *C. odorata* es considerada como una de las más altas en comparación con otras especies. Este resultado fue también observado en las parcelas experimentales del IBIF con tratamientos de escarificación, donde plántulas registraron un mayor crecimiento en altura, en los sitios escarificados (IBIF 2006). De esta manera se deduce que las plántulas concentran su energía para un mayor crecimiento en altura en sitios abiertos, reportándose mayor crecimiento en áreas aprovechadas o abiertas que en el bosque (Arteaga 2006). Estos estudios permiten concluir que los factores más importantes que afectan el crecimiento de *C. odorata* son la apertura del dosel y la presencia de competidores que limitan la disponibilidad de luz.

En cuanto al crecimiento diamétrico, al considerar árboles mayores a 10 cm de diámetro, las especies de *Cedrela* registran una tasa de crecimiento diferente según el tipo de bosque y la cantidad de individuos analizados (Fig. 4). Al comparar el crecimiento en las diferentes ecoregiones forestales de Bolivia se encontró que el mayor crecimiento fue obtenido en la eco región denominada Transición Chiquitano-Amazónica (0,54 cm/año), disminuyendo en las otras ecoregiones, para obtener la tasa más baja en la Chiquitana (0,33 cm/año), que fue muy similar a la Amazónica (Dauber et al. 2003). Este resumen de los incrementos diamétricos ha sido basado principalmente en un análisis de las parcelas permanentes convencionales del IBIF.

Por otro lado, en un análisis realizado en el bosque seco chiquitano con mayor número de parcelas y comparando bosques aprovechados y no aprovechados, *C. fissilis* presentó un promedio de 0,27 cm/año (IBIF 2007a). Este crecimiento es considerado uno de los más altos en comparación a las demás especies maderables comerciales de la Chiquitania (Dauber et al. 2003).

En la Amazonia el crecimiento de *C. odorata* fue similar al de la Chiquitania, 0,32 cm/año, según datos obtenidos en parcelas permanentes de las concesiones forestales de IMAPA, SAGUSA y MABET (IBIF, datos no publicados). La misma especie obtuvo un crecimiento de 0,46 cm/año, en la eco- región Preandino-amazónica, en parcelas del Proyecto Chimanes ubicado en Beni y en el norte de La Paz. Similar crecimiento se obtuvo en la eco-región de Transición Chiquitano-Amazónica en la Concesión Forestal Lago Rey (IBIF 2007b). En este sentido, *C. odorata* puede ser considerada como una de las especies con una tasa media a alta de incremento diamétrico (Dauber et al. 2003). Aunque no se tiene información de *C. lilloi*, especie distribuida principalmente en la formación Boliviano-Tucumana, Grau (2000) menciona que el crecimiento de esta especie varía entre 0,21-0,38 cm/año.

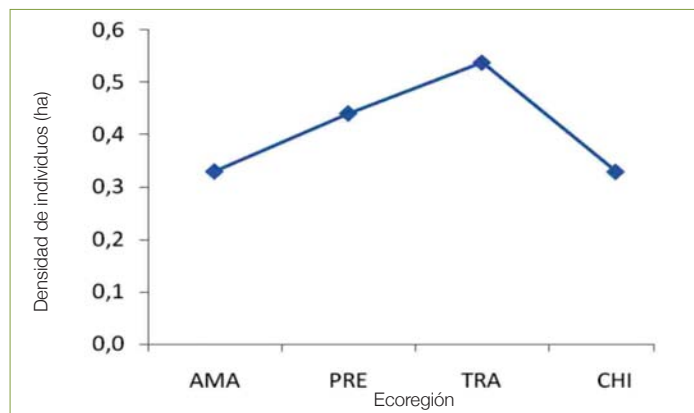


Figura 4. Comparación del crecimiento diamétrico en las diferentes ecoregiones forestales de Bolivia. AMA= Amazónica, PRE = Preandino-Amazónica, TRA = Transición Chiquitano-Amazónica y CHI = Chiquitana. Datos provenientes de las parcelas permanentes del IBIF.

En las parcelas permanentes que monitorea el IBIF, además del diámetro se consideran otras variables como la calidad del tallo, la forma y posición de la copa e infestación de lianas. Dauber et al. (2005), analizaron estas variables para evaluar cómo afectan el crecimiento de los árboles en la red nacional de las parcelas permanentes. Para el análisis fueron seleccionados sólo aquellos individuos con las mejores características, es decir emergentes, con buena forma de copa, calidad buena y libre de lianas. Individuos de *C. odorata*, en la eco región Preandino-Amazónica, mantuvieron estable su crecimiento llegando a incrementar considerablemente cuando se consideró aquellos individuos libres de lianas.

Esta misma especie en la región Amazónica aumentó su crecimiento diamétrico cuando se consideraron aquellos árboles libres de lianas y emergentes. En la Chiquitania, *C. fissilis* presentó un resultado diferente, con un incremento leve, obteniendo el mayor crecimiento con los árboles emergentes, pero decreciendo al considerar los árboles libres de lianas (Fig. 5). Es obvio que existen grandes diferencias entre ecoregiones y más aún entre especies, por lo que es importante considerar el crecimiento de cada una para realizar un buen manejo forestal (Dauber et al. 2005).

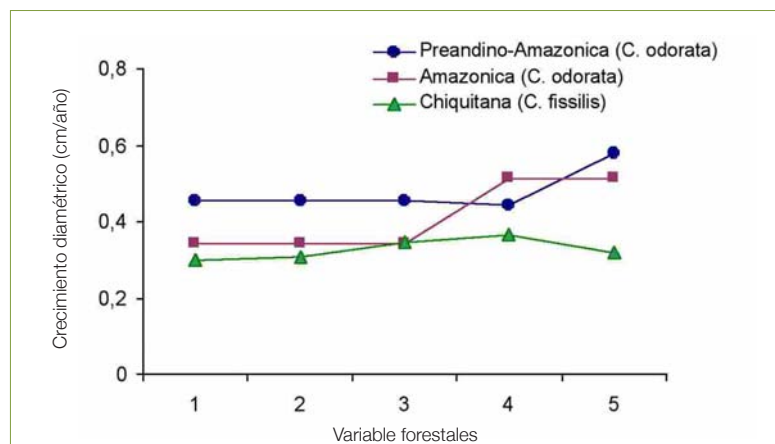


Figura 5. Incremento diamétrico de las especies *C. fissilis* y *C. odorata*, en tres ecoregiones forestales de Bolivia, según variables forestales. 1 = Promedio total de crecimiento diamétrico, 2 = calidad de tallo (1-2), 3 = calidad de tallo (1-2), forma de copa (1-3), 4 = calidad de tallo (1-2), forma de copa (1-3), posición de copa (1-2), 5 = calidad de tallo (1-2), forma de copa (1-3), posición de copa (1-2) e infestación de lianas (1-2). Fuente: Dauber et al. 2005.

Al relacionar la posición de copa y el crecimiento horizontal, los árboles emergentes de *Cedrela* presentan un mayor incremento diamétrico (0,47 cm/año), mientras que los árboles que crecen debajo del dosel y con poca luz crecen en promedio 0,15 cm/año. Los árboles que reciben menos cantidad de luz tienen crecimientos intermedios (IBIF, datos no publicados, Fig. 6).

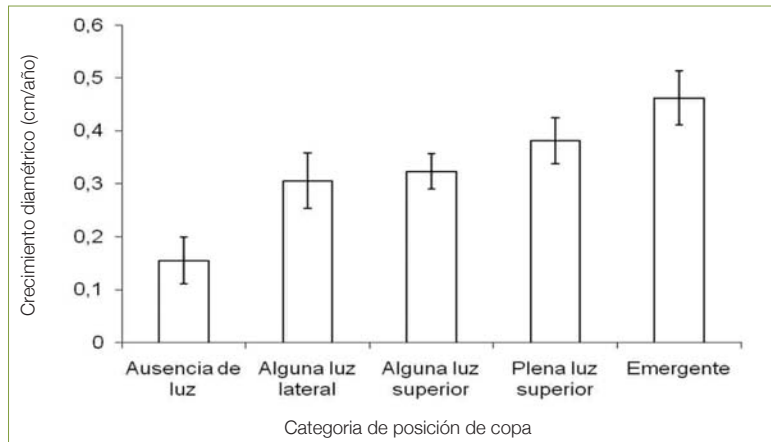


Figura 6. Promedio de incremento diamétrico de *C. fissilis* según la posición de copa en el bosque seco chiquitano. Líneas verticales son errores estándares. Datos provenientes de parcelas permanentes del IBIF (CIMAL San Miguel, Trancas 94, Trancas 95; 117 individuos).

La información proveniente de las parcelas permanentes de monitoreo se puede complementar o comparar con el análisis de los anillos de crecimiento, método más directo y rápido, para conocer el crecimiento de especies a nivel individual. Sin embargo, esta técnica revela crecimientos mucho más elevados que el obtenido en las parcelas permanentes. Un estudio de 35 individuos de *C. odorata* en la Amazonia obtuvo un rango de crecimiento entre 0,82-0,99 cm/año (Brienen y Zuidema 2003).

Estudios realizados, tanto en la Amazonia como la Chiquitania, encontraron que las especies de *Cedrela* presentan anillos anuales continuos y muy distintivos. Estos anillos, tanto para *C. fissilis* como para *C. odorata*, son claramente diferenciados por filas concéntricas de poros y líneas de parénquima marginal (Brienen y Zuidema 2003, Huffman 1996, Viscarra y Lara - Rico 1992). El estudio realizado en Lomerío concluye que *C. fissilis* tiene un gran potencial para ser utilizada en estudios dendrocronológicos y poder reconstruir la historia de ocurrencias de fuego, variaciones climáticas y la dinámica de los bosques chiquitanos (Huffman 1996).

Plagas y patógenos

La broca del cedro o mariposa de los brotes provocada por la especie *Hypsipyla grandella* es el patógeno más importante para esta especie, ya que constituye un factor limitante para su cultivo. La broca del cedro daña la yema terminal de las plántulas desde los 2 años, pero también a veces en árboles hasta 10-20 años, provocando un desarrollo arbustivo o la muerte de la planta. El lepidóptero pone sus huevos en la base del pecíolo y abre un túnel de más o menos 60 cm, las larvas penetran directamente en los tejidos, dejando poco tiempo para realizar tratamientos químicos.



Ramas *C. fissilis* Chiquitania.

El ciclo de ataques dura entre 4 a 10 semanas y empieza con el periodo de lluvia. De forma general, los ataques sucesivos paralizan el desarrollo del cedro. No se conoce una solución eficiente para controlar este riesgo, ya que los ataques pasan generalmente en los viveros, en las plantaciones o en la regeneración natural. Las plantaciones específicas, únicamente formadas por cedros, están generalmente invadidas por el patógeno, al no contar con los controladores biológicos naturales volviendo el incremento medio anual muy bajo (inferior a 4 m²/ha/año), lo que inviabiliza el objetivo comercial (Durigan et al. 2002, Carvalho 1994). El control de la broca del cedro es muy difícil, pero se puede intentar combinar los siguientes métodos:

- **Físico:** trampa luminosa al principio de la estación de lluvias;
- **Cultural:** eliminación de las ramas atacadas, evitar las plantaciones puras en pleno sol (la luz es favorable para el desarrollo del patógeno) y con alta densidad, elegir lugares propicios para el buen crecimiento de las plántulas para que éstas salgan rápidamente de su fase sensible. No obstante, la dosificación de la luz es delicada porque el exceso de sombra puede provocar un fracaso en las plantaciones.

• **Biológico:** utilizar algunos parasitoides de los huevos de las orugas: *Trichogramma* sp y *Hypomicrogaster hypsipylae*. También se pueden utilizar productos a base de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*, que sean aplicados antes que las orugas penetren las ramas (Gallo et al. 2002). Para recuperar árboles atacados por la broca del cedro, se necesita practicar podas correctivas anuales durante los tres primeros años (Carvalho 1994).

Requerimientos ecológicos

Las especies de *Cedrela* son demandantes de luz y pioneras de larga vida. Así, encontramos la mayoría de los árboles en posición dominante: más de la mitad de los árboles registrados en parcelas permanentes de la Chiquitania son emergentes o con plena luz superior (Fig. 7). Individuos de *Cedrela* se pueden encontrar tanto en bosques primarios, como en bosques secundarios (Toledo et al. 2005). Las especies de *Cedrela* ocurren principalmente en bordes de monte, caminos o en claros, y nunca en formaciones puras, quizás por los ataques de la broca de cedro y por su necesidad de luz para desarrollarse (Barrichelo y Müller 2005).

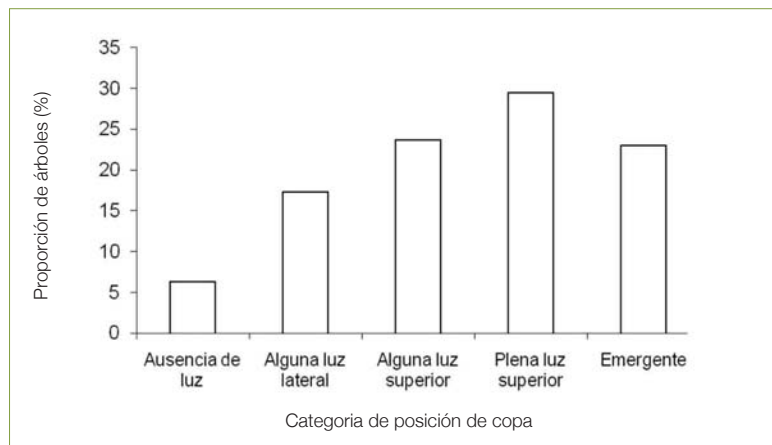


Figura 7. Distribución de *Cedrela fissilis* por clases de posición de copa en el bosque seco. Datos provenientes de las parcelas permanentes del IBIF en la Chiquitania.

Suelo

Las especies de *Cedrela* crecen en suelos y topografía variables pero en general requieren un buen drenaje (Mostacedo et al. 2003). Los individuos de mayor tamaño de *C. fissilis* suelen encontrarse en los bosques húmedos de valles con suelos profundos y húmedos; pero es bastante común cerca

de afloramientos graníticos (Jardim et al. 2003). No se desarrolla bien en suelos superficiales y con capa freática superficial (Barrichelo y Müller 2005). Pennington (2006) menciona que en la cuenca Amazonia *C. odorata* es más o menos confinada a bosques con suelos fértiles, con buen drenaje, aunque tolera prolongados períodos de sequía (Salas 1993) y puede desarrollarse en suelos de origen volcánico (Pennington y Sarukhán 1968).

Clima

Las diferentes especies de *Cedrela* son adaptadas a varios tipos climáticos: templado húmedo, subtropical húmedo, subtropical de altitud y tropical. En Brasil, *C. odorata* acepta el régimen de precipitación variable desde 750 (Morro do Chapéu) hasta 3.700 mm (Serra de Paranapiacaba), con un déficit hídrico desde nulo (región del sud de Brasil) que puede durar hasta 6 meses (norte de Minas Gerais). En Bolivia puede llegar a desarrollarse en zonas con hasta 5000 mm (Zona del Chapare, parcelas permanentes del Valle del Sacta). La temperatura anual de las regiones donde ocurre *C. fissilis* varía de 13°C (São Joaquim) hasta 26°C (Monte Alegre), pudiendo soportar temperaturas muy bajas (Barrichelo y Müller 2005). Según un estudio, árboles adultos habrían tolerado temperaturas de hasta -10,4°C (Carvalho 1994).

Distribución geográfica

La distribución del género *Cedrela* abarca la región Neotropical. Sin embargo, de las tres especies presentes en Bolivia, sólo las especies *C. odorata* y *C. fissilis* presentan una amplia distribución que ocurre desde Meso América hasta Sudamérica.

Cedrela odorata se distribuye desde el norte de México, pasando por Centro América hasta Argentina (Provincias de Misiones y Tucumán) en Sud América, aunque también se puede encontrar en las islas de El Caribe. Esta especie es reportada en altitudes que van hasta los 1800 m donde crece asociado a especies de Pinus. *Cedrela fissilis* ocurre desde Costa Rica en Centroamérica, hasta el sur de Brasil y norte de Argentina en Sudamérica. La distribución de *C. lilloi* está confinada a Sudamérica, ocurriendo sólo en Bolivia, Ecuador, Perú y Argentina (Pennington 1981). De acuerdo a Grau (2000), la especie *C. lilloi* se puede encontrar en Argentina entre los 400 a 2000 m. Según este autor, las especies de cedro aparentemente tienen una distribución agregada, la misma que puede ser relacionada a condiciones edáficas y topográficas. Otros autores informan que en Bolivia y Argentina *C. lilloi* está presente en bosques de montaña, en altitudes de hasta 3,400 m, pero también en altitudes de hasta 800 m. En Perú, forma bosquetes extensos en valles altos (Pennington 1981, Lamb 1968, Standley y Steyermark 1946).

En nuestro país, las especies *C. odorata* y *C. fissilis* se encuentran distribuidas en el norte de La Paz, áreas boscosas en Pando y Beni, y al oeste y noreste de Santa Cruz, siendo *C. fissilis* la de mayor distribución pasando por Chuquisaca y Tarija; *C. lilloi* estaría restringida a estos dos últimos departamentos incluyendo parte de Santa Cruz (Fig. 8). Las tres especies ocurren en diferentes formaciones boscosas como el bosque semidecídulo chiquitano, el bosque sub- húmedo de llanura, el bosque boliviano-tucumano, bosque preandino-amazonico y el bosque amazónico (Toledo en prensa, Navarro y Maldonado 2004, Quevedo 1993).

De manera específica, *C. odorata* se encuentra principalmente en bosques amazónicos y húmedos de tierra firme con precipitación anual por encima de los 1500 mm, y en un rango de altitud entre 100 a 400 msnm; *C. fissilis* crece en ambientes más variados desde el bosque amazónico, bosque andino semidecídulo hasta el bosque seco chiquitano, desde 180 hasta 1400 msnm y *C. lilloi* en los bosques montanos de la formación boliviano-tucumana con climas húmedos y fríos, encontrándose en altitudes que van entre los 1000-2800 msnm.

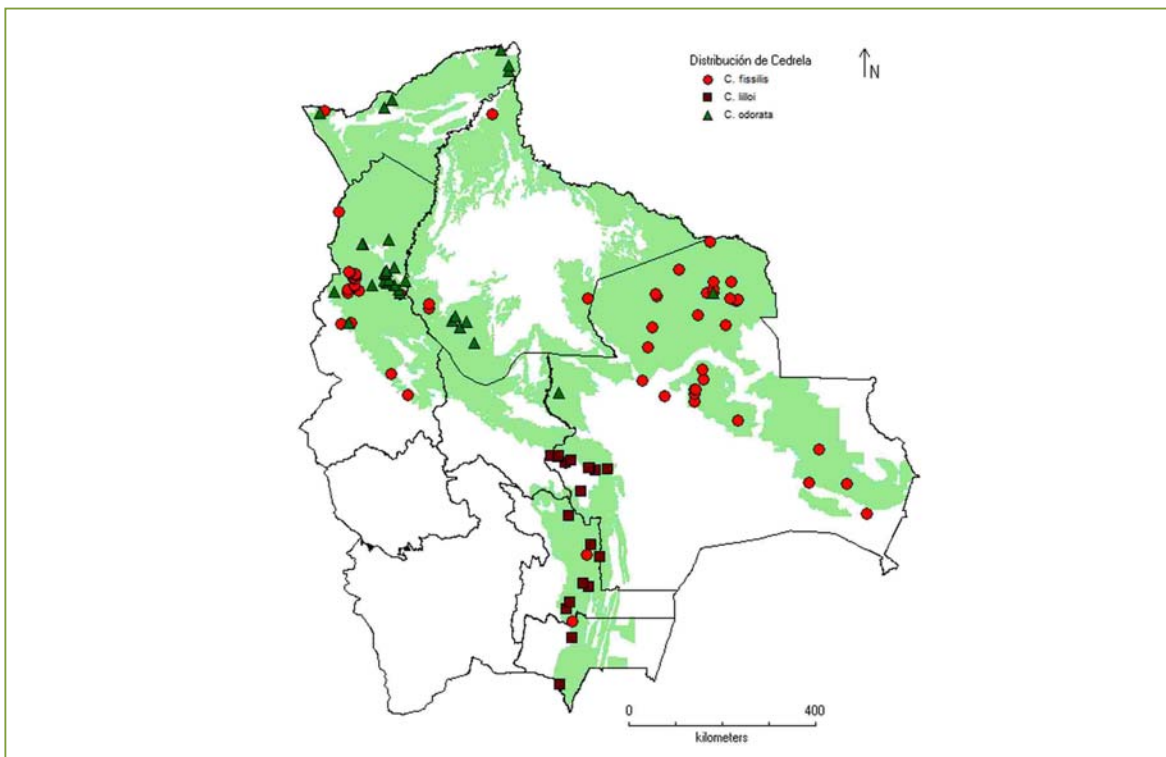


Figura 8. Ubicación de registros de individuos de las diferentes especies de *Cedreia* en Bolivia. Datos provenientes de los diferentes herbarios de Bolivia y las parcelas permanentes convencionales y experimentales del IBIF.



Usos y aplicaciones

La madera de *C. fissilis* es muy similar a la de *C. odorata* en cuanto a sus propiedades y aspecto (Torrico et al. 2002), sin embargo es considerada de calidad inferior. A pesar de eso en algunas localidades son comercializadas juntas como la misma especie. La madera tiene una resistencia natural débil frente los ataques de organismos xilófagos y puede resistir a los agentes exteriores solamente si no está enterrada o sumergida; sin embargo presenta baja permeabilidad a los tratamientos (Barrichelo y Müller 2005).

La madera es muy apreciada por su alta calidad, muy trabajable y durable, con secado fácil, tanto en estufa como al aire libre; siendo una madera generalmente con pocos defectos y fácil de procesar mecánicamente (aserrío, cepillado, lijado, etc.), se logra buen acabado superficial, con características físico-mecánicas muy buenas y excelente estabilidad dimensional. Se usa en carpintería, mueblería fina, puertas, ventanas, ebanistería, instrumentos musicales, escultura, tallados, molduras, chapas decorativas, revestimientos, contrachapado, entre otros.

También es considerado un árbol melífero rico en néctar y polen, utilizado en la crianza de abejas como proveedora de néctar, polen y propóleos. De la madera se extraen aceites volátiles y perfumados, como la del cedro del Líbano, también de la madera y la corteza se produce una serie de taninos. El árbol es empleado como ornamental en muchos lugares del Neotrópico. Las hojas son empleadas como forraje en algunas localidades (Anónimo 1996). Además, tienen aplicación médica en la que los aceites volátiles extraídos pueden inhibir el desarrollo del *Staphylococcus aureus* y de *Escherichia coli* (Lago et al. 2004). Asimismo, es utilizado en medicina popular como reconstituyente tónico, astringente, vermífugo, febrífugo, en la lucha contra el asma y artritis (BOLFOR 1996).

Cedrele fissilis es también una especie importante para la rehabilitación forestal de áreas deterioradas y de bosques galerías donde no hay inundaciones (Durigan 2002). En Buena Vista, Santa Cruz, se encuentran árboles plantados en huertos familiares, habiéndose realizado experimentos de sistemas agroforestales con esta especie y con otras de rápido crecimiento, sistemas que protegen a la especie de plagas como el barrenador *Hypsiphyla grandella* (Saldías et al. 1994). Se tiene información que la especie *C. odorata* ha sido utilizada con éxito como sombra en cafetales y en plantaciones de cacao (Cintrón 1990). También los árboles son utilizados para recuperar suelos contaminados por metales pesados (Marques et al. 2000). En Perú, *C. lilloi* es cultivada como árbol de sombra con importancia local maderable (Pennington 1981).

Implicaciones para el manejo forestal

Regeneración

Diversos estudios mencionan que los individuos de *Cedrela* tienen un mayor crecimiento y regeneración en claros que en sotobosque, por lo que se necesita realizar un manejo de la regeneración. Para favorecer la instalación de plántulas y la perpetuación de la población de esta especie, además de conservar árboles semilleros, sería interesante practicar tratamientos silviculturales. Algunas intervenciones pueden consistir en:

- Realizar escarificaciones en claros cerca de árboles semilleros.
- Marcar los árboles jóvenes de cedro, antes del aprovechamiento, para evitar daños a los mismos.
- Considerar la época de producción de semillas durante el aprovechamiento.
- Realizar quemadas controladas de algunos claros de aprovechamiento (En bosques húmedos, la regeneración fue significativa en áreas quemadas que en áreas no quemadas, Gould et al. 2002).

La especie tiene un crecimiento rápido pero necesita mucha luz para crecer. Para dar más oportunidades a los plantines se pueden hacer algunos tratamientos de liberación, sobretodo cuando están jóvenes, pues se ha visto que la mortalidad es más importante durante este periodo. Técnicamente esta operación puede ocurrir 2 o 3 años después el aprovechamiento o la realización de los tratamientos de preparación, en los claros y cerca de las pistas, porque son los lugares más susceptibles de regeneración.

Para evitar los ataques de *Hypsipyla grandella* se necesita dosificar la luz: no demasiado para no favorecer el patógeno y lo suficiente para permitir un buen desarrollo de las plántulas.

Plantación

Las plantaciones de cedro son posibles, pero se debe considerar los requerimientos y características ecológicas de cada especie. Para evitar los problemas con el patógeno *Hypsipyla grandella*, es mejor tomar en cuenta plantaciones de enriquecimiento, en pequeñas áreas, con bajas densidades (se propone 100 árboles/ha) y con otras especies. Las plantaciones de bosquecillos de plántulas parecen dar buenos resultados. Según una experiencia realizada en Acre (Brasil), plantaciones de cedro en claros y pistas de aprovechamiento, después 5 años, tuvieron resultados bastante prometedores, con una tasa de sobrevivencia alrededor de 70-75%, un tamaño de 3 m y un ataque de *Hypsipyla grandella* relativamente baja respecto a otras plantaciones (D'Oliveira 2000).

Para que los esfuerzos y el dinero invertido no sean en vano y para permitir un buen crecimiento, es importante practicar las plantaciones en lugares que correspondan a sus exigencias: suelo con buen drenaje (rico en arena), profundo y húmedo, o sea en posición topográfica de valle. En caso de utilizar plantines para enriquecimiento se recomienda plantarlos en claros grandes o en áreas abiertas.

En la actualidad, los Estados de Campeche y Yucatán en México tienen establecidos alrededor de 3,500 hectáreas de plantaciones de *C. odorata*. Esto debido a que la especie es una de las preferidas para ser incorporada en sistemas agroforestales (Patiño 1997).

Recolección y almacenamiento de semillas

Los frutos se deben colectar dos o tres semanas antes de la dehiscencia natural, cuando comienzan a pasar de color verde a castaño y se tornan leñosos. Para sacar fácilmente las semillas hay que dejar los frutos en un lugar seco y parcialmente sombreado, y cuando se abren hay que sacudirlos en un cajón, pues sueltan sámaras (Durigan et al. 2002, Corvello et al. 1997). Las semillas pierden su viabilidad rápidamente si no se almacenan bajo condiciones muy secas y a una temperatura reducida, siguiendo estos requisitos se puede tener una germinación de hasta el 90% (Chaplin 1980).

Para conservar su poder germinativo por dos años se debe conservar a temperatura fresca uniforme (en refrigerador) y ambiente seco (Durigan et al. 2002). El periodo de germinación es de siete a 20 días, con una tasa alrededor de 80-85%, sin necesitar ningún tratamiento pre-germinativo. Es mejor realizar la siembra inmediatamente después de la recolección, pues la *Hipsiphyla grandella* atacará probablemente los brotes mientras se encuentren en el vivero. La producción de plantines puede hacerse en sementeras, repicarlas, o poner directamente las semillas en recipientes (200 cm³, en botes o bolsas de polietileno) conteniendo substrato rico en material orgánico, sembrando dos semillas en cada recipiente (Carvalho 1994, Lorenzi 1992). También se pueden producir plantines con raíces desnudas (Durigan et al. 2002) o por multiplicación vegetativa; en ambos casos, los resultados serán satisfactorios (Rodríguez 1990).

Potencial para el manejo sostenible y recomendaciones silviculturales

Cabe hacer notar que el diámetro mínimo de corta (DMC) para el cedro es uno de los más altos en comparación a las demás especies aprovechables (Mostacedo et al. 2007). Sin embargo, el crecimiento promedio de los cedros es de 0,3 cm/año por lo que se necesitaría más o menos 200 años para tener un árbol de 60 cm de diámetro. Se debe considerar también que hay árboles emergentes que presentan mayor crecimiento. Operaciones de liberación de los cedros (anillamiento) permitirían disminuir el tiempo

necesario para producir un cedro aprovechable y tal vez conseguir menor tiempo en lugares con las condiciones más favorables.

Sobre la silvicultura, en la actualidad no existen programas nacionales que promuevan la recuperación del cedro en su distribución natural (Mostacedo et al. 2007). Las especies de cedro son potenciales para sistemas de recuperación de áreas deforestadas, siendo también adaptadas para soportar fenómenos como los incendios forestales debido a su alta capacidad de rebrotar. Sin embargo, uno de los problemas en plantaciones homogéneas es el ataque de *Hypsiphylia grandella*, que ataca los meristemos apicales de individuos jóvenes. A pesar de que *Hypsiphylia* ha sido extensamente estudiada, hasta ahora no se ha desarrollado un sistema de control integrado.

Conclusiones

En Bolivia existen tres especies de cedro - *Cedrela odorata*, *Cedrela fissilis* y *Cedrela lilloi* - de las cuales dos especies - *C. odorata* y *C. fissilis* - tienen distribución sobrepuesta en algunos sitios, permitiendo a veces que sean consideradas como la misma especie. Asimismo, debido a la tasa de extracción legal e ilegal de años anteriores, la tasa de deforestación en las áreas de distribución, la distribución esta mayormente restringida a lugares remotos o áreas protegidas (Mostacedo et al. 2007).

Aunque las especies tienen una relativa amplia distribución, nunca los individuos son muy comunes en los bosques bolivianos y hasta ahora, a pesar de su importancia económica, no se conoce con precisión la distribución actual de cada especie. Aún existen varios vacíos de información para las diferentes especies de *Cedrela* que requieren ser más investigados como la distribución, densidad poblacional, requerimientos ecológicos, estado de regeneración, entre otros. Por lo que se recomienda realizar más estudios botánico-ecológicos y fortalecer los conocimientos locales y técnicos para diferenciar las especies.

Existe información de la extracción de los cedros en áreas bajo manejo forestal pero no en áreas libres de control o estrictamente protegidas como los parques nacionales. La densidad poblacional actual se basa en los datos de los censos forestales realizados por las empresas y presentados a la Superintendencia Forestal. Sin embargo, no existe un monitoreo con verificación de campo, lo cual ayudaría también a determinar la población actual y potencial de los cedros en Bolivia. Finalmente, ante la aparente presión de los países exportadores, el sector forestal, incluyendo el Estado Boliviano, debe actuar de manera más eficiente para normar el manejo, control y monitoreo de las especies maderables comerciales para generar ingresos económicos, pero cuidando de mantener estable las poblaciones de estas especies.

Bibliografía

- Anónimo. 1996. Manual de identificación de especies forestales de la sub-región andina. Instituto Nacional de Investigación Agraria – Perú y Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Proyecto PD 150/91. Lima, Perú.
- Arteaga, L. 2006. Crecimiento y herbivoría de plantas de *Cedrela odorata* (Meliaceae) comparando un área abierta y otra bajo regeneración natural en la Estación Biológica Tunquini. *Ecología en Bolivia* 41(2): 130-137.
- Barrichelo, L. G. y P. H. Müller. 2005. Cedro (*Cedrela fissilis*). web: <http://www.infobibos.com/artigos/cedros/>. Revisado 24/04/2007.
- Brienen R. y P. Zuidema. 2003. Anillos de crecimiento de árboles maderables en Bolivia: su potencial para el manejo de bosques y una guía metodológica. PROMAB e IGEMA. Informe Técnico No. 7. Riberalta, Beni, Bolivia.
- BOLFOR, 1996. Las plantas útiles de Lomerío. Santa Cruz, Bolivia. P. 147
- Carvalho, P.E.R.; 1994. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA, 640p.
- Chaplin, G. E. 1980. Progress with provenance exploration and seed collection of *Cedrela* spp. En Proceedings, commonwealth forestry conference, 1980 September, Port of Spain, Trinidad.
- Cintron, B. B. 1990. *Cedrela odorata*. In. R. M. H. Burns and H. Barbara (Eds.) *Silvics of North America 2: Hardwoods*. Agricultural Handbook 654. Washington, D. C. Vol 2: 250-257.
- Corvello, W.B.V., F.A. Villela y J.L. Bedel. 1997. Maturação fisiológica e qualidade de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) - Meliaceae. *Informativo ABRATES*, Brasília, v.7, n.1/2, p.214.
- Dauber, E., T. Fredericksen y M. Peña-Claros. 2005. Sustainability of timber harvesting in Bolivian tropical forests. *Forest Ecology and Management*. 214: 294-304.
- Dauber, E., F. Contreras, T. Fredericksen, C. Leño, J. C. Licona y M. Peña-Claros. 2003. Tasas de Incremento Diamétrico, Mortalidad y Reclutamiento con base en las Parcelas Permanentes Instaladas en Diferentes Regiones de Bolivia. Proyecto BOLFOR; Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

- D'Oliveira M. V. N. 2000. Artificial regeneration in gaps and skidding trails after mechanised forest exploitation in Acre, Brazil. *Forest Ecology and Management* 127: 67-76.
- Durigan, G., M.B. Figliolia, M. Kawabata, M. A. de O. Garrido y J. B. Baitello. 2002. Sementes e mudas de árvores tropicais. São Paulo: Páginas y Letras, 2ª Ed.
- Gandara, F.B. 1995. Diversidades genética e taxa de cruzamento em uma população de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) Campinas. 69 p. (Tese de Mestrado, UNICAMP)
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. de Batista, E. Berti Filho, J. R. P. Parra, R.A. Zucchi y S. B. Alves 2002. Manual de entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 920 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10).
- Gould, K. A., T. S. Fredericksen, F. Morales, D. Kennard, F. E. Putz, B. Mostacedo y M. Toledo. 2002. Post-fire tree regeneration in lowland Bolivia: implications for fire management. *Forest Ecology and Management* 165: 225-234.
- Grau, H. R. 2000. Regeneration patterns of *Cedrela lilloi* (Meliaceae) in northwestern Argentina subtropical montane forests. *Journal of Tropical Ecology* 16: 227-242.
- Grau, H. R. y S. E. Pacheco. 1996. Demografía y crecimiento de renovales de *Cedrela lilloi* durante dos años en un bosque subtropical de montaña de Tucumán, Argentina. *Avyrareta* 7: 11-15
- Huffman, J. 1996. The use of tree-ring analysis to determine the history of forest fires in Lomerío – A feasibility study. BOLFOR Final Report.
- Hayashida-Oliver, R. G.A. Boot y L. Poorter. 2001. Influencia de la disponibilidad de agua y luz en el crecimiento y la morfología de plantines de *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Bertholletia excelsa*. *Ecología en Bolivia*, 35: 51-60
- IBIF, 2007a. Monitoreo de bosques de producción forestal en la Chiquitania. Informe Técnico. IBIF/FCBC/CFB. Santa Cruz, Bolivia.
- IBIF, 2007b. Estructura y dinámica, después del aprovechamiento forestal, en el bosque de la Concesión Forestal Lago Rey. Informe Técnico. IBIF/La Chonta Woods Ltda. Santa Cruz, Bolivia.
- IBIF, 2007c. Dinámica del bosque en la TCO Bajo Paragua en respuesta a la aplicación de tratamientos silviculturales. Informe Técnico. IBIF/WWF. Santa Cruz, Bolivia.
- IBIF, 2006. Efecto de la intensidad de aprovechamiento y aplicación de tratamientos silviculturales en la dinámica del bosque de la TCO CIBAPA. Informe Técnico. IBIF/WWF. Santa Cruz, Bolivia.

- Jankowsky, I.P.; J.P. Chimelo, A. de A. Cavancante; I.C.M. Galina, J.C.S. Nagamura. 1990. Madeiras brasileiras. Caxias do Sul: Spectrum, 172p.
- Jardim, A., Fuentes A., T. J. Killeen. 2003. Guía de los árboles y arbustos del bosque seco Chiquitano Santa Cruz, Bolivia. p. 195.
- Justiniano, M. J. y T. S. Fredericksen. 2000. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica* 32: 276-281.
- Justiniano M. J. y T. S. Fredericksen. 1998. Phenology of timber tree species in a Bolivian dry forest: implication for forest management. Informe Técnico. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia
- Kageyama, P.Y. 1996. Recursos genéticos de especies de la familia Meliaceae en los neotrópicos: prioridades para acción coordinada, Brasil y sur de Suramérica. Departamento de Montes. FAO. Roma. Italia. 34 p. (Reporte no publicado).
- Kageyama, P.Y., C. B. Linares, C. P. Navarro y F. V. Patiño. 1997. Recursos genéticos de Swietenia y Cedrela en los Neotrópicos: Propuestas para acciones coordinadas; FAO; Roma, Italia. ()
- Lago J.H.G., P.J.R. de Avila, E.M. de Aquino, P.R.H. Moreno, M.T. Ohara, R.P. Limberger, M.A. Apel y A. T. Henriques. 2004. Volatile oils from leaves and stem barks of *Cedrela fissilis* (Meliaceae): chemical composition and antibacterial activities. *Flavour and fragrance journal* 19(5): 448-451.
- Lamb, A. F. A. 1968. Fast growing timber trees of the lowland tropics. *Cedrela odorata*. Commonwealth Forestry Institute, Oxford. 2: 46.
- Lorenzi, H. 1992. Árvores Brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Plantarum S.A. (ed). Nova Odessa. S.P. Brasil. 352 p
- Marques, T.C.L.L.S.; J.O. Siquiera y F.M.S. Moreira. 1997. Crescimento de mudas de espécies arbóreas em solo contaminado com metais pesados. In: Simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas, 3, Ouro Preto.
- Morellato, L.P.C. 1991. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 176p. Tese Doutorado.
- Mostacedo, B., B. Chevallier, D. Villarreal y M. Toledo. 2007. Estado actual del género *Cedrela* en Bolivia. Proyecto BOLFOR II y IBIF. Informe Técnico. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Mostacedo, B. 2007. Natural Regeneration of Canopy Trees in a Tropical Dry Forest in Bolivia. PhD Tesis, University of Florida, Gainesville, USA.

- Mostacedo, B., J. Justiniano, M. Toledo y T. Fredericksen. 2003. Guía dendrológica de especies forestales de Bolivia. Segunda edición. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Pp 46-49.
- Navarro, G. y M. Maldonado. 2004. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño. Santa Cruz, Bolivia.
- Patiño, F. V. 1997. Recursos genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en los Neotrópicos: Propuestas para Acciones Coordinadas. Proyecto FAO/GCP/RLA/128/NET, Roma - Italia.
- Pattie, P., F. Aguilar y A. Guillen. 1997. Comercio de productos forestales en el marco del manejo forestal sostenible. Documento Técnico 61. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- Pennington, T. D. 2006. Comments on draft proposal to include *Cedrela odorata* in Appendix II, provides as Annex to email from Noel McGough (UK CITES Scientific Authority) to Harriet Gillett (UNEP-WCMC), 11 December 2006.
- Pennington, T. D. 1981. A monograph of the neotropical Meliaceae. *Flora Neotropica*. New York. The New York Botanical Gardens. 360–390.
- Pennington, T. D. y K. J. Sarukhán 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. INIF-FAO-SAG. México. 413 p.
- Peña-Claros, M. 2001. Changes in forest structure and species composition during secondary forest in the Bolivian Amazon. PhD Thesis. PROMAB Scientific Series 3. Utrecht University, Utrecht, the Netherlands.
- Pinard, M. A., F. E. Putz, D. Rumiz, R. Guzmán y A. Jardim. 1999. Ecological characterization of tree species for guiding forest management decisions in seasonally dry forests in Lomerio, Bolivia. *Forest Ecology and Management* 113: 201-213.
- Piratininga-Azevedo, A. 1999. Meliaceae Juss. do Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro. In: Congresso Nacional De Botânica, 50., Blumenau. Programa e resumos. Blumenau: Sociedade Botânica do Brasil / Universidade Regional de Blumenau, 1999. p.62.
- Quevedo, R. 1993. Meliaceae. En: T. J. Killeen, E. Garcia y S. Beck (eds). Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden. La Paz; pp: 523-525.
- Rodrigues, V.A. 1990. Propagação vegetativa de aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi, canela-sassafrás *Ocotea pretiosa* Bent y Hook e cedro *Cedrela fissilis* Vellozo, através de estacas radiciais e caulinares. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 90p. Tese Mestrado.

- Salas, E. J. B. 1993. Árboles de Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (INRENA). Managua. Nicaragua. 390 p.
- Saldías, M., R. Quevedo, B. García, A. Lawrence y J. Johnson. 1994. Guía para uso de árboles en sistemas agroforestales para Santa Cruz, Bolivia. p. 112
- Serrano, M. 2003. Estructura y composición de bosques montanos subtropicales y sus implicaciones para la conservación y el manejo de los recursos forestales en la serranía del Iñaño, Bolivia. Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Snook, L., L. Quevedo, M. Boscolo, C. Sabogal y R. Medina. 2007. Avances y limitaciones en la adopción del manejo forestal sostenible en Bolivia. Recursos Naturales y Ambiente 49-50:68-80.
- Smith, C. E. 1960. A revision of *Cedrela* (Meliaceae). *Fieldiana* 29:295-341
- Standley, P. C. y Steyermark J. 1946. Flora of Guatemala. *Fieldiana : Bot. Ser. Chicago Nat. Hist.*
- Steinbach, F. y A. N. Longo. 1992. Lista preliminar das espécies da flora apícola nativa da Fazenda Faxinal. In: Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, 2., 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, p.347-349. Publicado na Revista do Instituto Florestal, v.4, parte 1, edição especial.
- Styles, B. T. y Khosla, P. K. 1976. Cytology and reproductive biology of Meliaceae. In: Tropical trees: variation, breeding and conservation. Burley J. y Styles B. T. (eds). Linnean Society Symposium. Series Number 2 : 61-68.
- Superintendencia Forestal. 1999. Potencial de los bosques naturales de Bolivia para producción forestal permanente. Superintendencia Forestal, Santa Cruz, Bolivia.
- Toledo, M. En prensa. Meliaceae. En: P. Jorgensen y S. Beck. (Eds.). Check-list of Bolivia. Missouri Botanical Garden y Herbario Nacional de Bolivia.
- Toledo, M., J. Salick, B. Loiselle y P. Jørgensen. 2005 Composición florística y usos de bosques secundarios en la provincia Guarayos, Santa Cruz. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación* 18:1-16.
- Toledo, M., M. Cruz, W. Pariona y B. Mostacedo. 2005. Plántulas de 60 especies forestales de Bolivia. Guía Ilustrada. IBIF, WWF, CIFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Torrice, G., R. Peralta, J. Rojas y D. K. Vaca. 2002. Árboles de Pando, Vol. 1: Principales Especies

Maderables con Énfasis en el Occidente; Organización internacional de Maderas Tropicales (OIMT), Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (PANFOR), Centro de Investigación y Preservación de la Amazonía (CIPA); Cobija, Pando, Bolivia. p. 25-26.

van Rheenen, H., R. G. A. Boot, M. J. A. Werger y M. U. Ulloa. 2004. Regeneration of timber trees in a logged tropical forest in North Bolivia. *Forest Ecology and Management* 200: 39-48.

Viscarra, S. A. y R. Lara-Rico. 1992. Maderas de Bolivia. Centro de Investigaciones de la Capacidad de uso Mayor de la Tierra y Cámara Nacional Forestal (CNF). Santa Cruz, Bolivia. pp. 59-60.

Zapater, M. A., E. M. del Castillo y T. D. Pennington. 2004. El género *Cedrela* (Meliaceae) en la Argentina. *Darwiniana* 42(1-4): 347-356.



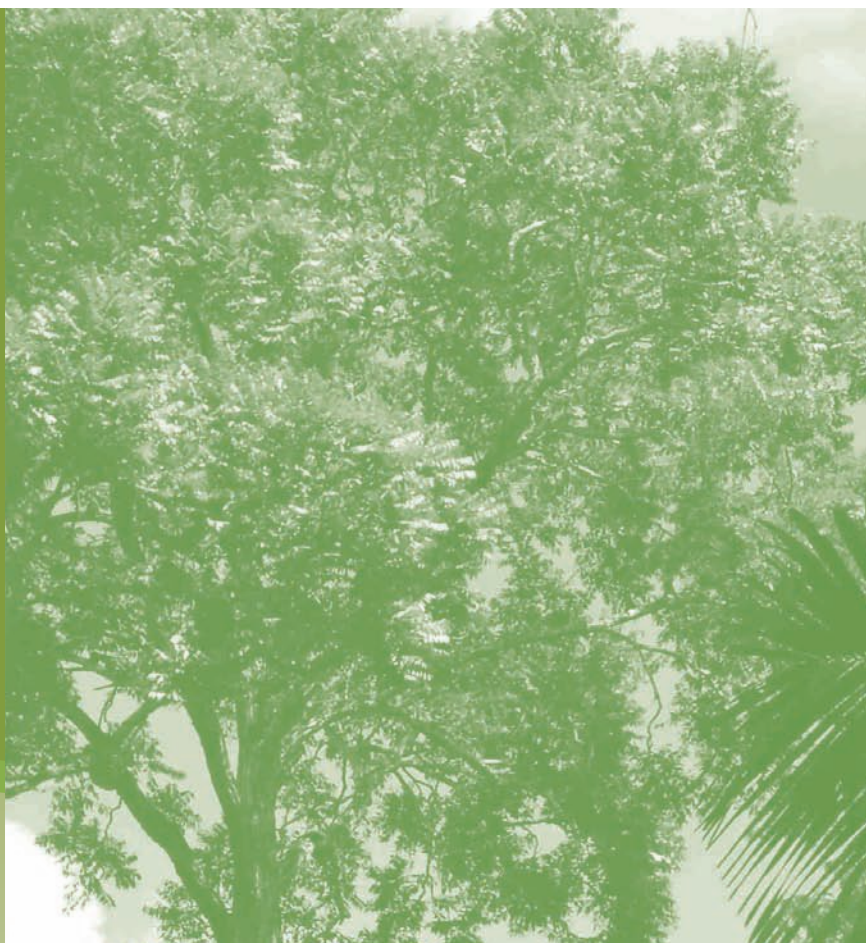
Agradecimientos

Los autores agradecen a BOLFOR II, un proyecto ejecutado por TNC con financiamiento de USAID y el gobierno boliviano, por el apoyo económico; a la Superintendencia Forestal por otorgar datos de los censos forestales y a las diferentes concesiones forestales por apoyar la instalación y remediación de las parcelas permanentes, fuente importante de información para esta publicación. Un especial agradecimiento a Lincoln Quevedo, Todd Fredericksen y Vincent Vroomans, cuyos comentarios ayudaron a mejorar el documento y a Fabiola Clavijo por la edición de texto.

Socios y beneficiarios - Proyecto BOLFOR II



El Proyecto de manejo forestal sostenible BOLFOR II se desarrolla en el marco de un convenio entre el Gobierno de Bolivia y USAID. Se implementa bajo el liderazgo de The Nature Conservancy (TNC) con las siguientes organizaciones: Centro Amazónico de Desarrollo Forestal (CADEFOR), Tropical Forest Trust (TFT), Consejo Boliviano para la Certificación Forestal Voluntaria (CFV), el Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF) y Fundación José Manuel Pando (FJMPando)



El Proyecto de manejo forestal sostenible **BOLFOR II** es un esfuerzo conjunto del Gobierno de Bolivia y USAID, ejecutado por TNC.

Esta publicación ha sido producida gracias al apoyo proporcionado por la Oficina de Medio Ambiente de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional/Bolivia (USAID/Bolivia), bajo los términos del Acuerdo Cooperativo No. 511-A-00-03-00200-00.

Las opiniones expresadas pertenecen a las personas e instituciones que implementan el Proyecto BOLFOR II y no representan necesariamente la opinión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).