

Ignacio Lombardi

LAS POBLACIONES DEL GÉNERO
CEDRELA EN EL PERU



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DR. JESÚS ABEL MEJÍA MARCACUZCO
Rector

DR. JORGE LUIS ALIAGA GUTIÉRREZ
Vicerrector Académico

MG.SC. EFRAÍN DONALD MALPARTIDA INOUYE
Vicerrector de Investigación

DR. JOSÉ CARLOS VILCAPOMA
Jefe del Fondo Editorial

Ignacio Lombardi
LAS POBLACIONES DEL GÉNERO CEDRELA EN EL PERU
Lima: Fondo Editorial - UNALM. 2014; 179 p.

© Ignacio Lombardi
© Universidad Nacional Agraria La Molina
Av. La Universidad s/n La Molina

Derechos reservados
ISBN : N° 978-612-4147-35-7
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú :
Registro : N° 2014-08713

Primera Edición: mayo de 2014 - Tiraje: 500 ejemplares
Impreso en Perú – Printed in Peru

Coordinación editorial:
José Carlos Vilcapoma

Diseño y diagramación de carátula:
Roxana Perales Flores

Diseño, diagramación e impresión :
Q y P Impresores S.R.L
Av. Ignacio Merino 1546 Lince
E-mail: qypimpresores2005@yahoo.com

Queda terminantemente prohibida por la Ley del Perú la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, químico, óptico, incluyendo sistema de fotocopiado, sin autorización escrita de la Universidad Nacional Agraria La Molina y de los Autores.

Todos los conceptos expresados en la presente obra son responsabilidad de los autores.

*A la memoria de mis padres,
Adolfo y Olga; de mi abuela Zoila y mi tío Víctor.
Por su orientación, consejos y apoyo permanente*

LAS POBLACIONES DEL GÉNERO CEDRELA EN EL PERU

Ignacio Lombardi

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Ignacio Lombardi Indacochea

Coordinador

Víctor Barrera Arroyo

Experto en Imágenes y Evaluación

Carlos Vargas Salas

Experto en Sistemas de Información Geográfica

Patricia Huerta Sánchez

Especialista en Evaluación de Recursos Forestales

Carlos Garnica Philipps

Especialista en Cartografía Forestal

Américo Gamarra Pacheco

Analista de Sistemas

Colaboradores

Fabiola Carreño Villar

Renzo Barrón Meneses

Juan Ocaña Canales

Jorge Carranza Castañeda

Karin Cuba Vidal

Hatzel Ortiz Bonett

Asistentes en Evaluación Forestal

Jesús Salinas Flores

Grimaldo Febres Huamán

Análisis Estadístico

José Marcelo Peña

Duberly Elera Gonzáles

Identificación de Especies Forestales

Roxana Guillén Quispe

Silvanna Vallejo Burga

Percy Ponce Zegarra

Vicente Masias Camino

Técnicos de campo

Auxiliares de procesamiento de datos

Agustín Abad Yncio

Técnico

INVESTIGACIÓN AUSPICIADA Y FINANCIADA POR:

COLABORADORES



Conservación Internacional
Oficina Perú



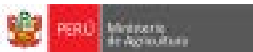
Consorcio Grupo
Espinoza



Fundación para el
Desarrollo Agrario



Concesión Forestal Maderacre



Dirección General Forestal
y de Fauna Silvestre



Organismo de Supervisión de los Recursos
Forestales y de Fauna Silvestre
OSINFOR



DONANTES



Comisión Europea
(donante principal)



Estados Unidos



Japón



Noruega



Nueva Zelanda



CONTENIDO

PRESENTACIÓN	9
PRÓLOGO	11
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II	
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL GÉNERO CEDRELA	15
2.1 Taxonomía	15
2.2 Distribución geográfica	15
2.3 Distribución ecológica y clima	17
2.4 Biología reproductiva	18
2.5 Polinización	19
2.6 Fenología	20
2.7 Regeneración natural	20
2.7.1 Árboles semilleros	20
2.7.2 Semillas	21
2.7.3 Características del suelo	22
2.7.4 Regeneración natural	22
2.7.5 Plagas y control: Genero <i>Hypsipyla</i>	22
2.8 Cobertura forestal asociada	24
2.9 Crecimiento	25
2.10 Forma y volumen	27
2.11 Genética	27
CAPÍTULO III	
EL CEDRO (<i>CEDRELA SPP.</i>) EN EL PERÚ	29
3.1 Distribución geográfica y ecológica	29
3.2 Características anatómicas y físicas	30
3.3 Semilleros	31
3.4 Fenología	32

3.5	Germinación	33
3.6	Establecimiento de la regeneración natural	34
3.7	Crecimiento	35
3.8	Características del suelo	36
3.9	Plaga: <i>Hypsiphylia grandela</i>	38
3.10	Especies asociadas	38
3.11	Inventarios exploratorios	39
3.12	Investigaciones sobre ecuación de volumen	40
3.13	Historia de la extracción	40

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA		43
4.1	Descripción del área de estudio	43
4.1.1	Madre de Dios	43
4.1.1.1	Descripción física	43
4.1.1.2	Descripción de las tierras	45
4.1.1.3	Actividad antrópica y población humana	48
4.1.2	Ucayali	48
4.1.2.1	Descripción física	48
4.1.2.2	Descripción de las tierras	50
4.1.2.3	Actividad antrópica y población humana	52
4.1.3	Loreto	53
4.1.3.1	Descripción física	53
4.1.3.2	Descripción de las tierras	55
4.1.3.3	Actividad antrópica y población humana	57
4.2	Materiales y Métodos	58
4.2.1	Materiales	58
4.2.1.1	Cartografía digital	58
4.2.1.2	Estadística Forestal	59
4.2.1.3	Instrumentos y equipos de campo	59
4.2.2	Fases del trabajo	59
4.2.2.1	Recopilación, selección y acondicionamiento de información	59
4.2.2.2	Planificación del trabajo de campo	60
4.2.2.3	Análisis a realizar con la información de campo	63

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y ANÁLISIS		71
5.1	Recopilación, selección y acondicionamiento de información	71
5.2	Trabajos realizados en campo	80
5.2.1	Población de cedro (<i>Cedrela spp.</i>) y de especies asociadas	80
5.2.1.1	Tamaño y distribución de la muestra levantada en campo	80
5.2.1.2	Características de los árboles y tocones de cedro (<i>Cedrela spp.</i>)	80
5.2.1.3	Regeneración natural de cedro (<i>Cedrela spp.</i>)	86

5.2.2	Características dasométricas de los árboles de las muestras de forma y volumen	86
5.3	Procesamiento y análisis de la información de campo	92
5.3.1	Identificación de especies asociadas cedro (<i>Cedrela</i> spp.) por regiones	92
5.3.2	Índice de valor de importancia simplificado por tipos de bosque	92
5.3.3	Análisis de agrupamiento	128
5.3.4	Descripción de los tipos de suelos por zonas	136
5.3.5	Cuencas de cedro por zonas	138
5.3.5.1	Zona sur	139
5.3.5.2	Zona centro	139
5.3.5.3	Zona norte	139
5.3.6	Forma y volumen	142
5.3.6.1	Forma	142
5.3.6.2	Volumen real y oculto	142
5.3.7	Mapa de probabilidad climática y densidad actual de cedro (<i>Cedrela</i> spp.)	145
5.3.8	Densidad de árboles de <i>Cedrela</i> spp. en las PCA	148
5.3.9	Distancia entre árboles de cedro (<i>Cedrela</i> spp.) en las PCA	151
5.3.10	Características de los árboles	155
5.3.11	Tamaño de las poblaciones	156
5.4	Implementación del sistema de información del proyecto	159
5.4.1	Fase de inicialización	159
5.4.2	Fase de elaboración del diseño	159
5.4.3	Fase de construcción	159

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	161
--------------------------------	-----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165
----------------------------	-----

PRESENTACIÓN

La Universidad Nacional Agraria La Molina se complace en presentar el libro titulado *Las Poblaciones del Género Cedrela en el Perú*, el cual constituye un valioso aporte al desarrollo de la ciencia forestal. Esta publicación se realiza dentro del programa de publicaciones del Fondo Editorial de esta casa de estudios, la cual viene editando libros de las diferentes especialidades que abarca la universidad y cuyos autores son profesores de este centro superior de estudios.

El Ing. Ignacio Lombardi Indacochea, profesor del Departamento de Manejo Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales y reconocido como Autoridad Científica CITES para especies maderables, es un profesional de gran prestigio, con una amplia experiencia en el campo de la ingeniería forestal y autor de diversas publicaciones sobre temas relacionados con el manejo y conservación de recursos forestales.

La obra, busca concientizar a los lectores que todas las especies del género *Cedrela* están consideradas en peligro, con diversos grados de amenaza y vulnerabilidad, producida por una sobre explotación. *Cedrela odorata Linnaeus* es una de las más valiosas y solicitadas de la flora silvestre del bosque húmedo tropical amazónico y esta alarmante situación restringe su explotación, el aprovechamiento está condicionado a que no se comprometa la supervivencia de la especie.

Este género afronta la destrucción de sus hábitats por los cambios de uso de la tierra donde se cuenta los rozos de la agricultura migratoria y de la ganadería. Además, están siendo seria y masivamente afectadas las playas de los ríos por la minería informal, siendo estos los lugares más apropiados para su crecimiento, pues allí es donde prospera con más vigoroso y hasta supera el ataque del barrenador de los brotes. Se hace, pues, necesario conocer en su área vital el estado en que sus poblaciones prosperan, y cuál es su situación en el país, para poder diseñar una estrategia para su sostenimiento y su recuperación.

El trabajo debió limitarse al análisis del género *Cedrela*, por consecuencia de la dificultad hallada a nivel específico por los cruces espontáneos, adaptando la metodología aplicada en el estudio de la caoba para identificar y diferenciar las características de las especies.

El país cuenta con una población comercial que supera los 100 000 árboles, compuesta por árboles mayores a 65 cm, y una buena población en crecimiento. Los planes de manejo forestal en su mayoría aseguran la sostenibilidad de la especie, a la cual se suman las poblaciones en las áreas naturales protegidas, se incide en su generalidad en establecer reservas semilleras en cada unidad forestal. Implican también operaciones silviculturales y de aprovechamiento, en especial los árboles semilleros permanentes.

La Universidad Nacional Agraria La Molina, agradece al autor por su aporte, al hacer realidad la publicación de este excelente libro.

Dr. Jesús Abel Mejía Marcacuzco
Rector
Universidad Nacional Agraria La Molina

PRÓLOGO

La especie *Cedrela odorata* Linnaeus “cedro” es una de las especies maderables de mayor valor de los bosques húmedos tropicales, la cual es considerada una especie amenazada de desaparecer de los bosques, la Convención Internacional sobre el comercio de especies amenazadas (CITES), donde su objetivo es evitar que las especies se extingan, declara a esta como una especie amenazada el 2001 y la coloca en su Apéndice III, el cual busca regular el comercio internacional.

El Perú es uno de los países exportador de esta madera de cedro y ese mismo año es notificado de esta decisión, lo cual implica establecer un mecanismo de control de las exportaciones de la madera de esta especie y velar por la conservación de la misma.

En este marco la Universidad Nacional Agraria La Molina, a través de su Facultad de Ciencias Forestales, designada y reconocida como Autoridad Científica CITES para especies maderables del país, es la encargada de hacer evaluaciones y los informes periódicos del estado de conservación de la especie y establecer los volúmenes anuales de exportación.

El país cuenta con varias especies del género *Cedrela* y no tenía ningún estudio de las poblaciones de estas especies; sin embargo se aprovechaba indiscriminadamente y sin conocer el nivel de explotación que podían soportar, es así que se plantea este estudio para conocer el estado de las poblaciones y cuál es su situación en el país y como está distribuida en las diferentes regiones.

El trabajo además de hacer un análisis y de la distribución de las diferentes especies de *Cedrelas* establece el tamaño de las poblaciones, caracteriza los tipos de suelos y de vegetación; para conocer que especies se encuentran asociadas a los cedros en los diferentes tipos de bosque.

Evalúa los niveles de recuperación de las diferentes especies de cedros donde han sido explotadas y se cuenta con una población en crecimiento que garantiza el futuro de la especie, así como las medidas que hay que tomar o que se deben implementar para asegurar su desarrollo.

Este trabajo se realizó con el aporte de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (ITTO) y de los Ministerios de Agricultura y Riego y el Ministerio del Ambiente, así como el apoyo de la CITES.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La especie *Cedrela odorata* Linnaeus es una de las especies valiosas del Bosque Húmedo Tropical peruano que se encuentra en el Apéndice III de la CITES desde el 29 de octubre del 2001 según notificación 2001/061. El Perú en julio del 2006 emite el Decreto Supremo 043-2006-AG “Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre” donde se categorizan a las diferentes especies del género *Cedrela*: *C. lilloy* C. de Candolle está considerada en la categoría de especie en peligro mientras que: *C. fissilis* Vellozo, *C. montana* Moritz ex Turczaninov; y *C. odorata* Linnaeus están en la categoría de especies vulnerables. Esta situación, restringe el comercio de la madera de esta especie, y su aprovechamiento está condicionado a que no se comprometa la supervivencia de la especie.

En este marco, se hace necesario conocer el estado natural de las poblaciones de las diferentes especies del género *Cedrela*, en especial las que prosperan en el Bosque Húmedo Tropical (bh-T), para conocer cuál es su situación en el país y poder diseñar una estrategia para su sostenimiento y su recuperación.

Este género afronta la destrucción de sus hábitats por los rozos para el cambio de uso de la tierra, el cual se produce al perder el bosque su valor económico, esta tierra queda a merced de la agricultura migratoria y ganadería. Hay que mencionar que en algunas zonas el problema de la minería informal está afectando seriamente las playas donde la especie se establece muy bien y aparentemente supera el ataque del “barrenador de los brotes” (*Hypsipyla grandella* Zeller).

La exportación de madera de estas especies ha aumentado significativamente en los últimos años, por lo cual la comunidad internacional ha manifestado su preocupación por el estado de estas poblaciones comerciales naturales, por ello es necesario conocer su situación, así el convenio ITTO-CITES consigue un aporte adicional para hacer una adenda al proyecto PD 251/03 Rev. 3(F) “**Evaluación de las existencias comerciales y estrategia para el manejo sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el Perú**” y hacer las evaluaciones de las poblaciones de las *Cedrela spp.* Las actividades de esta adenda inician sus operaciones el mes de abril del 2008, y se terminan los trabajos de campo en el mes de marzo del 2009.

Es necesario mencionar que una de las dificultades más importantes es la variabilidad que presentan las especies del género, para identificar y diferenciar a las especies botánicamente; la cual se ve complicada por tener algunas de las especies la facilidad para cruzarse entre ellas, se requiere de un trabajo de investigación muy minucioso y especializado. Por esta razón el trabajo se limitó al análisis del género *Cedrela*.

Se ajustó la metodología aplicada con caoba para adaptarla a las características de la especie así se ubicaron en el campo 92 parcelas y los árboles que estaban entre ellas para tener una población de 46 individuos, además se tomaron muestra botánica y de madera de todas las *Cedrelas* y de las especies asociadas las cuales se encuentran en el herbario MOL, las muestras de suelo se obtuvieron por cada tipo de bosque donde se encontró la especie.

Los resultados obtenidos permiten conocer cuál es el estado actual de las poblaciones comerciales de las especies de *Cedrela*, que especies la acompañan en su desarrollo, tipo de bosque y suelos que prefiere, cual es la composición actual de la población, su factor de forma y volumen, espesor de la corteza, entre otras aspectos que permiten establecer una estrategia silvicultural para el sostenimiento de la especie o de su recuperación según sea el caso.

Entre los principales resultados se presenta la asociación de las especies del género *Cedrela* con otras especies del bosque, formando unidades vegetales por los diferentes tipos de bosque donde se encuentra individuos de este género mediante asociaciones de similitud; establece el tamaño de la población de los cedros en los bosque de producción permanente y en especial en las zonas concesionadas, para establecer los criterios que deben emplearse en los aprovechamientos anuales, sin comprometer su situación futura.

Se presenta una revisión bibliográfica sobre el género, tanto de trabajos realizados en el país como en el extranjero para establecer cuál es el nivel de conocimiento que se tiene sobre estas especies y se encuentra que es mucho menor que para la caoba, sin embargo su presencia en el bosque es mucho mayor y de una distribución más amplia en el país, ya que hay especies andinas y amazónicas, con diferentes usos y finalidades, desde los bosque de neblina al llano amazónico.

Finalmente, se establecieron los primeros 92 puntos de control en los bosques que todavía cuentan con una población comercial de la que se pueden extraer algunos individuos. Estos puntos de control requieren de un monitoreo periódico para conocer la evolución de la especie en lugares donde ha sido extraída, y en los sitios donde se debe mantener en pie los árboles semilleros, así como en los lugares donde se encuentran los individuos en crecimiento por debajo del diámetro mínimo de corta.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL GÉNERO CEDRELA

2.1 Taxonomía

La familia Meliaceae se distribuye en América, África y Asia, reportándose en éstos continentes alrededor de 50 géneros, con más de 1000 especies (Watson y Dallwitz, 1995). En los neotrópicos se han identificado hasta la fecha ocho géneros: *Cabrlea*, *Carapa*, *Cedrela*, *Guarea*, *Ruegea*, *Schmardea*, *Swietenia*, y *Trichilia*, siendo *Swietenia* y *Cedrela* los más importantes desde el punto de vista comercial.

El género *Cedrela* fue establecido por Browne en 1756 y Linnaeus en 1759 describe a la especie *odorata* (Lamb, 1968).

Según lo citado por Albert y López (2002), indican que existen contradicciones sobre el número de especies para el género *Cedrela*: Lawrence (1951) reconoce 100; Smith (1960) 7; mientras que Pennington y Styles (1975) proponen una reducción mayor, afirmando que existen solamente 5 especies.

Styles (1981) revisa el género junto con M^a. T. Germán, reconociendo siete especies: *Cedrela fissilis* Vellozo; *C. lilloi* C. de Candolle; *C. montana* Moritz ex Turczaninow; *C. oaxacensis* C. de Candolle & Rose; *C. odorata* Linnaeus; *C. salvadorensis* Standley y *C. tonduzii* C. de Candolle. Los mismos autores consideran cuatro especies como imperfectamente conocidas. *C. angustifolia* Moçño y Sessé Ex P. de Candolle; *C. discolor* S.F. Blake; *C. imparipinnata* C. de Candolle y *C. weberbaueri* Harms.

Marquetti (1990) señala la existencia de un híbrido natural, producto del cruzamiento entre *C. odorata* L. x *C. cubensis* (Bissè), el cual según el autor, posee una gran heterosis y manifiesta un mejor crecimiento comparándolo con individuos de las especies progenitoras.

2.2 Distribución geográfica

Los representantes del género *Cedrela* se distribuyen desde México hasta Argentina, incluyendo el Caribe. De acuerdo con Bernardi (1985) los únicos países sin *Cedrela* son Uruguay y Chile. Por otra parte Raven y Axelrod (1974) señalaron que desde el Paleoceno

(54-65 millones de años) ya estaban presentes en América del Norte, citado por Albert y López (2002).

La distribución de las principales especies de *Cedrela* en los neotrópicos, es la siguiente:

- *Cedrela oaxacensis* es endémica de la cuenca del Río Balsas en México, distribuyéndose y creciendo en sitios secos de los Estados de Morelos Guerrero y Oaxaca, en ocasiones se asocia con especies de *Pinus*, presenta árboles pequeños y sin importancia económica actual (Standley y Steyermark, 1946; Lamb, 1968; Pennington y Styles, 1975).
- *Cedrela salvadorensis* se presenta en bosques tropicales secos, desde el Estado de Jalisco hasta Chiapas, en México, continuando a través de América Central hasta el norte de Panamá, generalmente en bosque tropical seco o bosque húmedo caducifolio, sobre suelos pedregosos, calcáreos y creciendo en altitudes por lo general menores a 1000 msnm, aunque en ocasiones se le ha reportado creciendo hasta 1500 m (Standley y Steyermark, 1946; Lamb, 1968; Pennington y Styles, 1981).
- *Cedrela tonduzii* se distribuye desde Oaxaca y Chiapas en México, hasta Panamá en Centro América; presenta árboles grandes y con buena madera; en ocasiones crece asociada a especies de *Pinus* y de *Liquidambar*, ocurre en altitudes de 1100 a 2800 msnm, crece por lo general en suelos por lo común de origen volcánico, fértiles y bien drenados; puede tener importancia en plantaciones (Standley y Steyermark, 1946; Lamb, 1968; Pennington y Styles, 1981).
- *Cedrela odorata* se distribuye desde el norte de México, en el Estado de Sinaloa (26°N), hasta Chiapas en la vertiente del Pacífico y desde el Estado de Tamaulipas hasta Campeche, Yucatán y Quintana Roo en la vertiente del Atlántico, continuando a través de América Central y Sur América hasta Argentina en las provincias de Misiones y Tucumán (28°S), también se encuentra en las islas de El Caribe. Por lo general crece en terrenos con suelos fértiles, con buen drenaje, ocurre tanto en bosque tropical y subtropical seco y húmedo, donde se reporta en altitudes de hasta 1200 m (Standley y Steyermark, 1946; Verduzco, 1961; Lamb, 1968; Holdridge, 1976; Pennington y Styles, 1981).
- *Cedrela lilloi* se distribuye en América del Sur. Se presenta en Bolivia, Perú, Brasil y Argentina. En Bolivia y Argentina en bosques de montaña, en altitudes de 1000 a 3400 msnm, pero también reportada en altitudes hasta de 800 m. En Perú, ocurre en valles altos en donde forma bosquetes extensos y es cultivada como árbol de sombra, es una especie resistente al frío, decidua en invierno y tiene importancia local como maderable (Standley y Steyermark, 1946; Lamb, 1968; Pennington y Styles, 1981). El sinónimo de esta especie es *Cedrela herrerae* Harms.
- En el noroeste de Argentina el género *Cedrela* está representado por tres especies: *C. lilloi*, *C. balansae* y *C. saltensis*. *Cedrela balansae* se encuentra en las Provincias de Salta y Jujuy, entre los 300 y 700msnm, al norte del paralelo 24°30'S. *Cedrela lilloi* es la especie con distribución más amplia en Argentina, extendiéndose desde el norte

de la Provincia de Salta (22°S) hasta la Provincia de Catamarca (aproximadamente 28°15'S). *Cedrela saltensis* está presente desde el norte de la Provincia de Salta hasta la Provincia de Jujuy 24° 40'S, entre los 700 y 1 100 msnm (Grau *et al.*, 2006).

- *Cedrela montana* es una especie confinada a bosques de neblina y también como vegetación de subpáramo. Se puede observar frecuentemente en pastizales abiertos y en áreas cultivadas. En Sudamérica, ocurre en las mismas áreas que *C. lilloi*, con la cual se relaciona especialmente en las partes altas (1400 a 3100 msnm) en Venezuela y Perú. Tiene importancia local (Standley y Steyermark, 1946; Lamb, 1968; Pennington y Styles, 1981).
- *Cedrela fissilis* se distribuye desde Costa Rica en Centroamérica, hasta el sur de Brasil y norte de Argentina en Sudamérica, su madera es considerada de calidad inferior a la de *C. odorata*, sin embargo en algunas localidades ambas son comercializadas juntas como la misma especie. Esta es una especie extremadamente variable especialmente en lo que se refiere al número de folíolos por hoja, que quizás reflejen el número tan grande de sinónimos y variedades que se han descrito para esta especie (Standley y Steyermark, 1946; Lamb, 1968; Pennington y Styles, 1981).

2.3 Distribución ecológica y clima

El cedro es un árbol del Neotrópico, encontrándose en los bosques de las zonas de vida subtropical o tropical húmedas o estacionalmente secas (Holdridge, 1976), desde la latitud 26°N en la costa pacífica de México, a través de América Central y las Indias Occidentales, hasta las tierras bajas y el pie de los cerros de la mayoría de América del Sur hasta una elevación de 1200 msnm, con su límite sureño alrededor de la latitud 28°S en Argentina (Chaplin, 1980; Tosi, 1960).

En cuanto al clima el cedro es una especie generalista, encontrándose sobre una vasta distribución geográfica de fajas latitudinales cálidas, desde el bosque subtropical seco (en la parte transicional húmeda) en México y en parte de las Indias Occidentales, a través del bosque subtropical húmedo hasta el bosque subtropical muy húmedo en las Indias Occidentales y la América Central, hasta las zonas de vida tropical húmeda y muy húmeda; y tropical premontana húmeda y muy húmeda en la región ecuatorial (Holdridge, 1976). Los cedros son más abundante en las tierras bajas y al pie de los cerros (viéndose reemplazada por especies tales como *C. montana* y *C. lilloi* a mayores elevaciones) en los bosques húmedos, su distribución se encuentra en su mayor parte dentro de los trópicos libres de heladas, aunque se le ha encontrado en las latitudes 26°N y 28°S, en donde se pueden esperar unas heladas ligeras ocasionales (Inoue, 1973; Tosi, 1960).

La elevada tasa de mortalidad de *Cedrela odorata* en plantaciones experimentales de bosques secos en Costa Rica, se han atribuido a la susceptibilidad a largos periodos de sequía durante el establecimiento (Piottoet *al.*, 2004). *C. odorata* requiere mucha luz y crece en un clima con precipitaciones anuales comprendidas entre 1 200 y 2 500 mm a altitudes de 0 a 1 500 msnm (Webbet *al.*, 1984).

2.4 Biología reproductiva

Según Albert y López (2002), el género *Cedrela* P. Browne está compuesto por árboles deciduos, de hojas paripinnadas, foliolos enteros, glabros, flores pentámeras. Es el único género representante de la familia Meliaceae que posee estambres libres, ya que en el resto están unidos en un tubo estaminal; capsula septicida que abre desde el ápice por medio de cinco valvas leñosas y semillas con un ala terminal.

En *Cedrela odorata* las flores aparecen cuando las hojas reinician su desarrollo para cubrir al árbol. Las inflorescencias son largas y abundantes contienen numerosas flores pequeñas simétricas de color blanco grisáceo. Los árboles son monoicos; las flores femeninas y masculinas se encuentran en la misma inflorescencia, aunque las flores femeninas se abren primero. El ciclo reproductivo está sincronizado con la estación de crecimiento que se presenta a través de su rango de distribución (Cintrón, 1990). La época de floración de *C. odorata* en los estados de Campeche y Quintana Roo (México), es desde mayo hasta agosto (Patiño *et al.*, 1983).

En *Cedrela fissilis* las inflorescencias están en panículas laterales o subterminales de 30 a 60 cm de largo; flores rosadas, fragantes de 6 a 10 mm de largo; cáliz con cinco sépalos pubescentes soldados en la base; corola con cinco pétalos elíptico-oblongo de color blanco verdoso a rosado; ovario ovoide, pentalocular, multiovular; con cinco estambres libres. La floración comienza a los 10 años de edad, en los meses de agosto a marzo, de septiembre a noviembre y de septiembre a diciembre en Brasil, de agosto a noviembre en Paraguay y de septiembre a noviembre en Argentina (CATIE, 2000a).

En *Cedrela salvadorensis* las inflorescencias están en panículas ramificadas de 5 a 20 cm de largo con flores blancuzcas en pedicelo de hasta 1 mm de largo; cáliz campanulado de 2 mm de largo; cinco pétalos blancuzcos, oblongos de 6 mm de largo, pubescentes; cinco estambres, pistilo con ovario de cinco celdas. La floración ocurre durante los meses de febrero a abril en México, en noviembre y diciembre en El Salvador y de diciembre a marzo en Costa Rica. Los frutos son cápsulas leñosas, oblongas u obovoides, de 8 a 15 cm de largo, color pardo oscuro y a veces muy verrugosas, con pedúnculo de 3 a 10 cm de largo; abren en cinco valvas al madurar. Los frutos se producen durante todo el año en El Salvador de junio a septiembre y en diciembre en Costa Rica. La dispersión de semillas es anemocórica (CATIE, 2000b).

En *Cedrela tonduzii* las inflorescencias están en panículas terminales de 15 a 30 cm de largo; flores unisexuales con cinco pétalos pubescentes, color crema parduzco y cinco sépalos gamosépalos, color marrón, crateriformes. Las flores masculinas con cinco anteras oblongos; filamento blanco; ovario con lóculos bien desarrollados; flores femeninas con anteras delgadas, estigma verde; estilo cilíndrico color crema y ovario súpero pentalocular. La floración ocurre de marzo a junio en México, de diciembre a enero en Honduras, de noviembre a diciembre en El Salvador de abril a mayo en Costa Rica. El fruto es una cápsula con dehiscencia longitudinal septicida, de 4,5 a 6,5 cm de largo y de 2,3 a 4,5 cm de ancho, color café oscuro. La época de fructificación es de enero a marzo en Honduras, durante todo el año en El Salvador y entre junio y julio en Costa Rica (CATIE, 2000c).

Los individuos de *Cedrela lilloi* portan flores unisexuales, es decir que sus flores son funcionalmente femeninas o masculinas aunque presentan vestigios no funcionales del otro sexo. A nivel inflorescencia, se observó separación temporal en la antesis de las flores de cada sexo: la antesis de las flores femeninas es intermedia a dos fases de antesis de flores masculinas. Esta asincronía de fases masculinas y femeninas entre las inflorescencias disminuye la probabilidad de autofecundación con polen del mismo individuo. Las flores pistiladas (femeninas), el pistilo es robusto, las anteras no producen polen y se observan a simple vista, atrofiadas y oscuras. Las flores estaminadas (masculinas) el pistilo es esbelto, las anteras producen abundante polen viable y los óvulos se encuentran atrofiados o ausentes. Además, la producción de frutos y semillas fue mayor bajo polinización cruzada manual que bajo polinización autogama y natural. La separación temporal y espacial en los órganos sexuales funcionales y la influencia de la cantidad y calidad de polen en la producción de frutos y semillas, sugieren que la frecuencia de visitas y el comportamiento de los polinizadores serían factores importantes para la reproducción de la especie (Aschero, 2006). Según Digilio & Legname (1966), en Tucumán, florece de noviembre a enero y fructifica de febrero a marzo.

En el **cuadro 1** se muestra los meses que las especies del género *Cedrela* florecen en diferentes países.

Cuadro 1. Meses de floración

Especie	Meses	País
<i>C. odorata</i> ¹	mayo a agosto	México (Campeche y Quintana de Roo)
<i>C. fissilis</i> ²	agosto a marzo	Brasil
	septiembre a noviembre	
	septiembre a diciembre	
<i>C. salvadorensis</i> ³	febrero a abril	México
	noviembre a diciembre	El Salvador
	diciembre a marzo	Costa Rica
<i>C. tonduzii</i> ⁴	marzo a junio	México
	Diciembre a enero	Honduras
	Noviembre a diciembre	El Salvador
	Abril a mayo	Costa Rica
<i>C. lilloi</i> ⁵	Noviembre a enero	México (Tucuman)

Fuente: 1: Patiño et al., 1983; 2: CATIE, 2000^a; 3: CATIE, 2000^b; 4: CATIE, 2000^c; 5: Digilio & Legname, 1966.

2.5 Polinización

Lo que se conoce hasta ahora, sugiere que las flores de las Meliaceas son polinizadas principalmente por insectos (Willemstein, 1987). Aunque varias especies son polinizadas por alevillas (Bawa et al., 1985), los miembros de esta familia son una fuente importante de polen y néctar para la abeja melífera. Las abejas están incluidas como los visitantes

más frecuentes de las flores de especies relacionadas *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* (Janzen, 1967; Crane *et al.*, 1984; Roubik, 1989).

En Brasil, *Cedrela fissilis* fue estudiada por C. Crestana (Kageyama, 1996) y encontró solamente Thrips visitando las flores de la especie.

En *Cedrela tonduzii*, la polinización es anemófila y entomófila; la fecundación es cruzada y alegama (CATIE, 2000c).

2.6 Fenología

En la selva de montañas del Noroeste argentino se realizó el registro fenológico de 3 especies de cedro, que se presentan en el **cuadro 2** (Del Castillo *et al.*, s.f.):

Cuadro 2. Registro fenológico de las especies de la Selva de Montañas del Noroeste argentino

Especie	Lugar	Brotación	Floración	Fruto verde	Fruto maduro	Descanso
<i>C. balansae</i>	Yuto	Nov - Ene	Feb - Mar	Abr - Jul	Ago - Set	Ago - Set
	Orán	Oct - Dic	Nov - Dic	May - Jun	Jul - Ago	Agosto
<i>C. rosea</i>	Orán	Set - Dic	Dic - Ene	Abr - May	Jun - Jul	Agosto
<i>C. lilloi</i>	Jujuy	Set - Dic	Nov - Ene	Mar - May	Junio	Ago - Set

Fuente: Del Castillo *et al.*, s.f.

En Argentina se estudió el patrón en la producción de hojas, flores y frutos de *Cedrela balansae* y *Cedrela lilloi* a lo largo de un gradiente altitudinal en el Parque Nacional Calilegua (de 600 a 900 m *C. balansae*, a 1100 m *C. balansae* y *C. lilloi*, de 1400 a 1600 msnm *C. lilloi*). En las partes bajas, *C. balansae* se comporta como caducifolio ya que queda sin hojas maduras por 7 meses, mientras que a los 1100 msnm, conserva las hojas senescentes hasta la expansión. Los árboles de *C. lilloi* ubicados en el sitio más alto se comportan como semicaducifolios ya que pasan un mes sin hojas hasta el inicio de la brotación, mientras que en el sitio intermedio no tienen un período sin hojas. *C. balansae* produjo frutos los dos años de muestreo, mientras que *C. lilloi* produjo pocas flores en algunos individuos, que se perdieron antes de formar frutos (Pacheco y Yapur, 2006).

2.7 Regeneración natural

2.7.1 ÁRBOLES SEMILLEROS

En Bolivia, se han dado algunas consideraciones para árboles semilleros en bosques tropicales que se encuentran bajo manejo forestal, las cuales se describen en el **cuadro 3** (Dauberet *et al.*, 2003).

Cuadro 3. Modelo de porcentajes específicos de retención de árboles semilleros para bosques bolivianos

Características	% de semilleros
Especies con establecimiento por rebrote pero sin alto valor para la fauna y con densidades $> 0,1/ha$.	5
Especies con establecimiento por rebrote que tienen alto valor para la fauna o tienen densidades $< 0,1/ha$.	20
Especies comunes ($> 1,0/ha$) con buena*regeneración natural.	10
Especies medianamente raras ($> 0,1/ha$ pero $< 1,0/ha$) con buena* regeneración natural.	15
Especies raras ($< 0.1/ha$) con buena*regeneración natural.	20
Especies comunes ($> 1.0/ha$) sin buena*regeneración natural.	30
Especies medianamente raras ($> 0.1/ha$ pero $< 1.0/ha$) sin buena* regeneración natural.	40
Especies raras ($< 0.1/ha$) sin buena*regeneración natural.	50
Especies dioicas	(Duplicar %)

* Buena regeneración: Tiene que comprobarse con diagnósticos de regeneración en el campo (se define como buena regeneración a un promedio de 25 latizales por hectárea y un promedio de reclutamiento de 50 plántulas y brinzales por hectárea).

Fuente: Dauber et al., 2003.

Además, indica que conservar árboles muy grandes como “semilleros” es un desperdicio. Los datos sobre mortandad muestran que los árboles presentan un mayor riesgo de caída antes del siguiente ciclo de corta. Es preferible conservar árboles que estén justo sobre el diámetro mínimo de corta. Se debe exigir que en los planes de manejo se especifique como se monitoreará la regeneración después de los aprovechamientos y que tratamientos silviculturales se apliquen. Preferentemente, los árboles semilleros deben ser altos y tener copa grande y saludable, liberados de bejucos.

2.7.2 SEMILLAS

Los frutos de *Cedrela odorata* L. cuando están maduros, se abren desde arriba hacia abajo para liberar de 40 a 50 semillas aladas. El peso de las semillas es de alrededor del 8 al 10 por ciento del peso seco de la fruta. Un kilogramo contiene de 20000 a 50000 semillas. Las semillas tienen de 20 a 25 mm de largo incluyendo el ala y son dispersadas por el viento (Miller, 1957 y Wadsworth, 1960).

En un estudio realizado en Campeche, México, sobre rendimiento en la producción de semillas de cedro, *Cedrela odorata* L., bajo condiciones naturales, se analizaron 150 frutos de cedro. Los resultados mostraron que los frutos de cedro producen en promedio 25 (+/-4) semillas desarrolladas, de las cuales 15 (+/-9) son capaces de dar origen a una nueva planta (Niembro, s.f.).

Según los resultados obtenidos por Márquez *et al.* (2005), indican que no se encontró evidencia de que las semillas con mejores características influyen en una mejor germinación y tampoco en un mejor desarrollo inicial de las plántulas.

Argüelles y Fernández (2001) han detectado sustancias específicas producidas en la semilla (*Cedrela fissilis* Vell.) y durante la iniciación de la germinación, las cuales tienen funciones importantes de preservación. La semilla de cedro relativamente pequeña, delimita un sustrato sobre el cual germina y se desarrolla durante los primeros estadios de vida y se asegura que este espacio no sea invadido por otros organismos mediante la exudación de sustancias que impedirán el crecimiento de organismos tan invasores como los hongos, o la germinación de otra semilla en el mismo lugar. Podría ser esta una adaptación química para la supervivencia cuando se encuentra en condiciones adversas (Marques *et al.*, 1996).

2.7.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

En las Indias Occidentales se puede encontrar al cedro de manera más común en las arcillas derivadas de piedra caliza (Holdridge, 1943, Marrero, 1948; Ramírez-Sánchez, 1964), pero crece también en los sitios bien drenados sobre suelos ácidos derivados de rocas volcánicas (Ultisoles). El denominador común parece ser el drenaje y la aireación del suelo (Holdridge, 1976; Styles, 1972; Whitmore, 1976) y no su pH (Más Porrás *et al.*, 1974; Whitmore, 1978; Whitmore, 1979). En Trinidad, el único factor común a todos los sitios, mostrando un buen crecimiento, fue el buen drenaje de la superficie (Cater, 1945; Más Porrás *et al.*, 1974).

En el ensayo realizado en la Península de Yucatán, Wightman (2001) concluye que el uso de abonos orgánicos, sea de composta o de bagazo de caña, usando un 50% con la tierra común, es una buena alternativa como fertilizante químico para mejorar el sustrato de cedro.

2.7.4 REGENERACIÓN NATURAL

En condiciones de bosques cerrados más secos *Cedrela odorata* logra mejores resultados, generalmente con una buena aireación y una acumulación de bases en los suelos (Lamb, 1968).

En Bolivia, se realizó una evaluación del estado de regeneración natural de 68 especies forestales importantes. Los resultados para *Cedrela odorata* y *C. fissilis* indican que existen problemas de regeneración y esto se concentra en una producción irregular o deficiente de semillas, la falta de claros grandes con alta disponibilidad lumínica y debido a la sobre-explotación existe falta de árboles semilleros (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

2.7.5 PLAGAS Y CONTROL: GÉNERO HYPHIPHYLLA

La fecundidad de *Hypsiphylla*, es de 200-300 huevos, una hembra normalmente deposita sus huevos en grupos de 1-3 por árbol (Grijpma, 1974). El ciclo de vida se completa en 5 semanas, aunque puede variar entre 4-7 semanas, dependiendo del clima y alimento