

***ANÁLISIS DE LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE DOS  
TRATAMIENTOS SILVICULTURALES APLICADOS EN UN  
BOSQUE DE LA TRANSICIÓN CHIQUITANA-AMAZÓNICA***

Documento Técnico 134/2003

**Autores**

**Kristen Evans**

Cuerpo de Paz

**Marielos Peña-Claros**

**William Pariona**

Instituto Boliviano de Investigación Forestal

Contrato USAID: 511-C-00-93-00027

Chemonics International Inc.

USAID/Bolivia

Diciembre, 2003

Objetivo Estratégico de Medio Ambiente (USAID/Bolivia)

***Análisis de los Costos y Beneficios  
de dos Tratamientos Silviculturales  
Aplicados en un Bosque de la Transición  
Chiquitana-amazónica***

***Proyecto de Manejo  
Forestal Sostenible  
BOLFOR***

Cuarto Anillo  
esquina Av. 2 de Agosto  
Casilla 6204  
Teléfonos: 3-480766 – 3-480767  
Fax: 3-480854  
e-mail: [bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo](mailto:bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo)  
página web: <http://bolfor.chemonics.net>

Santa Cruz, Bolivia

---

## Tabla de Contenido

SECCION I	INTRODUCCIÓN	I-1
	A. La Corta de Bejuocos en AFCs	I-1
	B. El Mercado de Arboles de Futura Cosecha	I-2
SECCION II	METODOS	II-1
	A. Zona de Estudio	II-1
	B. Método: Análisis de Costos y Beneficios	II-1
	C. Método: Corta de Bejuocos	II-3
	D. Método: Mercado de AFCs	II-4
	E. Método: Escenario	II-5
SECCION III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	III-1
	A. Corta de Bejuocos	III-1
	B. Mercado de AFCs	III-4
	C. Escenario	III-4
	D. Algunas consideraciones a tomar en cuenta	III-9
SECCION IV	CONCLUSIONES	IV-1
SECCION V	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	V-1

### **Introducción**

La nueva ley Forestal de 1996 ha ocasionado un cambio de perspectiva sobre el manejo de los bosques tropicales de Bolivia. Antes de esta ley, existían muy pocos incentivos para invertir en el mejoramiento de los bosques, motivo por el cual las empresas solamente entraban a los bosques para extraer madera de alto valor, y salían sin pensar en la viabilidad comerciable del bosque a largo plazo. En la actualidad, hay un mayor interés en los conceptos de manejo sostenible y en mantener y mejorar el valor de los bosques para el futuro. Por lo tanto, existe una necesidad de información sobre prácticas de silvicultura que permitan alcanzar la sostenibilidad del manejo forestal (Fredericksen et al. 2003).

Varios estudios han demostrado los efectos positivos de la aplicación de algunos tratamientos silviculturales en bosques bajo manejo forestal (Fredericksen y Peralta 2001, Krueger 2003). Los costos de la aplicación de dichas prácticas son asimismo prometedores en términos ecológicos (Krueger 2003, Perez-Salicrup 2001, Fredericksen y Peralta 2001). Sin embargo, hasta el momento no se ha realizado ningún análisis que permita decidir si la inversión en estas prácticas silviculturales es factible económicamente. En este sentido, es necesario conocer los beneficios económicos que pueden obtener los usuarios del bosque (a corto y largo plazo) con la aplicación de tratamientos silviculturales.

En el presente estudio, presentamos un análisis de los costos de la aplicación de dos tratamientos, calculamos los impactos de los tratamientos a corto y largo plazo en el volumen comercial a ser aprovechado, y calculamos los beneficios económicos a largo plazo en términos de utilidades ganadas y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Para hacer el análisis más relevante, proyectamos los resultados en un escenario: una Área Anual de Aprovechamiento (AAA) hipotética en la zona de Guarayos, a la cual se aplica la corta de bejucos en árboles de futura cosecha (AFC) y el marcado de árboles de futura cosecha.

#### **A. La corta de bejucos en AFCs**

Los bejucos disminuyen la calidad de la madera y limitan el crecimiento de los árboles, debido a la estrangulación del fuste, al peso que representan o la competencia de luz (Putz 1991). La corta de bejucos en la base del árbol es una práctica sencilla, que puede ser realizada con machete o motosierra, y que tiene efectos muy significativos en el aumento de crecimiento del árbol (Dauber et al. 2003, Peña-Claros et al. 2003). Los efectos resultan en mayores volúmenes de los árboles aprovechables a corto y largo plazo.

También los bejucos son cortados para reducir el impacto negativo que estos tienen durante las actividades del aprovechamiento. Los bejucos unen las copas de los árboles entre sí, por lo que los árboles cortados durante el aprovechamiento pueden arrastrar a otros árboles durante su caída. Además, esta red de bejucos es un peligro para los trabajadores. La corta de los bejucos minimiza los daños a los árboles circundantes y disminuye los riesgos de accidentes a los motosierristas durante el aprovechamiento (Pérez-Salicrup 2001). Sin embargo, en este estudio solo nos enfocaremos en los beneficios económicos del aumento en volumen comerciable debido a la corta de bejucos.

## **B. El mercado de árboles de futura cosecha**

La maquinaria utilizada durante el aprovechamiento (skidder) puede ocasionar daños significativos a los árboles cercanos a los caminos de extracción y alrededor de los árboles aprovechables (Jackson et al. 2000). El marcado de árboles de valor comercial de futura cosecha, generalmente con pintura o cinta flagging, permite que los operadores de la maquinaria y los motosierristas puedan identificar a estos árboles y evitar en lo posible ocasionarles daño (Krueger 2003). Entonces, el marcado de árboles de futura cosecha resulta en menos árboles dañados, más árboles aprovechables en el próximo ciclo de corta y consiguientemente un aumento en el volumen comerciable.

Seleccionamos estos dos tratamientos silviculturales, la corta de bejucos y la marcación de árboles de futura cosecha, por las siguientes razones:

- Existen resultados de crecimiento y de costos confiables a escala operacional,
- Son prácticas sencillas y económicas,
- Las prácticas son apropiadas para operaciones forestales grandes y pequeñas,
- Necesitan poca capacitación de personal para su implementación,
- Pueden ser realizadas juntamente con otras actividades del aprovechamiento (por ejemplo, durante la reapertura de picas, censo, etc.),
- Las prácticas tienen efectos a corto plazo (un año) y (probablemente) a largo plazo (un ciclo de corta).

## SECCION II

---

### Métodos

#### A. Zona de Estudio

El objetivo de este estudio es hacer un análisis de los impactos económicos de invertir en la aplicación de tratamientos silviculturales en un bosque bajo manejo forestal. En este sentido, hicimos un estudio de caso, por lo que los resultados son relevantes para la zona descrita, pero los métodos y el modelo pueden ser usados con datos de otras zonas.

Los datos biológicos provienen de las parcelas experimentales ubicadas en la concesión La Chonta de la empresa Agroindustria Forestal La Chonta Ltda. La concesión está ubicada 30 km al este de Ascensión de Guarayos, en el departamento de Santa Cruz, Bolivia. La concesión tiene 100,000 ha de bosque tropical semi-húmedo con una precipitación promedio anual de 1562 mm y una altitud de 250 msnm (Pariona et al. 2003). Las parcelas experimentales consisten de tres bloques o grupos de parcelas de aproximadamente 27 ha cada una (haciendo un total de 104 ha por bloque). Cada bloque tiene cuatro parcelas, a las cuales se han aplicado diferentes tratamientos que varían en grado de intensidad de silvicultura (desde una parcela control hasta una parcela donde se aplican varios tratamientos silviculturales y una doble intensidad de aprovechamiento que lo normal). Los efectos de los tratamientos fueron evaluados en árboles de futura cosecha (AFCs) de varias especies comerciales. Los AFCs son árboles menores al diámetro mínimo de corta (DMC), con fustes y copas bien formados que serán aprovechados en el próximo ciclo de corta (Dauber et al. 2003). Para el presente estudio, nos enfocamos en cinco especies comerciales más aprovechadas de la zona: bibosi (*Ficus boliviana*), ochoó (*Hura crepitans*), serebó (*Schizolobium parahyba*), verdolago (*Terminalia amazónica*), yesquero blanco (*Cariniana ianaerensis*). En el estudio incluimos varias clases de diamétricas: 30-40 cm, 40-50 cm, 50-60 cm, 60-70 cm,  $\geq 70$ cm.

Los precios por metro cúbico, provienen de un estudio de precios locales hecho por el proyecto BOLFOR en diferentes regiones del país en 2003. Para nuestro análisis utilizamos el precio promedio de US\$8 por metro cúbico. Este precio está dentro del rango de precios de árbol en pie en bosques manejados en la zona de Guarayos para las especies elegidas. La venta de árbol en pie no incluye los costos de cortar, rodear y transportar las troncas hasta el aserradero.

#### B. Método: Análisis de Costos y Beneficios

En el análisis de costos y beneficios se considera como una inversión el costo de la aplicación de un tratamiento silvicultural. La inversión genera más producto, en este caso más madera

comerciable, a corto o largo plazo. El aumento en la cantidad de producto que se genera resulta en mayores utilidades, o beneficios, una vez que el producto es comercializado. Si los beneficios son mayores que la inversión, se puede concluir que la inversión en tratamientos silviculturales es rentable. Entonces la pregunta de este estudio es la siguiente: ¿Cuántos son los beneficios en términos económicos de invertir en la aplicación de un tratamiento silvicultural, y en cuanto tiempo se los obtiene?" o, en otras palabras, "¿Cuánto es la ganancia de la inversión?"

En el ámbito forestal las inversiones son necesariamente a largo plazo; entonces el análisis de los beneficios tiene que tomar en cuenta el costo del dinero en el plazo en que se va a devolver la inversión. La Tasa Interna de Retorno (TIR) es un porcentaje anual de la devolución de cualquiera inversión que se realiza. Si la TIR es más que el costo del dinero, por ejemplo la tasa de interés de un préstamo del banco, significa que la inversión permite ganar dinero. También se puede dar la situación contraria: si la TIR es menos que el costo de dinero, entonces la inversión realizada fue a pérdida.

Asimismo el cálculo de la TIR permite comparar la devolución de la inversión realizada con otras oportunidades de inversión. Los siguientes son ejemplos de TIRs de inversiones típicas:

- Depósito Fijo Dólares, Banco Nacional de Bolivia 1 año 3%  
(2003)
- Acciones de las bolsas norteamericanas devolución de 8.5%  
inversión anual promedio 1950 – 2000<sup>1</sup>
- El sector forestal promedio devolución de equidad en el 6.21%  
año 2003 (Multex.com 2003)
- El sector minero promedio devolución de equidad en el 13.88%  
año 2003 (Multes.com 2003)

Si la TIR de invertir en tratamientos silviculturales es mayor que la tasa de interés de otras oportunidades de inversión, significa que la inversión en el bosque puede ser la mejor opción. La TIR es solamente un parámetro utilizado para hacer decisiones de negocios, por lo que su uso permitirá a los usuarios del bosque tomar decisiones más informadas sobre inversiones en el mejoramiento comerciable de sus bosques a través de la aplicación de tratamientos silviculturales.

<sup>1</sup> Ajustado por inflación. Cifras de los años 1950 -1970 son del Center for Research of Stock Prices (CRSP), Universidad de Chicago. Cifras de los años 1971 - 2000 incluye el índice Wilshire 5000 que es compuesto de 7000 compañías publicas estadounidenses de las bolsas NYSE, AMEX, y NASDAQ (Dimson et al. 2002).

### C. Método: Corta de Bejucos

Para calcular los costos y los beneficios de la corta de bejucos seguimos la siguiente metodología:

- a) *Calculamos el costo del tratamiento.* Los costos de la corta de bejucos incluyen mayormente mano de obra. Para obtener este costo utilizamos los datos de las parcelas experimentales de La Chonta, que indican que en promedio se cortan 28 bejucos por árbol, que el tiempo para un equipo de dos personas de cortar los bejucos, caminar entre árboles y ubicar los árboles es en promedio de 4 minutos. El costo por mano de obra local es de US\$ 6.45 por día. Entonces el costo del tratamiento sale \$0.13 por árbol (PISLP – BOLFOR/IBIF, datos sin publicar).
- b) *Analizamos los efectos del tratamiento a corto plazo (un año).* Utilizamos los datos de las parcelas experimentales en La Chonta para calcular las tasas de crecimientos de cada una de las cinco especies incluidas en este estudio. Para el cálculo de la tasa de crecimiento se incluyeron todos los árboles que se encontraban en las parcelas y que tenían un DAP entre 30 – 50 cm (o 70 cm para el caso del ochoó y bibosi). Para determinar el efecto de la corta de bejucos en la tasa de crecimiento, calculamos el crecimiento para árboles con bejucos y para árboles sin bejucos debido a la corta de bejucos realizado después del aprovechamiento. En algunos casos, hubo incursión de nuevos bejucos después de la corta. Estos casos también fueron incluidos en las poblaciones de árboles con corta de bejucos para de esta manera incluir una tasa de eficiencia del tratamiento.
- c) *Calculamos el aumento en volumen comerciable debido al tratamiento.* Utilizamos las tasas de crecimiento de los dos grupos de árboles (con y sin corta de bejucos), y los promedios de alturas comerciables de cada especie para calcular el aumento en volumen comerciable en un año. La diferencia en aumento en los volúmenes de árboles con y sin corta de bejucos es el aumento en volumen comerciable debido al tratamiento.
- d) *Incluimos una tasa de mortalidad.* No todos los árboles en que invertimos van a sobrevivir de un año para el otro. Por este motivo, calculamos una tasa anual de mortalidad natural sobre la base de los datos de las parcelas experimentales. El resultado es una tasa de mortalidad de 1% anual; por lo tanto, restamos al volumen obtenido por árbol esta cifra para determinar el aumento neto en volumen comerciable en un año debido a la corta de bejucos (PISLP, BOLFOR/IBIF, datos no publicados).
- e) *Calculamos el aumento en valor económico del árbol en pie debido al tratamiento.* Utilizamos precios de la gestión 2003 de la zona Guarayos por metro cúbico de árbol en pie para reflejar el aumento en valor económico debido al tratamiento por árbol. En otras palabras, este valor económico son los ingresos de la venta del producto.
- f) *Calculamos los beneficios netos (utilidades) generados de la inversión por árbol debido al tratamiento.* En general, los beneficios netos son iguales a los ingresos menos los costos. En



la venta de árbol en pie, los únicos costos son costos fijos (gastos administrativos, costos de inventario y censo, patente forestal, etc.). En este sentido, los costos de los metros cúbicos adicionales debido a la corta de bejucos ya fueron pagados; el único costo adicional corresponde al costo de la aplicación del tratamiento. Entonces, el beneficio neto es el valor económico (los ingresos) menos el costo del tratamiento.

- g) *Proyectamos los resultados biológicos y económicos a largo plazo (2 años - 20 años).* Para calcular los resultados a largo plazo, construimos un modelo del impacto de la corta de bejucos en la tasa de crecimiento varios años después de la corta. Este modelo funciona como una proyección al largo plazo, y toma en cuenta una disminución en la tasa de crecimiento de los árboles que han sido tratados porque se espera que un porcentaje de estos árboles vuelva a ser infestado con bejucos en el transcurso del tiempo.
- h) *Calculamos la Tasa Interna de Retorno.* La Tasa Interna de Retorno toma en cuenta el flujo de efectivo de costos versus beneficios. Costos, o inversiones, son flujos negativos, y beneficios son flujos positivos.

*Formula General de la Tasa Interna de Retorno*

$$0 = \frac{F_0}{(1+t)^0} + \frac{F_1}{(1+t)^1} + \frac{F_2}{(1+t)^2} + \frac{F_n}{(1+t)^n}$$

F = Flujo de efectivo  
t = Tasa interna de retorno  
n = Número de años

En nuestro caso, hay flujos de efectivo solamente en los años 0 (el primer año) y n (el último año), resultando en el siguiente formula:

$$0 = \frac{F_0}{(1+t)^0} + \frac{F_n}{(1+t)^n}$$

O, solucionando para "t":

$$t = (-F_n/F_0)^{1/n} - 1$$

#### **D. Método: Marcado de AFCs**

Para el análisis de costo y beneficio de la marcación de AFCs hicimos un procedimiento similar al de la corta de bejucos, el cual describimos a continuación:

- a) *Calculamos el costo del tratamiento.* Para los costos utilizamos nuevamente los datos de las parcelas experimentales. En dicho estudio se pinto a los AFCs un anillo con pintura azul a una altura de 1.7 metros. El costo de esto fue de \$0.38 US por hectárea con un promedio de 4.5 árboles por hectárea, por lo tanto \$0.08 US por árbol (Krueger 2003). Este costo incluye mano de obra y materiales.
- b) *Analizamos los efectos del tratamiento a corto plazo (un año).* Utilizamos datos existentes de las parcelas experimentales de La Chonta para determinar el porcentaje de árboles dañados o muertos durante el aprovechamiento con marcado de AFCs y sin marcado de AFCs.
- c) *Proyectamos el crecimiento de los árboles de futura cosecha a largo plazo (20 años).* Utilizamos las tasas de crecimiento para árboles creciendo en condiciones normales (árboles creciendo en áreas aprovechadas sin aplicación de otros tratamientos silviculturales, por ejemplo, corta de bejucos) y promedios de alturas comerciables para cada especie para calcular los volúmenes de los árboles de futura cosecha en el próximo ciclo de corta, en este caso 20 años.
- d) *Incluimos una tasa de mortalidad.* Restamos a los volúmenes obtenidos la tasa de mortalidad de 1% anual por árbol para determinar el aumento neto en volumen en 20 años.
- e) *Calculamos el aumento en volumen a largo plazo debido al tratamiento.* Podemos considerar la disminución de pérdidas debido al tratamiento como un aumento en volumen (una disminución en árboles dañados resulta en un mayor volumen a ser aprovechado en el próximo ciclo de corta). Calculamos los volúmenes de los AFCs a largo plazo en las dos situaciones: sin el marcado de AFCs y con el marcado de AFCs. La diferencia es el aumento en volumen debido al tratamiento.
- f) *Calculamos el aumento en valor económico del árbol en pie debido al tratamiento.* Utilizamos precios actuales de la gestión 2003 de la zona Guarayos por metro cúbico del árbol vendido en pie para reflejar el aumento en valor económico debido al tratamiento por árbol. En otras palabras, el valor económico representa los ingresos de la venta del producto.
- g) *Calculamos los beneficios netos (utilidades) generados de la inversión por árbol debido al tratamiento.* Como para el caso de la corta de bejucos, en la venta de árbol en pie el único costo adicional que se tiene es el costo del tratamiento. Entonces, el beneficio neto es el valor económico (los ingresos) menos el costo del tratamiento.
- h) *Calculamos la Tasa Interna de Retorno.* Calculamos la TIR de la misma manera como en el caso de la corta de bejucos.

## **E. Método: Escenario**

En nuestro análisis trabajamos con costos y beneficios por árbol (de las cinco especies y cinco rangos de clases diamétricas). Sin embargo, la escala con la que trabajan los usuarios del bosque es la de una gestión de aprovechamiento. Por lo tanto, para reflejar los resultados en una manera más relevante, definimos un Área de Aprovechamiento Anual (AAA) hipotética de 800

hectáreas, utilizando las densidades de los AFCs de las parcelas experimentales de La Chonta (PISLP, BOLFOR – IBIF, datos sin publicar). Calculamos los beneficios económicos de los tratamientos a largo plazo, 20 años, para la AAA entera. Los resultados reflejan los impactos económicos de los tratamientos en una gestión en la zona.

## SECCION III

---

### Resultados y Discusión

#### A. Corta de Bejucos

Las tasas de crecimiento de árboles con bejucos son menores que las tasas de crecimiento de árboles que nunca tuvieron bejucos y de árboles sin bejucos debido a la corta de los mismos (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Impacto de la corte de bejucos en la tasa de crecimiento diamétrico promedio de cinco especies comerciales de la zona de Guarayos.

Especie	DAP crecimiento en árboles siempre libre de bejucos (cm/año)	DAP crecimiento en árboles con bejucos (cm/año)	DAP crecimiento en árboles con corta de bejucos (cm/año)	% Aumento en crecimiento debido a corta de bejucos
bibosi	1.24	0.43	1.71	298%
ochoó	1.23	0.40	1.28	220%
serebó	3.05	0.42	1.31	212%
verdolago	0.61	0.18	0.58	222%
yesquero blanco	0.76	0.22	0.79	259%

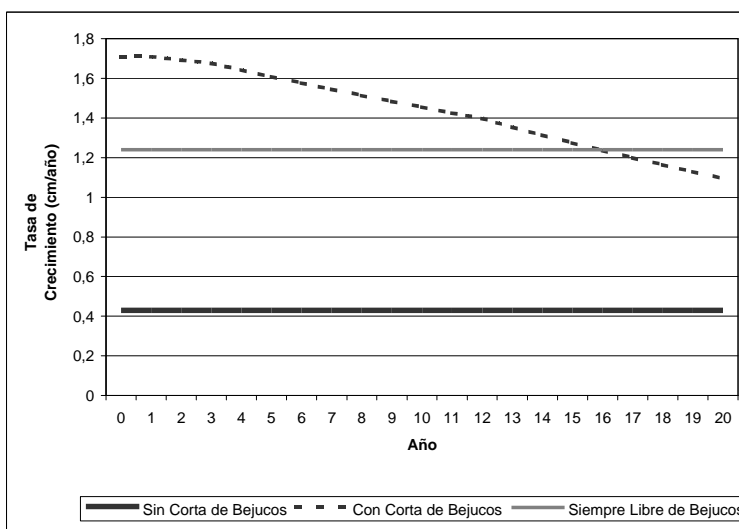
Aplicamos estas tasas de crecimiento en el cálculo de los impactos económicos de la corta de bejucos en un año. El cuadro 2 explica los cálculos realizados y presenta los resultados del análisis de beneficios a corto plazo. Para mayor detalle ver sección 2.3.

El efecto del tratamiento fue proyectado a largo plazo (20 años), a través de un modelo que simula a lo largo del tiempo cambios en las tasas de crecimiento de árboles con y sin bejucos, y árboles siempre libres de bejucos (Fig. 1). Construimos un modelo similar para cada una de las especies incluidas en el estudio.

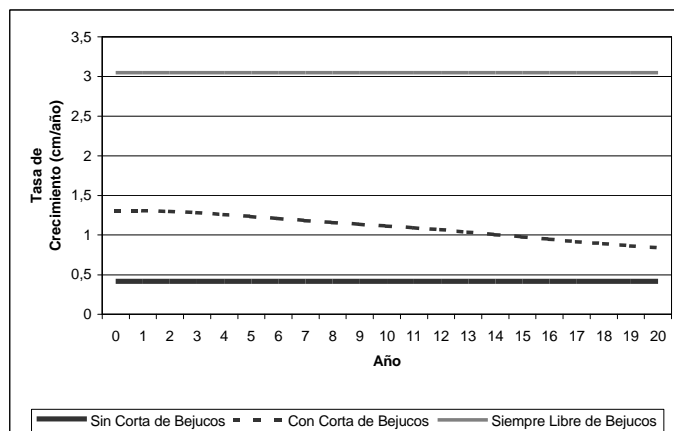
La pendiente de la curva de crecimiento de los árboles con corta de bejucos refleja el supuesto que esta tasa va a disminuir en el tiempo a un valor intermedio entre los grupos "sin corta de bejucos" y "siempre libre de bejucos." Aunque no existen datos a largo plazo, podemos asumir que la tasa van a tender a disminuir debido a dos factores: la nueva incursión de bejucos en algunos árboles, y el supuesto que la tasa de crecimiento de los árboles tenderá a igualarse a la tasa de crecimiento de árboles siempre libres de bejucos. La excepción es la especie serebó que tiene una tasa de crecimiento "siempre libre de bejucos" mucho más elevada de la tasa "con corta de bejucos" (Fig.2).

**Cuadro 2.** Proyección de Beneficios Económicos de Corta de Bejucos después de un año: Datos utilizados y Cálculos

Especie	DAP (cm)	Altura Comercializable (m)	Árboles Con Bejucos Sin Cortar		Árboles Con Corta de Bejucos		Aumento en Volumen Debido a la Corta de Bejucos (m <sup>3</sup> )	Aumento en Volumen Comercializable Menos Mortalidad de 1% Anual (m <sup>3</sup> )	Valor de Árbol en pie (\$US/m <sup>3</sup> )	Aumento en Valor en Un Año (US\$)	Costo por Árbol de Corta de Bejucos (US\$)	Beneficio por Árbol de Corta de Bejucos (US\$)	Tasa Interna de Retorno (TIR)
			DAP Crecimiento Un Año (cm)	Incremento en Volumen Comercializable Un Año (m <sup>3</sup> )	DAP Crecimiento Un Año (cm)	Incremento en Volumen Comercializable Un Año (m <sup>3</sup> )							
bibosi	30	11.7	0.43	0.024	1.71	0.097	0.073	0.072	\$8	\$0.58	\$0.13	\$0.45	245.3%
bibosi	40	11.7	0.43	0.032	1.71	0.128	0.097	0.096	\$8	\$0.77	\$0.13	\$0.64	388.6%
bibosi	50	11.7	0.43	0.040	1.71	0.160	0.120	0.119	\$8	\$0.95	\$0.13	\$0.82	531.9%
bibosi	60	11.7	0.43	0.048	1.71	0.191	0.144	0.142	\$8	\$1.14	\$0.13	\$1.01	675.2%
bibosi	70	11.7	0.43	0.055	1.71	0.223	0.167	0.166	\$8	\$1.32	\$0.13	\$1.19	818.6%
ochoó	30	11.5	0.40	0.022	1.28	0.071	0.049	0.049	\$8	\$0.39	\$0.13	\$0.26	98.7%
ochoó	40	11.5	0.40	0.029	1.28	0.094	0.065	0.064	\$8	\$0.51	\$0.13	\$0.38	195.5%
ochoó	50	11.5	0.40	0.036	1.28	0.117	0.081	0.080	\$8	\$0.64	\$0.13	\$0.51	292.4%
ochoó	60	11.5	0.40	0.043	1.28	0.140	0.097	0.096	\$8	\$0.77	\$0.13	\$0.64	389.2%
ochoó	70	11.5	0.40	0.051	1.28	0.163	0.113	0.111	\$8	\$0.89	\$0.13	\$0.76	486.1%
serebó	30	11.1	0.42	0.022	1.31	0.070	0.048	0.047	\$8	\$0.38	\$0.13	\$0.25	91.8%
serebó	40	11.1	0.42	0.029	1.31	0.093	0.063	0.063	\$8	\$0.50	\$0.13	\$0.37	186.3%
serebó	50	11.1	0.42	0.037	1.31	0.116	0.079	0.078	\$8	\$0.63	\$0.13	\$0.50	280.9%
serebó	60	11.1	0.42	0.044	1.31	0.139	0.094	0.094	\$8	\$0.75	\$0.13	\$0.62	375.4%
serebó	70	11.1	0.42	0.051	1.31	0.161	0.110	0.109	\$8	\$0.87	\$0.13	\$0.74	470.0%
verdolago	30	8.8	0.18	0.007	0.58	0.024	0.017	0.017	\$8	\$0.13	\$0.13	\$0.00	-97.7%
verdolago	40	8.8	0.18	0.010	0.58	0.032	0.022	0.022	\$8	\$0.18	\$0.13	\$0.05	-64.0%
verdolago	50	8.8	0.18	0.012	0.58	0.040	0.028	0.028	\$8	\$0.22	\$0.13	\$0.09	-30.3%
verdolago	60	8.8	0.18	0.015	0.58	0.048	0.033	0.033	\$8	\$0.26	\$0.13	\$0.13	3.4%
verdolago	70	8.8	0.18	0.017	0.58	0.056	0.039	0.039	\$8	\$0.31	\$0.13	\$0.18	37.1%
yesquero blanco	30	13.4	0.22	0.014	0.79	0.051	0.037	0.036	\$8	\$0.29	\$0.13	\$0.16	23.0%
yesquero blanco	40	13.4	0.22	0.019	0.79	0.067	0.049	0.048	\$8	\$0.38	\$0.13	\$0.25	96.1%
yesquero blanco	50	13.4	0.22	0.023	0.79	0.084	0.061	0.060	\$8	\$0.48	\$0.13	\$0.35	169.2%
yesquero blanco	60	13.4	0.22	0.028	0.79	0.100	0.073	0.072	\$8	\$0.57	\$0.13	\$0.44	242.3%
yesquero blanco	70	13.4	0.22	0.032	0.79	0.117	0.085	0.084	\$8	\$0.67	\$0.13	\$0.54	315.4%



**Figura 1.** Modelo utilizado para simular la tasa de crecimiento de bibosi a lo largo de 20 años. Datos utilizados son promedios de dos años.



**Figura. 2.** Modelo utilizado para simular la tasa de crecimiento de serebó a lo largo de 20 años. Datos utilizados son promedios de dos años.

El cuadro 3 demuestra los resultados del análisis a largo plazo de los beneficios de cortar bejucos.

**Cuadro 3.** Proyección de beneficios económicos de la corta de bejucos después de 20 años para un individuo de cada especie y cada categoría de tamaño. Las celdas pintadas de gris indican que el árbol no ha alcanzado el diámetro mínimo de corta según las normas técnicas vigentes.

Especie	DAP en Año 0 (cm)	DAP en 20 años (cm)		Beneficio Neto Debido al Tratamiento	TIR
		Sin Corta	Con Corta		
bibosi	30	38.6	58.5	\$13.88	26.4%
bibosi	40	48.6	68.5	\$16.78	27.6%
bibosi	50	58.6	78.5	\$19.68	28.6%
bibosi	60	68.6	88.5	\$22.57	29.5%
bibosi	70	78.6	98.5	\$25.47	30.2%
ochoó	30	38.0	51.3	\$8.35	23.2%
ochoó	40	48.0	61.3	\$10.25	24.5%
ochoó	50	58.0	71.3	\$12.16	25.5%
ochoó	60	68.0	81.3	\$14.07	26.4%
ochoó	70	78.0	91.3	\$15.98	27.2%
serebó	30	38.4	51.8	\$8.19	23.1%
serebó	40	48.4	61.8	\$10.05	24.4%
serebó	50	58.4	71.8	\$11.90	25.4%
serebó	60	68.4	81.8	\$13.76	26.3%
serebó	70	78.4	91.8	\$15.61	27.1%
verdolago	30	33.6	39.7	\$2.30	15.8%
verdolago	40	43.6	49.7	\$2.96	17.2%
verdolago	50	53.6	59.7	\$3.62	18.3%
verdolago	60	63.6	69.7	\$4.29	19.3%
verdolago	70	73.6	79.7	\$4.95	20.1%
yesquero blanco	30	34.4	43.2	\$5.52	20.8%
yesquero blanco	40	44.4	53.2	\$6.98	22.2%
yesquero blanco	50	54.4	63.2	\$8.45	23.3%
yesquero blanco	60	64.4	73.2	\$9.91	24.3%
yesquero blanco	70	74.4	83.2	\$11.37	25.1%

## B. Mercado de AFCs

La marcación de árboles de futura cosecha antes del aprovechamiento reduce el daño que estos sufren durante el aprovechamiento (Cuadro 4). En el caso del área aprovechada sin marcado de AFCs, un 13.7% de los árboles de futura cosecha fueron dañados durante el apeo y extracción de los árboles. En el área con marcado de AFCs, el porcentaje de árboles dañados disminuyó a 6.7%. Por lo tanto, la marcación de AFCs disminuye las pérdidas debido a daños por 7%. En otras palabras, hay un aumento del 7% en el número de árboles (y volúmenes) a ser aprovechados en el próximo ciclo de corta.

**Cuadro 4.** Efecto de la marcación de AFCs en la disminución de daños durante el aprovechamiento. Datos provienen de las parcelas experimentales de La Chonta.

Tratamiento	Total Número AFCs	Muerto por Aprovechamiento	Dañado en Aprovechamiento	Total Dañado	Total sin Daño	% Sin daño	% Dañados
Con Marcado	539.00	7.00	29.00	36.00	503.00	93.3%	6.7%
Sin Marcado	278.00	9.00	29.00	38.00	240.00	86.3%	13.7%

Sobre la base de estos datos, calculamos el impacto que dicha disminución en pérdidas, o aumento en volumen, tendrá a largo plazo. El cuadro 5 explica los cálculos realizados y presenta los resultados del análisis de beneficios en 20 años.

## C. Escenario

Extrapolamos los datos obtenidos con el análisis de costos y beneficios, y con base a la densidad de AFCs de las parcelas experimentales en La Chonta Ltda. para construir un escenario: una AAA hipotética de 800 hectáreas.

Utilizando estas poblaciones, calculamos los beneficios económicos de los tratamientos en 20 años para la AAA entera. Incluimos solamente los árboles que alcanzaron el diámetro mínimo según lo establecido por la Norma Técnica 248/98 (50 cm para serebó, verdolago, yesquero blanco y 70 cm para bibosi y ochoó). Por esta razón, no todos los árboles que recibieron el tratamiento pueden ser considerados en los beneficios a ser obtenidos después de 20 años. La inversión en estos casos será devuelta en el siguiente ciclo de corta.

**Cuadro 5.** Proyección de beneficios económicos del mercado de AFCs después de 20 años. La tasa de crecimiento utilizada en esta proyección es la tasa de crecimiento de árboles creciendo en áreas aprovechadas sin recibir ningún tratamiento silvicultural adicional (como ser corta de bejucos).

Especie	DAP (cm)	DAP Total 20 Años (cm)	Volumen Comerciable Menos Mortalidad Anual de 1% por 20 Años (m3)	Total Volumen Comerciable 20 Años con 13.7% Pérdidas (m3)	Total Volumen Comerciable 20 Años con 6.7% Pérdidas (m3)	Aumento en Volumen en 20 Años Debido al Mercado de AFCs (m3)	Valor de Árbol en pie (\$US/ m3)	Ingresos en 20 años	Beneficios en 20 años	TIR
bibosi	30	59.0	2.642	2.280	2.465	0.185	\$8	\$1.48	\$1.40	15.4%
bibosi	40	69.0	3.614	3.119	3.372	0.253	\$8	\$2.02	\$1.94	17.3%
bibosi	50	79.0	4.737	4.088	4.420	0.332	\$8	\$2.65	\$2.57	19.0%
bibosi	60	89.0	6.012	5.189	5.609	0.421	\$8	\$3.37	\$3.29	20.4%
bibosi	70	99.0	7.439	6.420	6.941	0.521	\$8	\$4.17	\$4.09	21.7%
ochoó	30	41.6	1.291	1.114	1.205	0.090	\$8	\$0.72	\$0.64	11.0%
ochoó	40	51.6	1.986	1.714	1.853	0.139	\$8	\$1.11	\$1.03	13.6%
ochoó	50	61.6	2.831	2.443	2.641	0.198	\$8	\$1.59	\$1.51	15.8%
ochoó	60	71.6	3.825	3.301	3.568	0.268	\$8	\$2.14	\$2.06	17.6%
ochoó	70	81.6	4.968	4.287	4.635	0.348	\$8	\$2.78	\$2.70	19.2%
serebó	30	76.4	4.203	3.627	3.922	0.294	\$8	\$2.35	\$2.27	18.2%
serebó	40	86.4	5.376	4.639	5.015	0.376	\$8	\$3.01	\$2.93	19.7%
serebó	50	96.4	6.692	5.775	6.244	0.468	\$8	\$3.75	\$3.67	21.1%
serebó	60	106.4	8.152	7.035	7.606	0.571	\$8	\$4.57	\$4.49	22.3%
serebó	70	116.4	9.757	8.420	9.103	0.683	\$8	\$5.46	\$5.38	23.4%
verdolago	30	35.0	0.699	0.604	0.652	0.049	\$8	\$0.39	\$0.31	7.0%
verdolago	40	45.0	1.156	0.998	1.079	0.081	\$8	\$0.65	\$0.57	10.3%
verdolago	50	55.0	1.727	1.490	1.611	0.121	\$8	\$0.97	\$0.89	12.8%
verdolago	60	65.0	2.412	2.082	2.250	0.169	\$8	\$1.35	\$1.27	14.8%
verdolago	70	75.0	3.211	2.771	2.996	0.225	\$8	\$1.80	\$1.72	16.6%
yesquero blanco	30	42.6	1.578	1.361	1.472	0.110	\$8	\$0.88	\$0.80	12.2%
yesquero blanco	40	52.6	2.405	2.076	2.244	0.168	\$8	\$1.35	\$1.27	14.8%
yesquero blanco	50	62.6	3.407	2.940	3.178	0.238	\$8	\$1.91	\$1.83	16.9%
yesquero blanco	60	72.6	4.582	3.954	4.275	0.321	\$8	\$2.57	\$2.49	18.7%
yesquero blanco	70	82.6	5.931	5.119	5.534	0.415	\$8	\$3.32	\$3.24	20.3%



**Cuadro 6.** Datos utilizados de árboles de futura cosecha en el escenario de un Área Anual de Aprovechamiento hipotética de 800 hectáreas.

Especie	DAP (cm)	Densidades de AFCs en las Parcelas Experimentales en La Chonta Ltda.		Totales de AFCs en la AAA Hipotética de 800 Ha	
		Densidad AFCs Total/ha	Densidad AFCs Infestados Con Bejucos/ha	Total AFCs	AFCs Infestados Con Bejucos
bibosi	30	0.025	0.018	19.8	14.7
bibosi	40	0.049	0.037	39.5	29.4
bibosi	50	0.037	0.028	29.6	22.0
bibosi	60	0.025	0.018	19.8	14.7
bibosi	70	0.012	0.009	9.9	7.3
ochoó	30	0.673	0.462	538.6	369.4
ochoó	40	0.469	0.322	375.5	257.6
ochoó	50	0.352	0.241	281.7	193.2
ochoó	60	0.259	0.178	207.5	142.4
ochoó	70	0.062	0.042	49.4	33.9
serebó	30	0.167	0.035	133.4	27.6
serebó	40	0.136	0.028	108.7	22.5
serebó	50	0.062	0.013	49.4	10.2
serebó	60	0.019	0.004	14.8	3.1
serebó	70	0.000	0.000	0.0	0.0
verdolago	30	0.679	0.516	543.5	412.6
verdolago	40	0.562	0.427	449.7	341.3
verdolago	50	0.284	0.216	227.3	172.5
verdolago	60	0.043	0.033	34.6	26.3
verdolago	70	0.037	0.028	29.6	22.5
yesquero blanco	30	0.086	0.049	69.2	39.0
yesquero blanco	40	0.117	0.066	93.9	53.0
yesquero blanco	50	0.086	0.049	69.2	39.0
yesquero blanco	60	0.056	0.031	44.5	25.1
yesquero blanco	70	0.019	0.010	14.8	8.4
<b>TOTAL Número de AFCs en AAA de 800 Ha:</b>				<b>3454.0</b>	<b>2287.8</b>

Utilizando estas poblaciones, calculamos los beneficios económicos de los tratamientos en 20 años para la AAA entera. Incluimos solamente los árboles que alcanzaron el diámetro mínimo según lo establecido por la Norma Técnica 248/98 (50 cm para serebó, verdolago, yesquero blanco y 70 cm para bibosi y ochoó). Por esta razón, no todos los árboles que recibieron el tratamiento pueden ser considerados en los beneficios a ser obtenidos después de 20 años. La inversión en estos casos será devuelta en el siguiente ciclo de corta.

Cuando aplicamos todos los resultados en la AAA hipotética de 800 hectáreas, tenemos que con una inversión de menos de US \$300 este año, tendremos en 20 años un beneficio de \$8,355.51, y una TIR de 18.2%. Esta devolución de inversión es muy atractiva en comparación con otras oportunidades de inversión (ver Tabla 1). Debido a la corta de bejucos vemos no solo un aumento en volumen debido al incremento en crecimiento pero también un mayor número de árboles aprovechables. Este mayor número de árboles aprovechables se debe a que una mayor cantidad de árboles alcanzan el diámetro mínimo de corta cuando se les aplica el tratamiento (debido a una mayor tasa de crecimiento) (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Costo versus beneficio de la corta de bejucos en una AAA hipotética de 800 ha en 20 años.

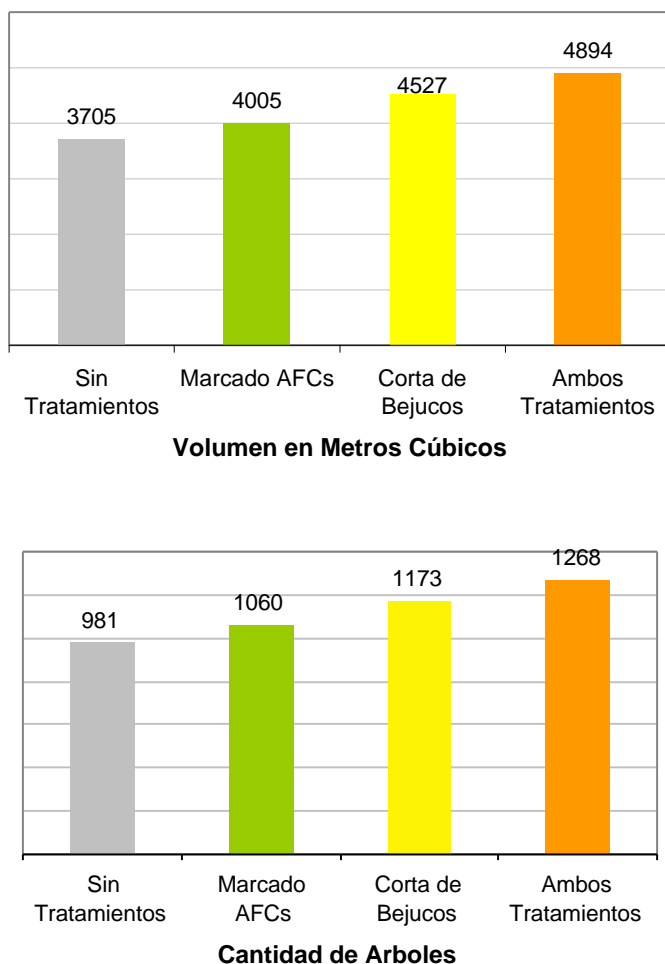
<i>Un inversión de</i>	<b>\$297.41</b> este año
<i>Devuelve en 5 Años</i>	<b>\$695.60</b> en ingresos
	<b>\$650.32</b> en beneficios
	<b>8.9%</b> Tasa Interna de Retorno
<i>Devuelve en 20 Años</i>	<b>\$8,462.59</b> en ingresos
	<b>\$8,355.51</b> en beneficios
	<b>18.2%</b> Tasa Interna de Retorno

También observamos que el mercado de AFCs es un tratamiento con impactos económicos muy significativos. Una inversión de \$276.32 en la marcación de árboles disminuye los daños a los AFCs en un 7% durante el aprovechamiento. El beneficio de este tratamiento en 20 años es de US\$1,814.59 con una TIR de 10%. Cabe recalcar, que la totalidad de los ingresos en esta gestión hipotética será de US\$29.640 por lo que marcar los AFCs aumenta los ingresos en 6.1%.

**Cuadro 8.** Costo versus beneficio del mercado de AFCs en la AAA hipotética

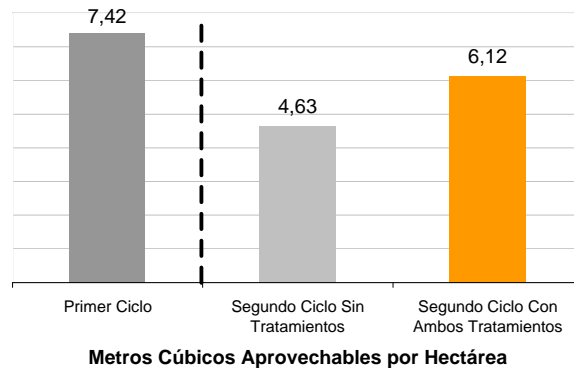
<i>Un inversión de</i>	<b>\$276.32</b> este año
<i>Devuelve en 20 Años</i>	<b>\$1,884.95</b> en ingresos
	<b>\$1,814.59</b> en beneficios
	<b>10%</b> Tasa Interna de Retorno

Hicimos comparaciones de los efectos productivos de implementar los tratamientos a largo plazo, en este caso 20 años. Calculamos los volúmenes aprovechables y árboles aprovechables en cuatro escenarios: sin tratamientos, con el marcado de AFCs, con la corta de bejucos y con los dos tratamientos. En este escenario, los tratamientos son aplicados durante el aprovechamiento. Entonces en los casos "Sin Tratamientos" y "Corta de Bejucos" donde los árboles no fueron marcados, incluimos una tasa de pérdidas debido a daños durante el aprovechamiento de 13.7%. Asimismo solo incluimos en esta comparación a los árboles que alcanzaron el diámetro mínimo de corta. La aplicación de estos dos tratamientos sencillos tiene un resultado significativo en el aumento en volumen en el próximo ciclo de corta. Si se aplican tratamientos silviculturales se genera US\$9.512 adicionales, lo que representa un aumento del 32% del ingreso que se tendría sin la aplicación de estos tratamientos (US\$29.640) (Fig. 3). Estos resultados muestran el impacto en aumento en productividad que los tratamientos generan.



**Figura. 3.** Comparación de cuatro escenarios con y sin tratamientos silviculturales en términos de volumen y árboles a ser aprovechados. Los cálculos fueron realizados en una AAA hipotética, con ciclo de corta de 20 años.

La aplicación de tratamientos silviculturales mejora la sostenibilidad económica en el sentido de que aumentan la productividad del bosque entre ciclos de corta. Para demostrar esto hicimos una comparación entre un aprovechamiento típico de las cinco especies incluidas en este estudio en la misma zona en su primer ciclo de corta (Superintendencia Forestal, datos del POAF de la Concesión CIMAL) con nuestra AAA hipotética en su segundo ciclo de corta. Los resultados muestran que el volumen aprovechable por hectárea entre ciclos de corta de 20 años disminuye en un 38 % cuando no se aplican tratamientos silviculturales, y disminuye solo un 18 % cuando se aplica ambos tratamientos (corta de bejucos y marcación de AFCs).



**Figura. 4.** Comparación de metro cúbicos aprovechables por hectárea en el primer ciclo de corta en una concesión en la zona Guarayos y el segundo ciclo de corta en nuestra AAA hipotética.

#### D. Algunas consideraciones a tomar en cuenta

El objetivo del estudio ha sido poner los efectos de dos tratamientos silviculturales en un contexto de negocios para analizar la viabilidad de su aplicación para mejorar el valor comercial del bosque. En este sentido, los resultados han sido muy positivos. Sin embargo, los análisis dependen de proyecciones a plazos más allá que los datos. Lastimosamente existen pocos datos de largo plazo en el campo de forestería tropical de bosques naturales. Entonces la debilidad de nuestro análisis es que los modelos de crecimiento construidos están basados en datos de solamente dos años. Una vez que tengamos datos de años adicionales, podemos refinar los modelos para reflejar mejor la realidad de los impactos de la corta de bejucos en las proyecciones realizadas.

También, existe el riesgo de hacer proyecciones financieras a largo plazo porque existen factores que no pueden ser controlados que afectan los resultados: cambios ecológicos, cambios en el mercado, tenencia de la tierra, etc. La inversión en los bosques tiene el riesgo adicional de la dificultad de liquidar los activos. Entonces, como cualquier inversión, hay que tomar en cuenta los riesgos particulares de invertir a largo plazo.

Hay que destacar que los resultados que hemos obtenidos serán mejores en bosques con especies que crecen rápidamente, por ejemplo bibosi o ochoó, porque éstas devuelven las inversiones más rápidamente. En el caso de verdolago, por ejemplo, a pesar del hecho de que la corta de bejucos aumenta la tasa de crecimiento en un 222%, el crecimiento todavía es tan lento que la inversión realizada es devuelta en el caso de árboles con DAP menores a 60 cm en dos años. Entonces, los beneficios en bosques con especies que crecen lentamente serán menores. Por este motivo, se

recomienda hacer un análisis similar al presentado en este informe antes de tomar la decisión de aplicar tratamientos silviculturales.

Como mencionamos, hay otros beneficios económicos de la corta de bejucos que no fueron contemplados: disminución de daños a árboles de futura cosecha durante el aprovechamiento y a trabajadores durante el tumbado. Estos dos beneficios adicionales deben ser tomados en cuenta cuando se este tomando la decisión de aplicar o no la corta de bejucos.

## SECCION IV

---

### **Conclusiones**

La importancia de mejorar los bosques se refleja en un cambio en la perspectiva económica de los bosques tropicales; los bosques ahora pueden ser activamente manejados para obtener mayores beneficios, y no están solamente para ser explotados y dejados. La gran pregunta, sin embargo, es si el sistema actual de manejo forestal garantiza realmente la sostenibilidad del bosque en el sentido económico. Una de las maneras de garantizar esta sostenibilidad es a través de la aplicación de tratamientos silviculturales.

La corta de bejucos y el marcado de AFCs son tratamientos sencillos que elevan los volúmenes aprovechables con poco inversión. La aplicación de estos tratamientos aumenta el valor económico del bosque manejado y hace más rentable el aprovechamiento en el próximo ciclo de corta. Los resultados de nuestro análisis de costos y beneficios de estos dos tratamientos indican que su aplicación no es solo factible, pero es económicamente deseable.

### Referencias Bibliográficas

- Dauber, E., T.S. Fredericksen, M. Peña-Claros, C. Leño, J.C. Licona y F. Contreras. 2003. Tasa de incremento diamétrico, mortalidad y reclutamiento con base en las parcelas permanentes instaladas en diferentes regiones de Bolivia. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia. 50 pp.
- Dimson, E., P. Marsh, & M. Staunton. 2002. Triumph of the Optimists: 101 Years of Global Investment Returns. Princeton University Press, Princeton, USA. pp 306-308.
- Fredericksen, T.S., F. E. Putz, P. Pattie, W. Pariona y M. Peña-Claros. 2003. Sustainable Forestry in Bolivia: Beyond Planned Logging. *Journal of forestry* 101-2: 37-40.
- Fredericksen, T.S. y R. Peralta. 2001. Opciones silviculturales para el manejo forestal en Bolivia. In *Regeneración natural y silvicultural de los bosques tropicales en Bolivia*, eds. B. Mostecedo y T.S. Fredericksen, 157-172.
- Krueger, Werner. 2003. Efectos del marcado de árboles de futura cosecha y la planificación de pistas de arrastre en el aprovechamiento convencional con límites diamétricos en un bosque tropical de Bolivia. Documento Técnico 119-2003. Proyecto Bolfor, Santa Cruz, Bolivia. 20 pp.
- Peña-Claros, M., T.S. Frederikcsen, W. Pariona, F.E. Putz, G. Blate, J.C. Licona, C. Leño, A. Alarcón, U. Choque and J. Justiniano. 2003. Silviculture for sustainable forest management. Presentation at the annual meeting of the Association for Tropical Biology, July 2003, Aberdeen, Scotland.
- Pérez-Salicrup, Diego R. 2001 Cost and efficiency of cutting lianas in a lowland liana forest of Bolivia. *Biotropica* 33, 324-329.
- Pariona, William, T.S. Fredericksen, J.C. Licona. 2003. Natural regeneration and liberation of timber species in logging gaps in two Bolivian tropical forests. *Forest Ecology and Management* 181, 313-322.
- Putz, F.E. 1991. Silviculture effects of lianas. In F.E. Putz and H.A. Mooney (Eds.). *The biology of vines*, pp. 493 –501. Cambridge University Press, Cambridge, England.