

Ecología de Especies Menos Conocidas

# Curupaú

*(Anadenanthera colubrina)*



**BOLFOR**

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible  
Financiado por USAID y PL480  
en convenio con el MDSP y FONAMA



PROYECTO DE MANEJO FORESTAL  
SOSTENIBLE BOLFOR

ECOLOGIA Y SILVICULTURA DE  
ESPECIES MENOS CONOCIDAS



Curupaú  
Anadenanthera colubrina  
(Vell.Conc.) Benth.  
Mimosoideae

*Autores:*  
*M. Joaquín Justiniano*  
*Todd S. Fredericksen*

Santa Cruz, Bolivia  
1998

Copyright©1998 by  
Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)

Las opiniones y juicios técnicos expresados en las publicaciones del Proyecto BOLFOR, son emitidos por los consultores contratados por el proyecto y no reflejan necesariamente la opinión o políticas de la Secretaría Ejecutiva del PL480 o de USAID

Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)  
*Cuarto Anillo, Av. 2 de Agosto*  
*Casilla # 6204*  
*Santa Cruz, Bolivia*  
*Fax: 591-3-480854*  
*Tel: 480766-480767*  
*Email: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo*

*Citación: BOLFOR; Justiniano, M.Joaquín; Fredericksen, T.S. 1998. Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas - Curupaú Anadenanthera colubrina (Vell.Conc.) Benth, Mimosoideae. Santa Cruz, Bolivia*

EDICION: Ramiro Duchén, Daniel Nash  
DISEÑO/DIAGRAMACIÓN: Delicia Gutiérrez  
FOTOGRAFÍAS: Todd S. Fredericksen, Bonifacio Mostacedo

Para la reproducción íntegra o en parte de esta publicación se debe solicitar autorización al Proyecto BOLFOR.

---

Impreso en Editora El País  
Dirección: Cronembold No. 6  
Teléfono 343996  
Santa Cruz, Bolivia

Impreso en Bolivia - Printed in Bolivia

---

BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y PL480 en convenio con MDSP y FONAMA

# *Presentación*

*Tradicionalmente la producción forestal en Bolivia ha estado circunscrita al aprovechamiento de tres especies: la mara o caoba (*Swietenia macrophylla*), el cedro (*Cedrela spp.*) y el roble (*Amburana cearensis*), con la consiguiente erosión genética y el agotamiento de las poblaciones de dichas especies.*

*El Proyecto BOLFOR, desde sus inicios, planteó el manejo sostenible e integral del bosque, lo que trae consigo la extracción y comercialización de un mayor número de especies, y permite la conservación de los recursos forestales. De aquí surge el término “especies menos conocidas”, que hace alusión a las especies maderables con alto potencial comercial, pero desconocidas en el ámbito del mercado internacional y nacional.*

*Con este libro iniciamos una serie de publicaciones sobre ecología y silvicultura de especies forestales menos conocidas, mediante la cual se pretende difundir los resultados de las investigaciones realizadas por el proyecto sobre este tema. En cada uno de los volúmenes se presenta nueva información obtenida a través de estudios de fenología y autoecología realizados por investigadores del proyecto, como también una aproximación bibliográfica a la literatura sobre cada una de las especies presentadas.*

*Esperamos que esta serie sirva como una guía general informativa sobre las especies menos conocidas y que su uso beneficie por igual a los productores forestales, ampliando las perspectivas de la oferta maderable, y a los profesionales y técnicos del ramo, brindando nueva información sobre especies no tradicionales, como una forma de preservar la existencia de las especies más aprovechadas.*

*En los sucesivos volúmenes se publicarán estudios sobre morado, cuta, tarara amarilla, y otros.*

*Ing. John B. Nittler*  
*Jefe de Equipo*



INDICE

	Página
INTRODUCCION.....	1
CLASIFICACION.....	1
MORFOLOGIA.....	3
Hojas.....	5
Flores.....	5
Semillas.....	5
CARACTERISTICAS ECOLOGICAS.....	7
Distribución.....	7
Asociaciones Ambientales.....	7
Asociaciones Bióticas.....	8
Asociaciones con Especies Arbóreas.....	8
Historia de Vida.....	9
Floración.....	9
Dispersión de Semillas, Germinación y Establecimiento.....	9
Fenología de las Hojas.....	13
Reacción a la Competencia y Perturbación.....	13
Plagas y Patógenos.....	14
Valor para la Fauna Silvestre.....	14
IMPLICACIONES PARA EL MANEJO.....	15
Crecimiento y Rendimiento.....	15
Regeneración y Requerimientos para la Sucesión.....	15
Recolección y Almacenamiento de Semillas.....	16
Valor Económico.....	18



Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas

---

---

Sistemas Recomendados para el Aprovechamiento y la Silvicultura.....	18
BIBLIOGRAFIA.....	20



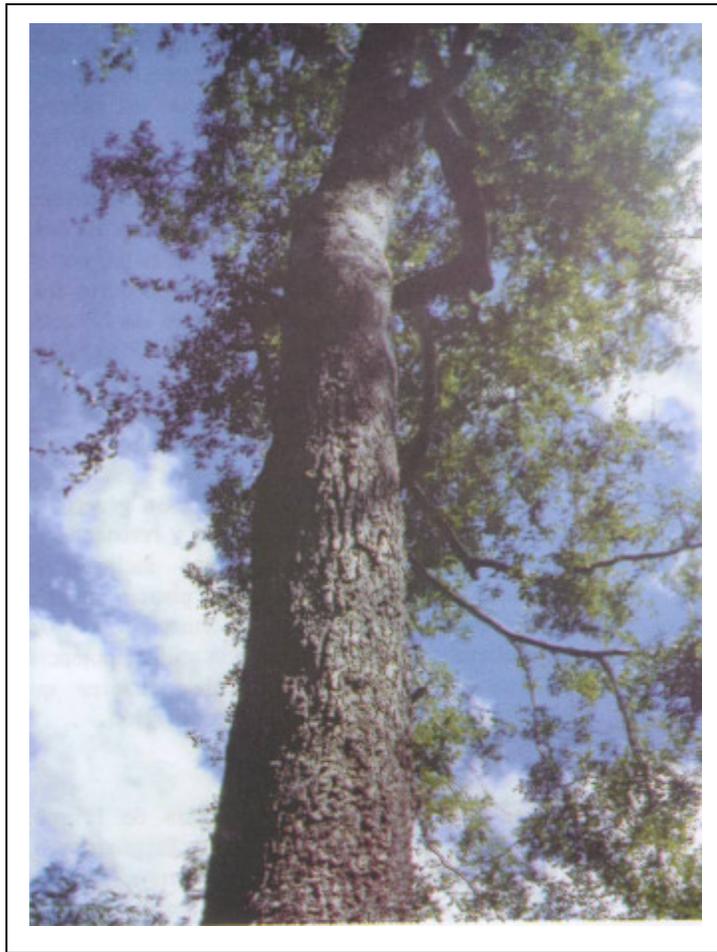
## Introducción

El sirari (*Copaifera chodatiana* Hassl.) es un árbol de los bosques estacionalmente secos, que se caracteriza por su madera durable y semillas de color anaranjado brillante, las cuales son una importante fuente alimenticia para la fauna silvestre. Existen por los menos cuatro especies diferenciadas en este género, una de las cuales aún no ha sido identificada (Killeen et al. 1993). Desde el punto de vista económico, *Copaifera chodatiana* es la especie (dentro del género) más importante en Bolivia. Si bien ésta es abundante, no lo es en extremo; por ejemplo, constituye hasta un 2.3% de los fustes maduros del bosque de Las Trancas, ubicado en la región de Lomerío en el Departamento de Santa Cruz (BOLFOR, datos sin publicar), donde se recolectó la mayoría de los datos para la presente publicación. También, es necesario señalar que existe muy poca información en la bibliografía sobre esta especie.

Al igual que otros miembros de su género, el sirari tiene una madera muy dura, pesada y resistente, de color rojo claro. Sus principales usos incluyen tablones aserrados, bloques para torneado, pisos y muebles para exteriores. La falta de información ecológica y silvicultural sobre esta especie y la utilidad potencial de su madera han sido los principales factores que han impulsado la elaboración de esta publicación.

## Clasificación

El sirari está clasificado dentro de la subfamilia Caesalpinaceae de las Leguminosas. El género *Copaifera* ha sido confundido con el género *Peltogyne* que pertenece a la misma familia, ya que ambos poseen hojas compuestas de apariencia similar. Sin embargo, el género *Copaifera* ocasionalmente presenta hojas con más de un folíolo, mientras que las hojas de *Peltogyne* se caracterizan por tener uno solo. Más importante aún, es el



El sirari ocupa posiciones co-dominantes en el dosel del bosque.

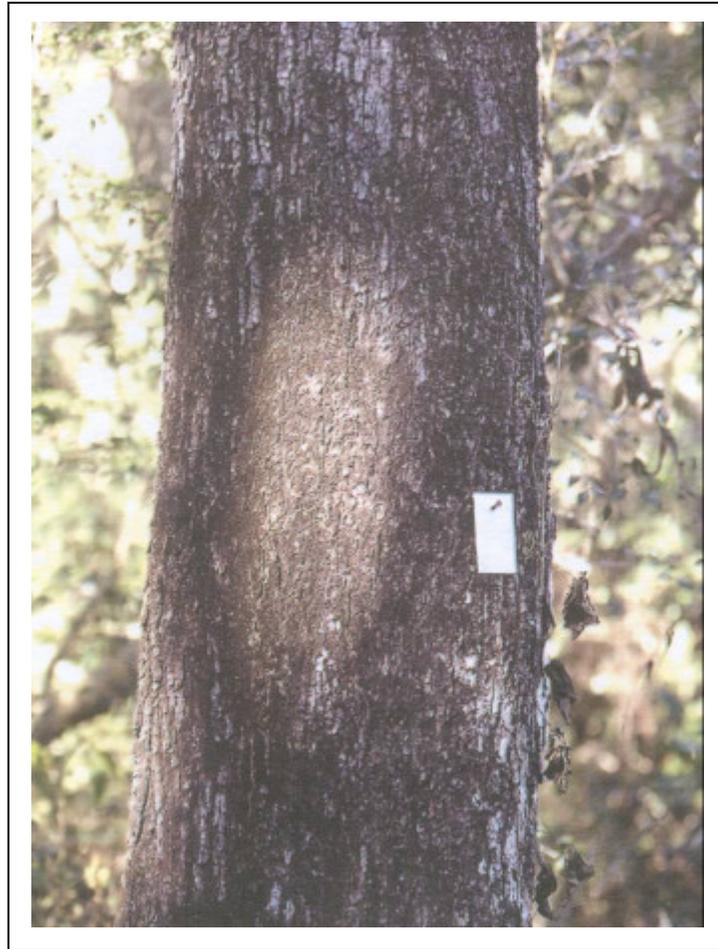


hecho de que a diferencia de *Peltogyne*, las flores del género *Copaifera* carecen de pétalos. Es necesario señalar también que hasta su reciente enmienda, todas las menciones sobre sirari que aparecen en los documentos del Proyecto BOLFOR se refieren a la especie *Peltogyne heterophylla*.

## Morfología

El sirari es un árbol del dosel, donde generalmente ocupa posiciones co-dominantes o sub-dominantes. De los árboles maduros muestreados en Las Trancas, sólo un 7% ocupó posiciones de copa dominante, mientras que un 57% y 32% ocupaban posiciones co-dominantes o sub-dominantes, respectivamente. En muy raras ocasiones el sirari se presenta como árbol emergente. En los 42 fustes de sirari muestreados en Las Trancas, el diámetro a la altura del pecho promedió los 49.5 cm con un rango de 22.5 a 75 cm. La altura total promedió los 17.3 m con un rango de 13 a 22 m.

El sirari es un árbol longevo característico de las etapas tardías de sucesión. Posee una copa de forma amplia, cuya superficie alcanza un promedio de 130 m<sup>2</sup> (rango de 33 a 343 m<sup>2</sup>) en los árboles maduros. El tronco es de color café claro en los ejemplares jóvenes y se torna gris oscuro o negro al alcanzar la madurez. El fuste es típicamente recto, grueso y ligeramente cónico. La corteza es delgada y de color gris con escamas delgadas al llegar a la madurez.



El sirari maduro es de color gris inicialmente,  
tornándose negro al envejecer.



## Hojas

Las hojas son de color verde oscuro, glabras, coriáceas y bifoliadas con la base redondeada. Los ápices agudos y con numerosos puntos translúcidos. Los márgenes internos de las hojas generalmente son rectos y los exteriores redondeados.

## Flores

Las flores sin pétalos se agrupan en pequeños racimos blancuzcos o en panículas terminales.

## Semillas

Las semillas del sirari son arilos de color naranja intenso a rojo oscuro del tamaño de un frijol negro. La parte exterior de la semilla tiene textura esmaltada que se torna coriácea al secarse. El endosperma es duro y blanco con una membrana verdosa que lo separa del exocarpo. Una recolección de 24 semillas realizada al azar en varios árboles de Las Trancas promedió los 11.6 mm ( $\pm 0.28$  se) de largo variando entre 9 y 14 mm. Generalmente una membrana blancuzca de 2 a 4 mm de largo permanece adherida a la semilla posteriormente a su dispersión. Cada semilla está envuelta por una legumbre negra, espinosa y redondeada, de 2 a 4 mm de largo.



Las hojas de sirari son muy parecidas a las de paquió (*Hymenea courbaril*).



## Características Ecológicas

### Distribución

En América tropical, el género *Copaifera* aparece en Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay y Perú. En Bolivia, la especie *Copaifera chodatiana* está distribuida a lo largo de los bosques secos tropicales de los Departamentos de Santa Cruz y Tarija.

### Asociaciones Ambientales

El sirari alcanza su máximo desarrollo en bosques maduros y es, por lo tanto, considerado una especie de sucesión tardía (Guzmán 1997). Navarro (1995) señala que ésta es una especie importante que se encuentra preferentemente en la sección del bosque chiquitano de tierras altas correspondiente al bosque seco sub-húmedo y semi-deciduo de Lomerío. Los suelos de estos bosques son en su mayoría Distrocreptoles Usticos en transición a Cambisoles. Sin embargo, en un estudio realizado en Las Trancas, se encontró esta especie con mayor frecuencia en ubicaciones topográficas bajas (bajíos, arroyos y al pie de laderas) y de altura intermedia, en lugar de cimas de colinas y contrafuertes (Cuadro 1). El diámetro y la altura de los árboles situados en zonas bajas y de altura intermedia también fueron mayores (Cuadro 1).



**Cuadro 1.** Porcentaje de presencia y promedio de tamaño del sirari en distintas ubicaciones topográficas en Las Trancas. Se incluyó un total de 34 árboles en la muestra.

Ubicación topográfica	Porcentaje de presencia	Dap (cm)	Altura total (m)	Altura del fuste (m)
Ubicaciones bajas	41.2	50.6	17.4	7.9
Ubicaciones intermedias	35.3	51.2	18.9	6.3
Ubicaciones altas	23.5	42.7	16.2	6.9

### Asociaciones Bióticas

#### Asociaciones con Especies Arbóreas

Es interesante señalar que entre las varias especies positivamente asociadas con el sirari están algunas que ocupan ubicaciones topográficas de menor altura en el bosque, incluyendo ciertas especies de bosque de galería (Cuadro 2). Los árboles de sirari muestran cierta tendencia a crecer en grupos. En Las Trancas, éstos se presentan con una frecuencia tres veces mayor cerca de otros árboles de la misma especie de lo que podría esperarse dada su abundancia relativa (IA = 3.0).



**Cuadro 2.** Especies asociadas positiva y negativamente con árboles maduros (>15cm DAP) de sirari en Las Trancas. El Índice de Asociación (IA) corresponde a la relación entre presencia observada vs. esperada de una especie dada cerca de árboles de sirari. Un IA > 1 indica una asociación positiva entre el sirari y la especie mientras un IA < 1 indica una asociación negativa.

Especies Asociadas Positivamente	IA	Especies Asociadas Negativamente	IA
<i>Aspidosperma nobile</i>	68.0	<i>Caesalpinea pluviosa</i>	0.15
<i>Salacia elliptica</i>	17.0	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0.17
<i>Ficus gomeillera</i>	8.5	<i>Centrolobium microchaete</i>	0.40
<i>Syagrus sancona</i>	5.0	<i>Astronium urundeuva</i>	0.42
<i>Cariniana estrellensis</i>	4.5	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	0.56
<i>Luehea sp.</i>	3.0	<i>Gallesia integrifolia</i>	0.56
<i>Neea sp.</i>	3.0	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	0.67

## Historia de Vida

### Floración

El sirari florece en diciembre y enero. El florecimiento es anual, pero no todos los árboles florecen durante un mismo año. Por ejemplo, Justiniano (en revisión) determinó que si bien todos los árboles de sirari estudiados por él florecieron en 1995, sólo un 69% floreció en 1996.

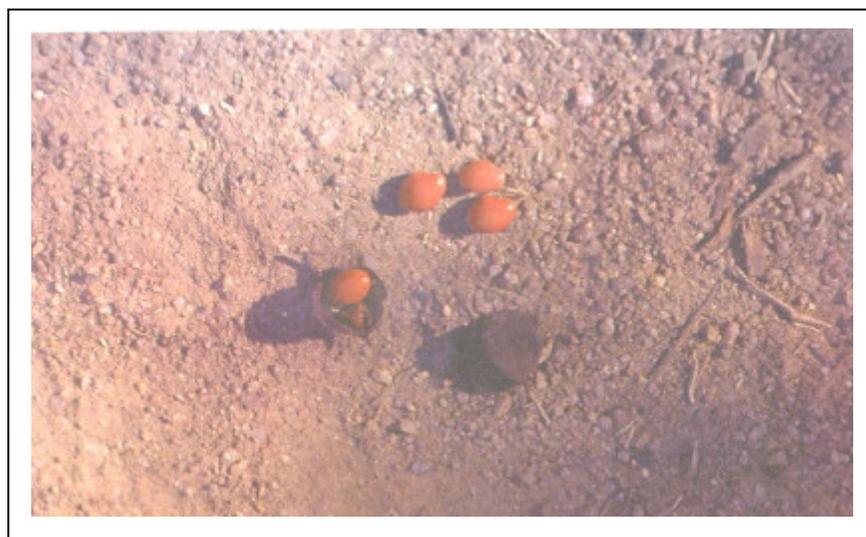
### Dispersión de Semillas, Germinación y Establecimiento

Las vainas que contienen las semillas pueden caer prematuramente de los árboles y posteriormente abrirse en el suelo. Sin embargo, generalmente las semillas caen de los árboles después de abrirse las vainas. La producción de semillas varía de un árbol a otro. En 1995, un 53% de los árboles de sirari de Las Trancas produjo semillas, mientras que en 1996 el porcentaje alcanzó a un 85% (en



revisión 1997). El árbol más pequeño de la especie observado con semillas en Las Trancas tuvo un diámetro a la altura del pecho de 23.8 cm. La producción de semillas se incrementa con el diámetro, especialmente en los árboles con dap mayor a 50 cm.

La caída de semillas se produce típicamente desde fines de junio hasta fines de agosto y el tiempo exacto de caída puede variar, en varias semanas, de un árbol a otro. Por ejemplo, en 1998, se observó que las semillas de sirari comenzaron a caer de los árboles a fines de mayo. Las semillas se dispersan por gravedad y en su mayoría caen debajo o cerca de la planta madre, aunque la distancia de dispersión puede incrementarse por la intervención de animales. La cantidad de semillas caídas en trampas instaladas alrededor de cinco árboles en Las Trancas varió de 12 a 40 por m<sup>2</sup> bajo la copa, con un promedio de 22 por m<sup>2</sup>.



Semillas de sirari en las que se observa la cáscara negra, con forma de concha.



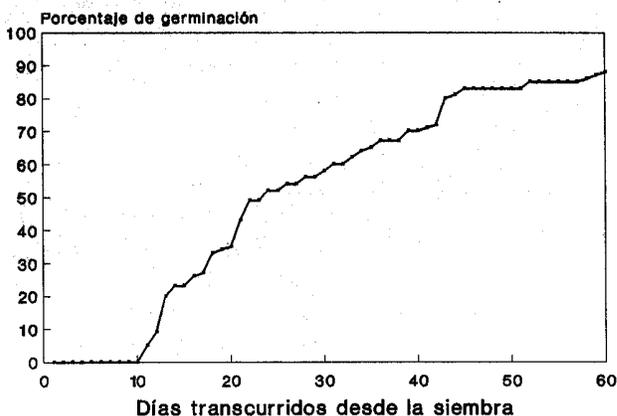
Los escarabajos de la familia Curculionidae son los depredadores más comunes de semillas del sirari. Los pequeños mamíferos también comen las semillas, extrayendo cuidadosamente el endocarpo, y dejando rota la cáscara que forma el exocarpo. El ataque de hongos a las semillas es común, especialmente en aquellas que presentan orificios de salida de escarabajos. Aparentemente las tasas de depredación de semillas son bajas durante el primer mes posterior a la dispersión. Los conteos de semillas encontradas en el suelo, debajo de trampas instaladas para la recolección de éstas, fueron idénticos a los de las semillas recolectadas en las trampas mismas. Sin embargo después de dos o más meses, las tasas de depredación de semillas se incrementan. Las medidas de densidad tomadas debajo de los árboles de sirari a más de dos meses de la caída de las semillas promedió 8.7 por m<sup>2</sup> ó 39.5% de semillas caídas en trampas. Sin embargo, en otro estudio, de 240 semillas marcadas que quedaron en el suelo del bosque al finalizar el período de caída de semillas, 34.5% se había perdido después de un mes, otro 10% había sufrido depredación obvia y 0.05% fue atacado por hongos. Por consiguiente, 54.5% de las semillas fue considerado todavía viable. En un estudio realizado en Venezuela con una especie congénere (*Copaifera pubiflora*), Ramírez y Arroyo (1987) determinaron que la tasa de depredación de semillas antes de la dispersión fluctúa entre un 34 y 78% y que la mayor parte de ésta es causada por insectos.

La germinación del sirari es, generalmente, lenta. En un estudio controlado, 100 semillas recién recolectadas provenientes de más de 20 árboles fueron colocadas en una mezcla de tierra y arena, bajo sombra parcial y fueron regadas una vez al día. Las semillas comenzaron a germinar después de 10 días (Figura 1), después de lo cual la germinación continuó de forma constante durante otro mes, alcanzando finalmente un 84% después de transcurridos unos 60 días. La viabilidad de las semillas



varía de un año a otro y depende de la ubicación. Por ejemplo, en otro estudio similar de germinación (Pinard, datos sin publicar), las semillas de sirari mostraron sólo un 40% de viabilidad.

La germinación de las semillas bajo condiciones naturales es mucho más lenta, especialmente cuando las lluvias se atrasan. Las semillas pueden estar expuestas a la depredación durante períodos mayores de tiempo, con la consecuente disminución de las tasas de supervivencia. Las lluvias prematuras a finales de la época seca, seguidas por períodos de sequía también pueden causar mortalidad, si la germinación es estimulada inicialmente pero el agua escasea posteriormente. En las semillas monitoreadas bajo condiciones de bosque, menos del 1% produjo plantines viables transcurridos 60 días; el mismo período en el cual 80% de las semillas había germinado bajo condiciones de laboratorio con riego controlado y ausencia de depredación. Sin embargo, en el estudio de bosque, después de 90 días germinaron más semillas, con lo que el promedio ascendió hasta alcanzar el 14%. La supervivencia y la germinación parecen variar considerablemente de un lugar a otro, ya que las tasas de supervivencia variaron de 0 a 70% en parcelas ubicadas en distintas áreas del bosque. Esto se puede atribuir a la heterogeneidad de las condiciones de los sitios o a la abundancia de depredadores de semillas. Las semillas viejas pueden germinar, pero en porcentajes menores. En un experimento, las semillas todavía rojas de 3 años de edad mostraron una capacidad de germinación del 5%,





mientras que las semillas de color café de la misma edad no germinaron.

El crecimiento de los plantines de sirari se inicia con la formación de dos cotiledones redondeados, de aproximadamente 3 cm de diámetro. Los cotiledones no son compuestos como las hojas que posteriormente surgen de la planta. El crecimiento tiende a ser lento en el sotobosque, pero la supervivencia es alta debido a la elevada tolerancia a la sombra de la especie. En Las Trancas, durante la época de lluvias los plantines recién germinados crecieron un promedio de 0.9 cm por mes, pero los brinzales crecieron sólo 0.035 cm por mes.

#### Fenología de las Hojas

El sirari es un árbol deciduo durante la época seca; típicamente la mayoría de los árboles se muestra sin hojas hasta agosto o septiembre. Sin embargo, los patrones aberrantes de precipitación pueden impedir la caída de hojas durante ciertos años. Por ejemplo, Justiniano (en revisión) observó que la mayoría de las copas de sirari retuvieron gran parte de sus hojas en 1996, debido al adelanto de la época de lluvias.

#### Reacción a la Competencia y Perturbación

La especie está adaptada al crecimiento bajo sombra parcial o total (Guzmán 1997, Pinard et al., en prensa), aunque también puede crecer en claros y otras áreas perturbadas. Su corteza delgada la hace susceptible a daños causados por el fuego (Pinard y Huffman 1997). Sin embargo, las semillas pueden sobrevivir incendios de baja intensidad (Kennard, datos sin publicar).



Los brinzales parecen ser resistentes al daño físico y generalmente se los observa brotando en caminos madereros.

### Plagas y Patógenos

El sirari tiende a ser susceptible a la infestación por lianas, con un promedio mayor al 45% de árboles infestados (Pinard et al., en revisión). Sin embargo, de 42 árboles observados en Las Trancas, sólo un 12.5% presentaba lianas. La mayoría de los árboles (55%) aparecía libre de plagas y patógenos. Esta especie también tiende a estar relativamente exenta de epífitas. Por ejemplo, no se incluye ningún ejemplar de sirari en una muestra de cerca de 100 árboles cubiertos por *Philodendron esculentum*. Se ha observado que los barrenadores (*Oncideres* sp.) de la familia Cerambycidae causan daños significativos a las ramas de ciertos árboles de sirari. Muchos árboles también son afectados por manchas negras de las hojas causadas por hongos. En un estudio realizado en Venezuela, Ramírez y Nelson (1987) señalan a los siguientes insectos como depredadores de semillas de *Copaifera pubiflora*: *Apion* sp. (Curculionidae), *Rhinochenus brevicollis* (Curculionidae), *Spermologus copaiferae* (Curculionidae) y *Tricorinus herbarius* (Anobidae).

### Valor para la Fauna Silvestre

Esta especie es consumida por varias especies de mamíferos, incluyendo *Mazama guazoubira*, *Dasyprocta variegata*, *Tapirus terrestris* y *Agouti paca* (Aguape 1997). A partir de la evidencia de cáscaras de semillas abandonadas en el suelo del bosque, se puede suponer que los pequeños roedores también se alimentan de semillas de sirari. Pinard et al. (en revisión) también consideran que



el sirari tiene un alto valor para la fauna. Cerca de una cuarta parte de los árboles maduros de la especie presenta orificios, los cuales pueden servir como nidos o madrigueras para la fauna.

## Implicaciones para el Manejo

### Crecimiento y Rendimiento

En las parcelas permanentes de Las Trancas 95, el sirari mostró una densidad de 4.6 y 4.0 árboles/ha antes y después del aprovechamiento selectivo, respectivamente (Killeen et al., en revisión; Licona, datos sin publicar). El área basal fue de 0.65 y 0.53% antes y después de la extracción. Por lo tanto, se extrajo aproximadamente un 13% de los árboles de sirari y 18.5% del área basal, sin tomar en cuenta los tiempos de paso o la mortalidad durante el período transcurrido entre los inventarios. Posteriormente a la corta, los árboles muertos en pie representaban un total del 5% de todos los árboles de la especie con dap mayor a 20 cm y 3.8% del área basal. El número de árboles en otras concesiones forestales es menor al de Las Trancas (Cuadro 3), pero normalmente representa un porcentaje significativo de los árboles maderables. La especie se encuentra con mayor abundancia en el bosque alto que en el bosque bajo.

### Regeneración y Requerimientos

El sirari es una de las pocas especies del bosque seco que puede regenerarse adecuadamente en la sombra (Guzmán 1997). En bosques no intervenidos, la especie muestra mayor cantidad de regeneración de brinzales (0.3 - 1.5 m de altura) con relación a otras especies (497.8 tallos/ha), exceptuando a *Acosmium cardenasii* (Guzmán 1997), siendo ésta significativamente menor en áreas



aprovechadas (401.9 tallos/ha). Sin embargo, la producción de fustales y latizales es tan o más abundante en bosques aprovechados que en bosques no intervenidos. En otro estudio, se determinó que de 41 árboles muestreados en Las Trancas, 23% mostraba cantidades significativas de regeneración de plantines y/o brinzales.

**Cuadro 3.** Abundancia (#/ha) y volumen comercial (m<sup>3</sup>/ha) de sirari en 4 concesiones forestales en Bolivia (Inventarios Forestales de BOLFOR).

Concesión Forestal	Bosque Alto	Bosque Med.	Bosque Bajo
<b>San Miguel</b>			
Abundancia	4,44	4,23	3,54
Volumen	1,54	1,75	0,37
<b>Cimal</b>			
Abundancia	2,18	2,42	0,00
Volumen	0,59	0,88	0,00
<b>SFS</b>			
Abundancia	3,47	1,90	0,00
Volumen	1,53	0,46	0,00
<b>Vasber</b>			
Abundancia	0,46	0,00	0,00
Volumen	0,00	0,00	0,00

### Recolección y Almacenamiento de Semillas

Las semillas son fáciles de recolectar debido a su tamaño y visibilidad. Estas se almacenan bien, siempre y cuando se mantengan secas y no hayan sido invadidas por larvas de brúquidos. Por ejemplo, se ha logrado mantener semillas de sirari almacenadas en bolsas de tela durante más de un año sin mostrar deterioro visible. Durante el almacenamiento, las semillas deben ser revisadas periódicamente para evitar la infestación por escarabajos y la aplicación leve de insecticidas y/o fungicidas en polvo puede ayudar a reducir su pérdida. No se puede esperar una capacidad alta de germinación después de un año de almacenamiento.



En años propicios, el sirari produce muchas semillas que son una importante fuente alimenticia para la fauna; sin embargo, varias de éstas no son consumidas y pueden germinar.



### Valor Económico

Los árboles de sirari generalmente presentan buenos fustes, por ejemplo, un 63.4% de los árboles muestreados en Las Trancas contaba con fustes de alta calidad. Sólo un 14.6% de los fustes se consideró no aprovechable. Sin embargo, no es raro encontrar troncos huecos ya que se ha registrado hasta un 22.5% de los árboles en pie con evidencia de orificios.

### Sistemas Recomendados para el Aprovechamiento y la Silvicultura

Debido a su alta tolerancia a la sombra y sucesión tardía (Guzmán 1997), así como a su susceptibilidad a las perturbaciones (Pinard et al., en revisión), los sistemas de manejo disetáneos no son los más apropiados para el sirari. Sin embargo, esta especie puede ser ideal para un aprovechamiento más intensivo, ya que sus tasas de regeneración de plantines no disminuyen sustancialmente en áreas perturbadas y se incrementan o mantienen constantes para brinzales y latizales. Debido a su aparente sensibilidad al fuego, no se recomiendan las quemadas controladas para la regeneración de esta especie.



El sirari es muy apreciado por la forma, recta y alargada del tronco.



## Bibliografía

- Aguape, R.A. 1997. Frutos del bosque ribereño de Lomerío y su importancia para la fauna silvestre, Santa Cruz-Bolivia. Tesis, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- Guzmán, R. 1997. Caracterización y clasificación de especies forestales en gremios ecológicos en el bosque sub-húmedo estacional de la región de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. Tesis de Maestría, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Justiniano, M.J. En revisión. Comportamiento fenológico de especies maderables en un bosque semideciduo pluviestacional de Santa Cruz, Bolivia. *Ecología y Conservación en Bolivia*.
- Killeen, T.J., E. García y S.G. Beck. 1993 (Editores). *Guía de Árboles de Bolivia*. Missouri Botanical Garden.
- Killeen, T.J., A. Jardim, F. Mamani, N. Rojas y P. Saravia. En revisión. A total quantitative floristic inventory of a 400 ha study site in the Chiquitano dry forest of eastern Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*.
- Navarro, G. 1995. Clasificación de la vegetación de Lomerío en el Departamento de Santa Cruz, Bolivia. Doc. Tec. 10, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Pinard, M.A. y J. Huffman. 1997. Fire resistance and bark properties of trees in a seasonally dry forest in eastern Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 19:727-740.
- Pinard, M., J. Putz, A. Jardim, D. Rumiz, R. Guzmán. En revisión. Ecological characterization of tree species to guide forest management decisions: An exercise in species classification in semi-deciduous forests of Lomerío, Bolivia. *Forest Ecology and Management*.
- Ramirez, N. and M.K. Arroyo. 1990. Variación espacial y temporal en la depredación de semillas de *Copaifera pubiflora* (Benth.) (Leguminosae: Caesalpinioideae) en Venezuela. *Biotropica* 19:32-39.



INDICE

	Página
INTRODUCCION.....	1
CLASIFICACION.....	3
Sinónimos.....	4
MORFOLOGIA.....	4
Forma del Tronco y la Copa .....	5
Corteza.....	7
Hojas.....	7
Flores.....	8
Frutos.....	8
Semillas.....	8
CARACTERISTICAS ECOLOGICAS.....	10
Distribución.....	10
Asociaciones Ambientales.....	12
Asociaciones Bióticas.....	12
Asociaciones con Especies Arbóreas.....	12
Historia de Vida.....	14
FloreCIMIENTO.....	14
Polinización.....	14
Dispersión de Semillas, Germinación y Establecimiento.....	15
Distribuciones Diamétricas.....	20
Crecimiento y Desarrollo.....	21



Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas

Reacción a la Competencia y Perturbación.....	22
Plagas y Patógenos	22
Hongos.....	22
Valor para la Fauna Silvestre.....	23
IMPLICACIONES PARA EL MANEJO.....	23
Regeneración y Requerimientos para la Sucesión.....	23
Recolección de Semillas y Almacenamiento.....	25
Valor Económico.....	25
Potencial para el Manejo Sostenible y Recomendaciones Silviculturales.....	27
BIBLIOGRAFIA.....	29

## Introducción

El curupaú -*Anadenanthera colubrina* (Vell. Conc.) Benth- es un árbol de características conocidas desde tiempos coloniales por sus usos y aplicaciones en diversas actividades. Entre los más importantes están la extracción de taninos para la curtiembre de cueros, su uso como combustible (leña), la elaboración de carbón vegetal y lejía (jabón natural), además de su utilización como material de construcción para viviendas rústicas. Debido a sus múltiples usos, pero esencialmente como fuente de leña, la población de esta especie en el área de influencia de la ciudad de Santa Cruz ha disminuido paulatinamente. Además de la creciente demanda, fruto del incremento poblacional y el requerimiento en algunas industrias, la especie se comercializaba en pequeña escala con un crecimiento del mercado proporcional al incremento poblacional. En Brasil, la especie es conocida comúnmente como “angico” con sus respectivas variaciones denominativas según la zona y en el Perú, como “vilco” (INIA-OIMT, 1996).

No fue hasta mediados de la década de los 90 que se iniciaron las actividades de extracción y comercio de esta especie, despertando el interés de diversos países por su considerable valor en el ámbito comercial. En Argentina, Paraguay y Brasil fue utilizada intensamente -generalmente para fines de construcción- hasta el punto de eliminarse grandes poblaciones y áreas boscosas en busca de este recurso maderable (Digilio y Legname, 1966 y Lorenzi, 1992).

Otro uso del curupaú es la constitución de sistemas agroforestales, debido a su rápido crecimiento sobre barbechos, su condición como fijador de nitrógeno y resistencia a los vientos fuertes. Posee taninos en todos sus órganos, lo que impide que sea consumido por el ganado (Saldías *et al.*, 1994) y por otra clase de folívoros pues se ha confirmado la presencia de compuestos



Forma de un fustal de curupaú. Se destacan, el tronco de color blanco y las hojas compuestas y pequeñas



cianogénicos (Stirton y Zarucchi, 1989). Hay que añadir, además, su capacidad de aparecer en claros del bosque, que por lo general reflejan perturbaciones temporales (Guzmán, 1997), siendo muy recomendable para la reforestación de áreas degradadas.

Hasta ahora no se han podido clasificar taxonómicamente las dos morfoespecies (curupaú blanco y curupaú negro o barcino) existentes en Santa Cruz, y de gran importancia desde el punto de vista maderero. Las morfoespecies tienen diferencias obvias en cuanto a calidad y disposición de las fibras de la madera se refiere, además del tipo de corteza y otras. Estas diferencias determinan la necesidad de reconocerlas para realizar un adecuado manejo y encarar correctamente su comercialización, ya que de acuerdo con las morfoespecies el tipo de madera variará y por ende su valor comercial.

## Clasificación

El curupaú forma parte de la Tribu Piptadenia, que pertenece a la familia Mimosoideae (Elías *et al.*, 1981). Antiguamente la especie fue parte de la familia Leguminosae, del orden Rosales de la subclase Roseidae (Cronquist, 1988). En Bolivia todavía se discute la clasificación de las variedades de curupaú existentes en el área, sobre todo de aquellas de importancia maderera. Diversos autores difieren en la determinación taxonómica del curupaú. Por ejemplo, Lewis (1987) reconoce dos especies de curupaú: *Anadenanthera peregrina* y *Anadenanthera colubrina*, con dos variedades o subespecies para la segunda, que son: *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* y *Anadenanthera colubrina* var. *colubrina*. Entonces, de acuerdo con esta clasificación, el curupaú negro correspondería a *A. colubrina* var. *cebil*; y el curupaú blanco a *A. colubrina* var. *colubrina*. Lorenzi (1992), clasifica al curupaú en dos especies diferentes, las

cuales corresponden (según criterio de los autores) al curupaú negro o barcino *A. macrocarpa* y al curupaú blanco *A. colubrina*. Lorenzi (1992) describe otra especie de las zonas del planalto Brasileño, *Anadenanthera falcata*, caracterizada por tener el fruto más pequeño en relación con las otras especies y además falcado. Esta especie correspondería a un sinónimo de *A. peregrina*. En la Argentina se han descrito dos variedades de *Piptadenia macrocarpa* Benth.: cebil colorado o cebil moro, que posee una corteza más rugosa y oscura, y cebil blanco con corteza lisa y más clara (Digilio y Legname, 1966). En conclusión, de acuerdo con Killeen *et al.*, (1993) hay 4 especies distribuidas en los trópicos y subtrópicos de América.

#### Sinónimos

En esta especie se conoce una gran cantidad de sinónimos, ya que las especies, variedades y formas son morfológicamente incipientes como para diferenciarlas fácilmente. A continuación se enumeran los principales sinónimos encontrados en la bibliografía sobre el tema: *Piptadenia Colubrina* (Vell. Conc.); *Piptadenia macrocarpa* Benth.; *Niopa macrocarpa* (Benth.) Britt y Rose; y *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.

## Morfología

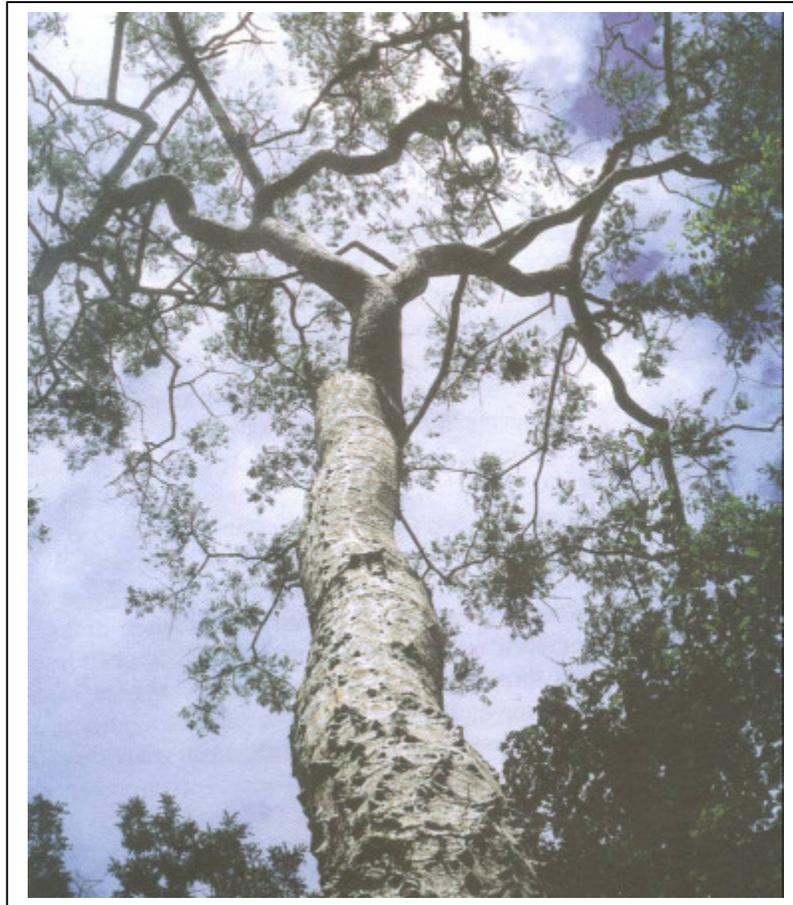
El curupaú es un árbol que generalmente ocupa el dosel del bosque, llegando hasta alturas de 25 m., convirtiéndose en dominante y codominante, y tornándose, en muchos, casos en emergente.

## Forma del Tronco y la Copa

El fuste se presenta generalmente recto, cilíndrico y raras veces cuadrilátero. La corteza es lisa o con ornamentaciones a manera de espinas no agudas y leñosas, según la variedad. Esta condición se manifiesta con mucha frecuencia en el curupaú negro y escasamente en el curupaú blanco. También se presentan erupciones sobre el tronco, comúnmente denominadas “mamelones” de forma elipsoide u orbicular, de tamaño, número y distribución variados; pero que no sobrepasan los 40 cm de diámetro y que son la manifestación de un hongo no determinado.

Por ser una especie exclusivamente heliófita, que generalmente forma parte del dosel arbóreo o puede ser emergente, la forma que adopte la copa de *A. colubrina* dependerá exclusivamente de la influencia de los árboles circundantes, ya que las hojas están adaptadas para recibir una elevada radiación solar y no prosperarían en la sombra. Las ramas no compiten con las de otros árboles próximos, sobre todo especies semi-siempreverdes, si no que crecen más rápido que sus “competidores” hacia los claros disponibles; lo cual sucede en bosques semidecíduos y secos. Por ejemplo en la zona de Lomerío, en 47 árboles observados la forma adoptada generalmente fue entre irregular, asimétrica y alargada, con porcentajes de presencia parecidos, pero menor porcentaje de ejemplos con forma alargada (25.5 %). Entonces la forma de la copa, por las condicionantes de su entorno vegetal, es variable. En condiciones donde la copa es dominante o emergente, ésta se torna entre irregular e irregular redondeada. Sin embargo, la forma redondeada es muy escasa, con un porcentaje de presencia de sólo 2.1 %.

De acuerdo a un estudio realizado en Las Trancas, Lomerío, con una muestra de 50 árboles, el área de la copa se relaciona con el tipo de hábitat. En dicho estudio, en el bosque de altura se obtuvo un área de copa 111.4



El curupaú ocupa posiciones dominantes y co-dominantes en el dosel del bosque. Se pueden observar las escamas del tronco, que caracterizan a la especie.



m<sup>2</sup>, y en el bosque de quebrada y fondo de ladera dicha medida correspondió a 59.5 m<sup>2</sup>. El área de la copa puede estar determinada por la competencia, con áreas más grandes donde hay menos árboles competidores. Esta condición se da en el bosque de quebrada, donde el curupaú no se manifiesta con densidades altas y presenta un área de copa mucho menor con respecto a los árboles del bosque de altura.

### Corteza

La corteza externa suele ser negruzca a grisácea, muchas veces lisa, con ornamentaciones o protuberancias leñosas mayormente presente en individuos jóvenes. En curupaú blanco las ornamentaciones son casi imperceptibles en la mayor parte de los casos. La corteza presenta también “mamelones” en forma de erupciones dispuestas de forma irregular y en número variable. En el curupaú negro las protuberancias o rugosidades se disponen desde la base y con mayor intensidad hacia la parte superior. La corteza interna es anaranjado-rosada, laminar, sin savia o látex, y sin olor ni sabor fuerte y característico. El grosor total de la corteza es de 2-2.5 cm.

### Hojas

Hojas compuestas dispuestas en espiral, bipinadas de 10-12 cm de largo, con aspecto de plumas, compuestas de 18 a 20 pares de pinas opuestas, cada una formada por 30 a 60 folíolos finos, sésiles de 0.3-0.4 cm de largo, opuestos, lineares, ápice agudo, base asimétrica, margen entero y pubescente. Raquis y raquillas pubescentes o casi glabros, con una glándula alargada y prominente de color rojo característico en la cara superior del pecíolo, además de otros presentes en la inserción de los dos o tres pares de pinas terminales. Las ramas no tienen espinas (Killeen *et al.*, 1993).

### Flores

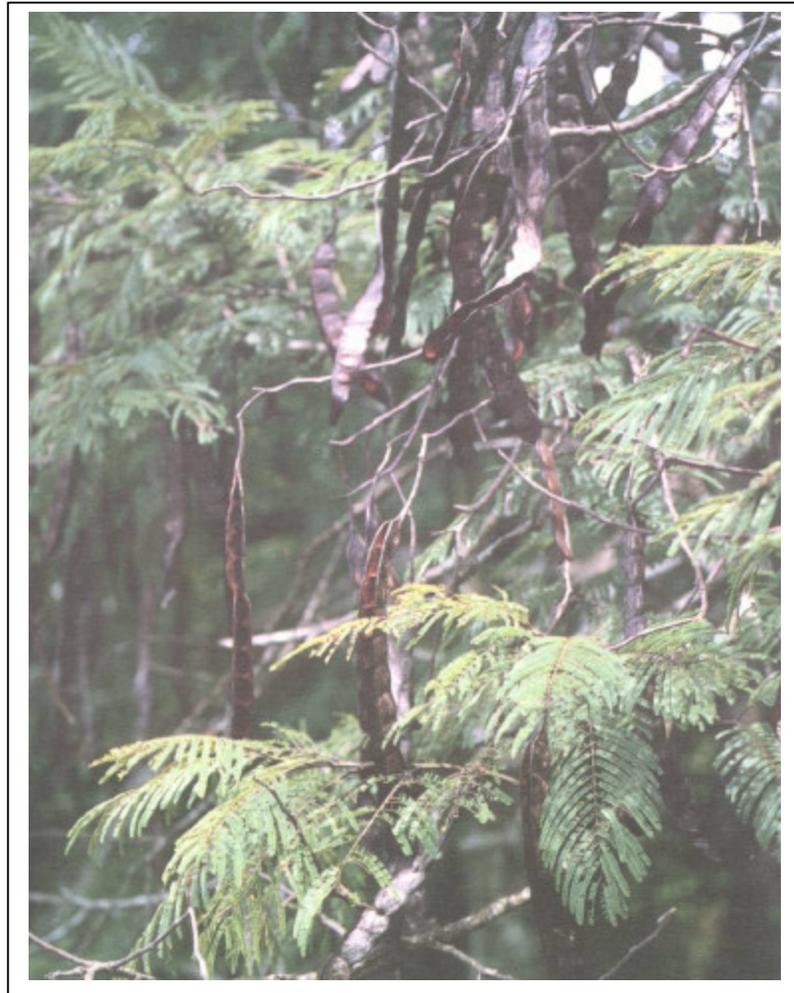
Inflorescencia blanco amarillenta dispuesta en cabezuelas globosas axilares o terminales de 1.5- 2 cm de diámetro. Los pedúnculos son de 2.5-3.0 cm. de largo y pubescentes. Las flores son hermafroditas, actinomorfas y sésiles. El cáliz y la corola son acampanados, con 5 lóbulos triangulares. Los estambres son 10, con filamentos libres y exertos. El ovario es súpero y oblongo.

### Frutos

El fruto es una vaina larga algo angosta, achatada, entre coriácea a leñosa de color castaño oscuro de 10-25 cm y 1.5-3 cm de ancho; presenta un borde ondulado que se ensancha entre las divisiones de cada semilla.

### Semillas

Las semillas son discoides, aplanadas, coriáceas, de color café-negrusco, lustrosas, de 1.5-2.2 cm de diámetro y de 1-2 mm de ancho con pequeñas estrías dispuestas paralelamente o de manera dendroide en ambos lados de la cara. Las semillas están en vainas o legumbres leñosas, secas, aplanadas, dehiscentes de 10 a 30 cm de largo y hasta 2 cm de ancho, de color café-brillante, de borde ondulado y simétrico en ambos lados. El número de semillas por vaina oscila entre 8 y 15. El diámetro promedio de las semillas es de 13.6 mm, con un rango entre 10-29 mm; y el ancho promedio es de 1.85 mm, con un rango entre 1.5-2.5 mm.



En la mayoría de los casos, los frutos vacíos permanecen en la planta una vez dispersadas las semillas.

## Características Ecológicas

### Distribución

El género *Anadenanthera* está distribuido según Lewis (1987) en las áreas tropicales y subtropicales de América, con 2 especies. *Anadenanthera colubrina* se presenta desde el norte de Argentina en las provincias de Misiones, Jujuy, Tucumán, Salta, Corrientes, Catamarca y Santiago del Estero (Digilio & Legname, 1966); centro del Perú; centro, este y sur de Bolivia; noroeste de Paraguay; en Brasil en los estados de Bahía, Paraná, Río de Janeiro y Sao Paulo. *Anadenanthera peregrina* está distribuida en las zonas más altas, tales como los bosques estacionales deciduos y semideciduos de altura en el norte de Sudamérica. En Bolivia se encuentran las dos especies, de acuerdo con la clasificación de Lewis (1987). *Anadenanthera peregrina* tiene un área de distribución restringida que abarca las zonas de los yungas y pie de monte del norte de La Paz. *Anadenanthera colubrina* tiene un rango de distribución más amplio, que comprende los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca, Beni y Tarija (INIA-OIMT, 1996) y que cubre casi todas las áreas del bosque de pie de monte en las zonas con mayor estacionalidad (M. Nee, com. pers.). *A. colubrina* se presenta en bosques deciduos y semideciduos, tanto de llanura como de serranía o altitud (Nee, 1998), en bosques pluviestacionales semideciduos de las zonas bajas (Guzmán, 1997) y bosque serrano chaqueño o de valles interandinos (Viscarra y Lara, 1992; Torrico *et al.*, 1997). La especie no se registra en el bosque húmedo de llanura aluvial ni amazónico; pero sí en el bosque húmedo templado (Terán, 1997; Viscarra y Lara, 1992) y se manifiesta con poca incidencia, en pequeñas manchas aisladas, en el bosque del Escudo Precámbrico.

*Anadenanthera colubrina* crece en bosques de transición, de tipo subhúmedo a seco, y en bosques latifoliados semideciduos y en bosques mesófilos del Cerrado (Stirton y Zarucchi, 1989). La especie domina relativamente en bosques como el semideciduo chiquitano y seco deciduo de llanura pero muestra poca presencia en el sector del bosque seco chaqueño, con mayor presencia en el serrano chaqueño (Navarro, 1997) y en algunas comunidades del bosque de llanura de Oquiriquia. También se la encuentra en el bosque húmedo templado en Chuquisaca (Terán, 1997). Prospera bien en climas con marcada estacionalidad de las precipitaciones (pluviestacionalidad) en diferentes clases de suelo.

La especie posee un rango de altitud entre los 400-1600 m.s.n.m. (Lewis, 1987), pero se presenta en altitudes menores. Como ejemplo se puede mencionar la zona de Yapacaní y Santa Rosa, cuya altitud oscila entre los 220-350 m.s.n.m. Cabe resaltar que a medida que la altitud se incrementa la densidad y la presencia del curupaú decrecen, lo que es fácilmente apreciable mientras se recorre la antigua carretera Santa Cruz-Cochabamba. En el bosque subhúmedo deciduo del sureste de Amboró se manifiesta hasta los 900 m, existe una alta densidad (Navarro *et al*, 1997). Lo contrario sucede en el bosque subhúmedo-húmedo semideciduo del sureste de Amboró, en el cual se observa una menor presencia de curupaú en los lugares menos intervenidos (M. Nee, com. pers.). Se discute la presencia de una tercera especie, la cual sería una de las morfoespecies del curupaú de Chiquitos que actualmente se conoce como *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* o en su caso *Anadenanthera macrocarpa*.

## Asociaciones Ambientales

El curupaú se encuentra con mayor frecuencia en bosques, por lo general, nuevos o que han sufrido perturbaciones temporales. Por ser una planta pionera y extremadamente heliófita, sus requerimientos de iluminación son altos (Guzmán, 1997). Se denota esta preferencia, por lo menos, en los primeros estadios del desarrollo. De adaptabilidad a barbechos y claros, se presenta asimismo (individuos maduros) en bosques densos, poco maduros, asociados a suelos arcillosos y fértiles, tales como las zonas de afloramientos basálticos (Lorenzi, 1992); sobre todo en terrenos altos bien drenados, a menudo en comunidades densas o más bien agrupadas.

En Lomerío, el curupaú es dominante en condiciones topográficas de altura como cimas, laderas altas y pendientes, con respecto a otras condiciones topográficas tales como fondos de ladera, bajíos y arroyos. Según INIA-OIMT (1996) el curupaú se encuentra sobre topografía variable.

## Asociaciones Bióticas

### Asociación con Especies Arbóreas

En un muestreo realizado en Las Trancas, Lomerío, se tomaron en cuenta los cuatro árboles (con un dap >15 cm) más próximos de curupaú y otras especies, con relación a 50 individuos registrados de curupaú. Posteriormente, se establecieron proporciones, para cada especie, entre los árboles cercanos a los registrados y los árboles del bosque en general. Este procedimiento permitió determinar si existen relaciones positivas o negativas entre el curupaú y otras especies de árboles, las cuales se muestran en el Cuadro 1. Un dato muy interesante es la



asociación positiva que existe entre el curupaú y las especies de ciertos hábitats, como por ejemplo bosques de quebrada y bajíos. Un ejemplo de dicha relación es la asociación positiva con *Aspidosperma cylindrocarpon* y *Luehea paniculata*, lo cual es interesante ya que el curupaú es más abundante en bosques de altura, donde incluso es dominante. Con respecto a la asociación entre la misma especie, ésta no manifiesta una asociación positiva ni negativa, lo que permite asegurar que en áreas que no han estado sujetas a alteraciones, la distribución generalmente se presenta de manera aleatoria o dispersa, aunque nunca con distancias de separación considerables entre individuos. En Lomerío, la especie no muestra una asociación intraespecífica positiva, sin embargo se ha observado en otros bosques (La Chonta y Oquiriquia) que el curupaú se encuentra restringido a ciertos hábitats especiales, donde puede encontrar una asociación intraespecífica positiva.

**Cuadro 1.** Especies asociadas positiva o negativamente con respecto a árboles de curupaú maduros (dap >15) encontradas en el bosque chiquitano de Lomerío. El índice de asociación es igual al índice observado vs. el esperado. Cuando IA > 1 existe una asociación positiva. Cuando IA es < 1, existe una asociación negativa. Cuando IA = 1 no existe asociación ni positiva ni negativa de las especies con el curupaú.

Asociación específica positiva	IA	Asociación específica negativa	IA
<i>Luehea paniculata</i>	30.5	<i>Aspidosperma pyriformium</i>	0.1
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	7.6	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	0.2
		<i>Gallesia integrifolia</i>	0.2

## Historia de Vida

### Floración

La floración generalmente se manifiesta al final de la época seca e inicio de la húmeda, entre octubre y noviembre (Justiniano, en revisión), cuando ocurre la foliación después de un período (por lo general) caducifolio, posterior a las primeras precipitaciones; comportamiento semejante ha sido observado por Machado y Barros (1997) en la Caatinga brasileña y por Digilio y Legname (1966) en Tucumán, Argentina. El curupaú se caracteriza por el intenso olor que desprenden sus flores para atraer a los polinizadores. Pese a que este carácter es anual, la intensidad varía de un año a otro, además de la viabilidad de las flores para la producción de frutos. Esto, según Justiniano (en revisión), está condicionado por la disponibilidad o más bien por la distribución temporal e intensidad de las precipitaciones en esta etapa. Es decir que, después de una considerable precipitación propicia para estimular la floración no debe haber lluvia durante el proceso de polinización, probablemente por un espacio de tres semanas o un mes (Justiniano, en revisión).

### Polinización

De acuerdo a las características florales del curupaú, se deduce que la polinización se efectúa a través de abejas. Las flores son visitadas por especies de la familia Apidae, en su mayoría por individuos de la especie *Apis mellifera*, que extraen el néctar para la elaboración de la miel (Torrico *et al.*, 1997), razón por la cual el curupaú es importante como fuente de materia prima para las abejas.

### Dispersión de Semillas, Germinación y Establecimiento

Los frutos que se han formado después de la floración, a finales de octubre y principios de noviembre, tardan 10 meses en desarrollarse hasta su diseminación. Las semillas empiezan a caer al suelo en agosto y durante este mes, septiembre y sobre todo octubre, se observan los picos de maduración de los frutos y la lluvia de semillas (Justiniano, en revisión). Las semillas salen por la dehiscencia de la vaina, la cual se abre por una de sus suturas, y se precipitan al suelo por gravedad. Se encuentra el mayor número de éstas en el área de influencia de la copa, con una densidad promedio de 10.5 semillas/m<sup>2</sup>. El viento ayuda a la diseminación, a relativamente poca distancia, impulsando las semillas gracias al movimiento de los frutos. No se ha determinado aún el diámetro mínimo de madurez en el cual los árboles empiezan a producir frutos, puesto que existen diferencias entre individuos que crecen en condiciones de bosques no intervenido y aquellos que se desarrollan en bosques alterados, tales como barbechos formados por caminos y chacos abandonados. El árbol de menor tamaño con frutos registrado en Lomerío tiene 23 cm de dap.

Fuentes (1996) determinó que en Lomerío el curupaú presenta un promedio regular de brinzales por hectárea, que oscila entre 11 y 40. Estos datos sólo reflejan el resultado de anteriores fructificaciones, puesto que la intensidad de éstas condiciona la cantidad de futuros brinzales en la próxima época de germinación, en este caso en la época húmeda. La cantidad de brinzales variará en función de la fructificación, pese a que algunos selectores y depredadores influyen sobre aquélla. La com-



Regeneración reciente de curupaú.



probación se estableció en noviembre de 1997 en la misma zona, pero con diferentes condiciones ambientales. Esta vez, el menor promedio (600 individuos/ha) se encontró en claros y el mayor (29000 individuos/ha) en patios de acopio (Fredericksen *et al.*, en revisión), datos que sobrepasan a los mencionados por Fuentes (1996). Aparentemente, la regeneración de curupaú varía mucho de un año a otro, con pulsos de fructificación muy altos en algunos años.

En una medición realizada en noviembre de 1997, en Las Trancas, Lomerío (Fredericksen *et al.*, en revisión), se determinó que la presencia de brinzales depende del tipo de perturbación del suelo en áreas aprovechadas. Las densidades más altas de brinzales se registraron en patios de acopio ( $11.89/m^2$ ) y en caminos principales de extracción de madera ( $4.3/m^2$ ) (Cuadro 2). Entre la primera y segunda clase de perturbaciones no existe una diferencia significativa; sin embargo, entre las dos primeras y el resto (claros, áreas sin perturbación, y caminos secundarios) sí la hay (Cuadro 2). En otra medición efectuada en la misma zona en marzo de 1998, después de cuatro meses de lluvia, se obtuvieron resultados diferentes en algunas de las proporciones y densidades. Por ejemplo, los caminos de extracción ya no mostraban diferencias significativas con respecto a los patios y caminos principales. Los resultados permiten afirmar que las alteraciones ocasionadas por la extracción maderera favorecen la regeneración y parcialmente el establecimiento de las plántulas de curupaú. Lo contrario sucede en el bosque no alterado y poco alterado, donde se observa muy poca regeneración en relación a las áreas intervenidas (Cuadro 2).



**Cuadro 2.** Datos comparativos de regeneración en brinzales de curupaú según el tipo de alteración y obtenidos en épocas distintas. Los números con letras iguales no son diferentes a  $p < 0.05$  según la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

Grado de alteración	N°/m <sup>2</sup> (oct.1997)		N°/m <sup>2</sup> (mar.1998)	
Patios de acopio	11.89	A	21.44	A
Caminos principales	4.33	AB	16.67	AB
Caminos de extracción	0.33	B	15.89	ABC
Claros	0.33	B	8.22	BC
Bosque no intervenido	0.33	B	4.56	C

No sólo la cantidad de semillas producidas cada año, sino también el tipo de alteración ocasionada, determinará una mayor o menor regeneración natural en el bosque, además de que los datos obtenidos también pueden variar según el año y la época en que se registren.

Las proporciones de presencia de curupaú en barbechos, en este caso chacos abandonados, han sido estudiadas por Kennard (1998). En dicho estudio, se observa la sucesión de los árboles de acuerdo a las clases diamétricas planteadas por Killeen et al. (en revisión) y la densidad por ha con diferentes tiempos de abandono. En los primeros años, es decir hasta los 10 años, la regeneración natural de brinzales y latizales es alta. Posteriormente, la presencia de plantines disminuye paulatinamente a medida que el bosque madura y el dosel arbóreo crece en altura y copa la mayor parte de los claros disponibles. Lo inverso ocurre con la aparición de fustales mayores, los cuales muestran un ascenso proporcional con respecto a los brinzales y a las clases diamétricas menores a partir de los 5 años.

La depredación en el curupaú se produce, por lo general, en dos etapas claramente diferenciadas. Antes de la dispersión, las semillas son depredadas por un coleóptero y atacadas por hongos. Los principales depredadores son hormigas del género *Atta* y en menor grado roedores. Los venados (*Mazama gouazoubira*) son herbívoros que causan daños significativos a la regeneración de plantas menores a 1 m en altura (D. Kennard, com. pers.).

La capacidad de germinación del curupaú es alta (Figura 1), tal como lo demuestran varios estudios. En las semillas provenientes de Las Trancas, Lomerío, se obtuvo un porcentaje de 82% de germinación a los 17 días de comenzado el experimento. Este resultado es muy similar al publicado por Lorenzi (1992), quien obtuvo un 80%. La tasa de germinación también es alta, alcanzando un 68% a los tres días de sembradas las semillas. Pinard (datos no publicados) logró el 100% de germinación. A pesar de tener un alto porcentaje de germinación, la supervivencia en condiciones naturales no es alta (Fredericksen et al., en revisión) pues sólo el 32 % sobrevivió después de un mes, otro 6.5% fue defoliado total o parcialmente por *Atta* sp. y un 5.8% sucumbió por la sequía. Un pequeño porcentaje de las semillas mostró señales de depredación, algunas a través de pequeños

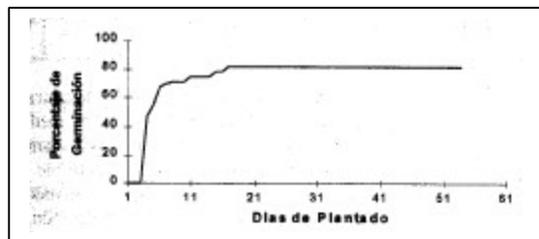


Figura 1. Porcentajes de germinación vs. Días de plantío en *Anadenanthera colubrina*



agujeros perforados por cierto tipo de larva de coleóptero y otras por marcas producidas por roedores (Fredericksen et al., en revisión), y un 36.3% de las semillas desapareció.

### Distribuciones Diamétricas

En el área que cubre el bloque de manejo LT 95', Killeen (en Fuentes, 1996) encontró por medio de un censo 7.9 árboles/ha >20 dap, lo que coincide con los resultados obtenidos por Pinard *et al.*, (1996).

Asimismo, Guzmán (1997) encontró distribuciones diamétricas en bosques primarios y con cierto grado de intervención, obteniendo resultados que demuestran que existe mayor regeneración en áreas intervenidas con respecto a bosques en condiciones aún naturales. Esto no sucede en las clases diamétricas mayores, donde los fustales poseen mayor densidad en el bosque no alterado.

**Cuadro 3.** Número de ejemplos de curupaú de acuerdo a las distribuciones diamétricas en Santa Anita (bosque intervenido) y Las Trancas (bosque no intervenido) en Lomerío (Guzmán 1997).

Especie	B. no In.	B Inter.	B no In.	B. Inter.	B. no In.	B. Inter.	B. no In.	B. Inter.
	Brinzal	Brinzal	Lat. bajo	Lat. bajo	Lat. alto	Lat. alto	Fustal	Fustal
Curupaú	50.9	555.2	13.4	104.7	7.8	24.3	11.8	30.6

En el bosque chiquitano se encuentran individuos de acuerdo a tres tipos de bosque: alto, mediano y bajo. En el bosque bajo y mediano, las clases diamétricas menores son más representativas en número de individuos con respecto a los de mayor diámetro, tomando en cuenta a los individuos mayores a 20 cm. de dap. Sin embargo, en el bosque alto, que se supone es más maduro, ocurre lo inverso. El número de individuos es siempre superior en el bosque alto, pese a tener menos representantes en los diámetros menores en relación con el bosque bajo y aún menos en el bosque medio. Por lo tanto, el área basal se presenta de la misma manera.



Terán (1997) encontró en el bosque húmedo templado un promedio de 530 árboles de curupaú por hectárea donde (junto con otras 3 especies) se mantenía dominante con un 35% del número total de individuos. La abundancia, entonces, correspondía al 8.9 % del total de los árboles 10 cm de dap/ha y un número de 47.20 individuos/ha. Además, el área basal fue de 1.75 m<sup>2</sup>/ha y el volumen de 6.51 m<sup>3</sup>/ha.

#### Crecimiento y Desarrollo

Los resultados obtenidos por Carvalho (1991) en pruebas de laboratorio muestran que después de cinco meses de suspensión de suplemento hídrico las plantas continuaron con un contenido considerable de humedad en el sistema tuberoso. Aún cuando la humedad de suelo era demasiado baja, además se observó un crecimiento radicular con una proporción de 3:1 con respecto al tallo, en condiciones de baja humedad a diferencia de 1:1 en plantas con suelo húmedo. Estas observaciones demuestran que el curupaú sobrevive en suelos sujetos a estrés hídrico por períodos relativamente largos, lo que le permitiría sobrevivir bajo condiciones naturales en la época seca tal como sucede en su hábitat.

Según los estudios de Carvalho (1991), en *Anadenanthera macrocarpa* la disminución de la disponibilidad del agua tiene un efecto acentuado en el crecimiento del área fotosintética. Esto se nota en plantines con buena disponibilidad hídrica, en los cuales el área foliar y el número de hojas aumentan progresivamente. Estas observaciones se repiten en otras especies.

## Reacción a la Competencia y Perturbación

El curupaú es una especie de requerimiento lumínico alto, es decir, es heliófita, tal como la clasifican Pinard *et al.*, (1996) y Guzmán (1997). Crece con mayor frecuencia en áreas con alteraciones, tales como caminos, claros, rodeos, etc. y en menor proporción en lugares con evidencias recientes de incendios, y en una mínima proporción en lugares sin ningún tipo de perturbación. Esta especie responde mejor, desde el punto de vista de regeneración, a las alteraciones ocasionadas por la explotación forestal.

## Plagas y Patógenos

La infestación por lianas no es muy frecuente en árboles de curupaú y corresponde sólo a un 8.5 %; en esta fracción es más frecuente encontrar individuos, generalmente maduros, infestados por güembé (*Philodendron esculentum.*).

## Hongos

La presencia de hongos se evidencia claramente por las erupciones en forma de abultamientos convexos, cilíndrico-helicoidales, con estrías que se presentan en la parte media-superior del abultamiento sobre la corteza del tronco o ramas, comúnmente denominados como “mamelones”. El número de éstos y su disposición varían entre individuos, pero generalmente se observa mayor intensidad en el fuste.

A nivel de las raíces, se evidencia la presencia de plantas parásitas como *Lophophytum* sp. de la familia Balanophoraceae, que es más visible en la época húmeda debido al afloramiento de la inflorescencia en el suelo.



## Valor para la Fauna Silvestre

El curupaú no es una especie apetecible para el consumo de sus frutos o semillas por parte de los vertebrados. Por ello, su importancia radica en el aprovechamiento de sus flores como materia prima para las abejas en la elaboración de miel (Saldias et al., 1994) aunque a causa de la estacionalidad de la floración esté presente por un corto período. Solamente Aguape (1998) encontró pocas (3) semillas de curupaú en un estómago de zorro (*Cerdocyon thous*), pero se asume que fue un hecho accidental. En cuanto a las hojas como fuente alimenticia para la fauna menor (insectos), éstas no son apetecibles, pues contienen una gran concentración de taninos, inclusive en las hojas tiernas. Se ha observado al mono leoncito (*Callitrix argentata*) consumiendo resina a través de incisiones realizadas en los troncos y ramas de curupaú en una pequeña comunidad en Oquiriquia (Sainz, 1997).

## Implicaciones Para el Manejo

### Regeneración y Requerimientos para la Sucesión

Al ser una especie estrictamente heliófita, las alteraciones ocasionadas por el aprovechamiento forestal tales como claros, caminos, etc. benefician considerablemente la regeneración; hecho comprobado en Lome-río (Fredericksen *et al.*, en revisión), lo que no quiere decir que los plantines observados llegarán a ser en el futuro árboles forestalmente aprovechables. Este hecho despierta cierta incertidumbre sobre el plan de manejo ideal para esta especie, sobre todo en la región de Lome-río. El Curupaú aparentemente requiere perturbaciones para su regeneración, las cuales aumentan la cantidad de



En años de buena dispersión de semillas, la regeneración de curupaú se asemeja a una alfombra en las áreas donde se han producido disturbios del suelo.



luz y eliminan la competencia de otras plantas. Estas condiciones no se presentan en claros pequeños formados por la caída natural de árboles y el aprovechamiento. La regeneración se produce solamente en lugares bien iluminados y sin competidores, tales como áreas quemadas, caminos de extracción y patios de acopio. Los árboles pequeños de curupaú rebrotan y crecen rápidamente después de la corta o quema. El rebrote es un mecanismo importante de la especie para su sobrevivencia a las perturbaciones.

### Recolección y Almacenamiento de Semillas

La colecta de semillas debe realizarse al finalizar la época seca, antes de que se manifiesten intensamente las precipitaciones en septiembre y principios de octubre. La recolección es sencilla, ya que sólo basta reconocer el árbol, que generalmente produce una buena cantidad de semillas. Estas se encuentran con mayor frecuencia en el área de influencia de la copa con respecto al suelo y su tamaño es considerable, lo que las hace fáciles de observar.

### Valor Económico

La forma del tronco, como en todas las especies comerciales, juega un papel importante. El curupaú tiene un problema que influye negativamente sobre la calidad de la madera, y es la presencia de “mamelones”. En general, el fuste tiene forma cilíndrica y eventualmente cuadrilátera. Sus dimensiones, en cuanto a diámetro y altura media, son de regulares a buenas; sin embargo, la presencia de los “mamelones” en el fuste, causada por el ataque de hongos, disminuye la calidad de la madera, reduciendo considerablemente el volumen aprovechable de las troncos. El valor de la especie ha aumentado gracias al

mayor conocimiento que existe actualmente en los mercados nacionales e internacionales.



Tronco de curupaú recién cortado. Se destaca la madera de color naranja.

## Potencial para el Manejo Sostenible y Recomendaciones Silviculturales

El curupaú se ha convertido en una especie con alto potencial para el manejo forestal sostenible, que por sus cualidades tiene mayores ventajas con respecto a las demás especies, ya sean éstas tradicionales o nuevas. Entre las principales están su factibilidad de comercialización en el mercado actual, su alta tasa de regeneración en lugares aprovechados o alterados, su fácil adaptación a terrenos degradados y su rápido crecimiento. Las posibilidades de manejo sostenible del curupaú se acentúan por su tendencia a presentarse con altas densidades en muchos tipos de bosque. Por ejemplo, en los bosques semi-decíduos del departamento de Santa Cruz, el curupaú representa casi un 20% del área basal de los bosques maduros. Aún en zonas donde la especie es menos abundante, ésta tiende a aparecer en manchas, con gran abundancia, dentro de ciertos hábitats. Esta abundancia permite el aprovechamiento sin las precauciones normales de conservación de las distribuciones diamétricas y preservación de los árboles semilleros que normalmente constituyen un problema para el aprovechamiento de especies más raras.

Otra ventaja para el manejo sostenible del curupaú es su adaptabilidad a los disturbios. Ciertas alteraciones creadas por el aprovechamiento forestal parecen favorecer la regeneración de esta especie, por lo menos en las etapas tempranas. La capacidad de la especie para rebrotar después de la corta, como se evidencia en áreas desboscadas para caminos forestales o en los claros creados por el aprovechamiento, permite que ésta crezca rápidamente por sobre la vegetación competitiva y vuelva a colonizar dichas áreas. La regeneración de plantines también coloniza rápidamente las zonas de las que se ha eliminado la vegetación competitiva, tales como patios de acopio y caminos madereros.



Debido a que el curupaú es una especie adaptada a los disturbios, es esencial que las personas a cargo del manejo forestal ajusten los sistemas silviculturales de uso actual en el país, si se desea mantener o mejorar sus existencias. El enfoque tradicional de extracción en claros de un solo árbol probablemente causará el fracaso de la regeneración del curupaú, con la consiguiente disminución de abundancia en futuras rotaciones (Fredericksen et al. 1998). Para aumentar la disponibilidad de luz para la especie, se sugiere que el aprovechamiento se lleve a cabo en manchas, cortando los árboles adyacentes dentro de cada área. Los sistemas de selección por grupos y corta en fajas aumentarían la disponibilidad de luz para la regeneración del curupaú. Además, también podrá ser necesario el uso de tratamientos de control de vegetación posteriores al aprovechamiento, con el fin de evitar la supresión de la regeneración del curupaú debido al crecimiento de otra vegetación competidora. Esto es especialmente importante en áreas con alta densidad de bejucos. Debido a que el curupaú pareciera colonizar y dominar áreas donde se han producido incendios, las quemadas controladas de claros, posteriores al aprovechamiento, podrán ser un instrumento útil para la regeneración de la especie. Es importante que las quemadas se efectúen inmediatamente antes de la dispersión de semillas, para evitar así la destrucción por el fuego de las semillas, germinadas o por germinar, de esta especie. Existe la posibilidad de que la parte superior de los brotes jóvenes sea destruida por el fuego, pero ésta rebrotará a partir de los sistemas radiculares ya formados. Aparte del fuego, el control manual de maleza es otra alternativa para aumentar la regeneración. Los encargados del manejo forestal deberán aprovechar también la ventaja que ofrece la ausencia de vegetación competidora en los patios de acopio y caminos forestales, dejando árboles semilleros cerca de dichas áreas.

## Bibliografía

- Aguape, R. 1998. Frutos del Bosque Ribereño de Lomerío y su Importancia para la Fauna Silvestre, Santa Cruz-Bolivia. Tesis de grado en revisión, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- Carvalho, D. 1991. Crecimiento de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae-Mimosoideae) Phytón: 52:51-62.
- Cronquist, A. 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants. The New York Botanical Garden, New York-U.S.A.
- Digilio, A. P. and P.R. Legname. 1966. Los Arboles Indígenas de Tucumán. Opera Lilloana XV. Tucumán, Argentina.
- Elias, T.S., R.H. Polhill, y P.H. Raven. 1981. Advances in Leguminosae Systematics. Part I. Royal Botanical Garden, Kew, London, England.
- Fuentes, J. 1996. Determinación de los diámetros mínimos de corta de las especies comerciales en los bosques comunales de la zona de Lomerío. Tesis de grado, U.A.G.R.M, Santa Cruz, Bolivia.
- Fredericksen, T.S., B. Mostacedo, y D. Kennard. 1998. ¿La vegetación competitiva inhibe la regeneración de los bosques Bolivianos? Bolet. BOLFOR 13:6-7.
- Fredericksen, T.S., M.J. Justiniano, B. Mostacedo, D. Kennard, y L. McDonald. Comparative seed ecology of three leguminous timber tree species in a Bolivian dry forest. En revisión. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Guzmán, R. 1997. Caracterización de Especies Forestales en Gremios Ecológicos en el Bosque Subhúmedo Estacional de la Región de Lomerío Santa Cruz, Bolivia. Tesis M. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 59 pp.
- INIA-OIMT. 1996. Manual de Identificación de Especies Forestales de la Subregión Andina. INIA. Lima, Perú. pp. 306.
- Justiniano, J. En revisión. Fenología de Arboles Forestales y Frutales en el Bosque Semideciduo Chiquitano de

- Lomerío, Santa Cruz. Ecol. Cons. Bol.
- Kennard, D. 1998. Aspectos prometedores de las quemadas controladas en los bosques Bolivianos. Bolet. BOLFOR 13:8-9.
- Killeen, T., S. Beck, y E. García. 1993. Guía de Arboles de Bolivia. Editorial del Instituto de Ecología U.M.S.A. La Paz- Bolivia. 958 pag.
- Killeen, T.J., A. Jardim, F. Mamani, N. Rojas y P. Saravia. Bajo revisión. A total quantitative floristic inventory of a 400 ha study site in the Chiquitano dry forest of eastern Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*.
- Lewis, G. P. 1987. Legumes of Bahia. Royal Botanical Garden. Kew. Pag. 119-120.
- Lorenzi, H. 1992. Arvores Brasileiras. Editorial Plantarum Ltda. Sao Paulo, Brasil. Pp. 172, 174, 196.
- Machado, I. C. y L.M. Barros. 1997. Phenology of Caatinga Species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotrop*. 29: 57-68.
- Nee, M. 1998. Lista de Plantas del Parque Nacional Amboró, Santa Cruz - Bolivia. En revisión.
- Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. *Rev. Bol. Ecol. Cons. Amb.* 2:3-37.
- Pinard, M. A., R. Guzmán, y J. Fuentes. 1996. Clasificación de las especies arbóreas en gremios ecológicos en la zona de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia.
- Sainz, L. 1997. Censo de Primates en un Area de Explotación Forestal en el Bajo Paraguá. Tesis, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- Saldías, M., R. Quevado, R., B. García, A. Lawrence, y J. Johnson. 1994 Guía para el Uso de Arboles en Sistemas Agroforestales para Santa Cruz, Bolivia. C.I.A.T. 189 pp.



- Stirton, C. y J.L. Zarucchi, J. L. 1989. Advances in Legume Biology. Monogr. In Systematics Botany 29. Missouri Botanical Garden, Chicago, USA.
- Terán, J. R. 1997. Diseño de una Red de Parcelas Permanentes de Manejo Forestal en un Bosque Húmedo Templado de Chuquisaca, Bolivia. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pag. 68 y 103.
- Torrice, G., L. Rea L., y S. Beck. 1997. Estudio sobre los Arboles y Arbustos Nativos de Uso Múltiple en los Departamentos de Cochabamba y Chuquisaca. PROBONA. Cochabamba, Bolivia.
- Viscarra, S. y R. Lara. 1992. Maderas de Bolivia. Cámara Nacional Forestal-CUMAT. Santa Cruz, Bolivia.