

**COMPARACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PARA EL
MEJORAMIENTO DE RODALES EN DOS TIPOS DE
BOSQUES BOLIVIANOS**

Documento Técnico 102/2001

**William Pariona
Todd Fredericksen
Juan Carlos Licona**

Autores

Contrato USAID: 511-C-00-93-00027
Chemonics International Inc.
USAID/Bolivia
Abril, 2001

Objetivo Estratégico de Medio Ambiente (USAID/Bolivia)

**Comparación de Tres Tratamientos para el
Mejoramiento de Rodales en Dos Tipos de
Bosques Bolivianos**

**Proyecto de Manejo
Forestal Sostenible
BOLFOR**

Cuarto Anillo
esquina Av. 2 de Agosto
Casilla 6204
Teléfonos: 480766 - 480767
Fax: 480854
e-mail: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo
Santa Cruz, Bolivia

2

Tabla de Contenido

RESUMEN EJECUTIVO

SECCION I	INTRODUCCION	I-1
SECCION II	METODOS Y ANÁLISIS DE DATOS	II-1
	A. Métodos	II-1
	B. Análisis de Datos	II-4
SECCION III	RESULTADOS	III-1
SECCION IV	DISCUSIÓN	IV-1
SECCION V	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	V-1

Resumen Ejecutivo

El presente estudio fue realizado con el objetivo de conocer la efectividad y los costos de la aplicación de tres tratamientos para la remoción de fustes viejos, defectuosos y sin valor comercial en dos tipos de bosque (bosque seco y bosque subhúmedo) sometidos a un aprovechamiento selectivo de baja intensidad. Los tratamientos empleados fueron: un tratamiento manual y dos tratamientos con aplicación de herbicidas (Glifisato y 2,4-D). Después de trece meses de la aplicación, se observaron grandes diferencias en la efectividad de los tratamientos. El tratamiento con 2,4-D fue el más efectivo en los dos tipos de bosque, dañando seriamente (copa afectada en más del 75%) o matando un promedio de 70.2% de los árboles tratados, seguido por el tratamiento con Glifisato que alcanzó una efectividad promedio de 42%. El tratamiento de anillamiento, sin aplicación de herbicida, solamente alcanzó un control de 10.5%. No se encontraron diferencias de efectividad entre los dos tipos de bosques. En el tratamiento de anillado sin la utilización de herbicidas, el 86-87% de los árboles tratados desarrollaron cicatrices sobre el anillado y el 22-30% presentaron rebrotes en el fuste debajo del anillado, para ambos tipos de bosque. Hubo algunas diferencias entre especies en cuanto a la respuesta a los tratamientos. Los costos con 2,4-D fueron menores que con la aplicación de Glifisato (0.16 vs. 0.32 US\$/árbol). El costo promedio de anillamiento sin herbicida fue de 0.09 US\$.

Introducción

La falta de una adecuada regeneración natural de la mayoría de las especies comerciales después del aprovechamiento (Fredericksen 1998, Fredericksen *et al.* 1999, Mostacedo y Fredericksen 1999, Pariona y Fredericksen 2000) y, en muchos casos, la insuficiente perturbación que ocasiona el aprovechamiento selectivo de baja intensidad, comúnmente utilizada en el trópico (Negreros-Castillo and Mize 1993, Gullison *et al.* 1996, Snook 1996, Whitman *et al.* 1997, Fredericksen 1998, Dickinson *et al.* 2000), son las causas principales que ponen en peligro la sostenibilidad de los bosques manejados en Bolivia y en otros países con bosques tropicales.

La remoción de fustes viejos, defectuosos o sin valor comercial puede complementar la apertura ocasionada por el aprovechamiento, incrementando los niveles de luz e incentivando la regeneración natural de especies maderables más valiosas (Fredericksen 1998). Además, el tratamiento de refinamiento provee un mayor espacio a los árboles de cosecha futura y permite un equilibrio con la masa remanente de especies comerciales disminuidas por el aprovechamiento. De acuerdo a Wadsworth (citado por Hutchinson 1988), este tratamiento es considerado como el primer paso hacia un aumento en la calidad y la productividad de los bosques naturales.

La aplicación de tratamientos silviculturales orientados a eliminar árboles no deseables puede ser muy costosa y, en muchos casos, ecológicamente negativa, si no existe el conocimiento y la experiencia necesaria. Un tratamiento de fácil aplicación técnica y comúnmente utilizado es el anillamiento y envenenamiento. Estas operaciones silviculturales, a diferencia de la tala, permiten que el árbol muera en pie y se desmorone paulatinamente sin causar mayores daños (Valerio y Salas 1998). Además, el clareo paulatino que producen es, en general, ecológicamente más favorable que una exposición repentina (Lamprecht 1990).

El objetivo del presente estudio fue comparar la eficacia y los costos de tres métodos para eliminar algunos representantes de especies consideradas sin valor comercial, abundantes o defectuosas, en dos tipos de bosques bolivianos: un bosque seco y un bosque subhúmedo en el departamento de Santa Cruz, Bolivia.

SECCION II

Métodos y Análisis de Datos

A. Métodos

A1. Area de Estudio

El estudio fue realizado en el bosque seco tropical de la Empresa Amazonic y en el bosque tropical subhúmedo de la Empresa La Chonta (Figura 1). Amazonic se encuentra en la localidad de Concepción, de la Provincia Ñuflo de Chávez, cuya temperatura media anual es de 24.3 °C y precipitación promedio anual de 1,100 mm, distribuida durante el verano, con una notable temporada seca de 4-5 meses (estación meteorológica de Concepción). La Chonta, ubicada en la provincia de Guarayos, presenta una temperatura media anual de 25.3 °C y una precipitación anual promedio de 1562 mm, con un periodo seco comprendido entre los meses de junio y agosto (estación meteorológica de Ascensión de Guarayos).

A2. Diseño Experimental y Colección de Datos

El presente estudio forma parte de un experimento más grande, donde se analizarán los efectos de la eliminación de árboles competidores no comerciales sobre árboles comerciales liberados. En cada uno de los dos tipos de bosque anteriormente mencionados, se delimitaron 12 parcelas, de 4 ha cada una, y se realizaron inventarios de todos los árboles para conocer la población remanente después del aprovechamiento y el respectivo porcentaje del área basal de las especies comerciales y no comerciales. Los resultados del inventario permitieron conocer las especies y el número de individuos no comerciales o defectuosos que podían ser tratados experimentalmente. El número de árboles tratados fue proporcional al número de árboles comerciales y al porcentaje de árboles no comerciales en cada parcela de 4 ha. Los árboles tratados fueron seleccionados por su mala calidad, abundancia relativa de la especie y estado de competencia con árboles comerciales adyacentes. El diámetro promedio de los árboles tratados fue de 36 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) con un rango de 15-100 cm.

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

- Tratamiento I. Anillamiento de aproximadamente 1 cm de ancho alrededor de cada árbol, utilizando una motosierra.
- Tratamiento II. Anillamiento más la aplicación de una solución acuosa al 50 % de 2,4-D (Herbifluid 720®)
- Tratamiento III. Anillamiento más la aplicación de una solución acuosa al 50 % de Glifisato (Rondopaz®).
- Tratamiento IV. Sin anillamiento ni aplicación de herbicidas (Testigo).

Estos cuatro tratamientos fueron distribuidos, al azar, en las 12 parcelas para obtener 4 repeticiones por cada tratamiento (los tratamientos con herbicidas fueron aplicados en una misma parcela).

Para el propósito de los objetivos de este estudio, solamente se considerarán los tratamientos I, II y III, los cuales presentan árboles tratados con anillamiento. En el bosque subhúmedo, se trató un total de 133 árboles (70 con anillamiento sin herbicida, 33 con anillamiento más 2,4-D y 30 con anillamiento más Glifisato). En el bosque seco, un total de 118 árboles fueron tratados (58 con anillamiento sin herbicida, 31 con anillamiento más 2,4-D y 29 con anillamiento más Glifisato). El número de especies tratadas fue de 26 en el bosque subhúmedo y 11 en el bosque seco.

El anillamiento fue realizado con una motosierra Husqvarna 061, cortando un anillo completo de aproximadamente 2.5 cm de profundidad en la madera, a una altura de 1m sobre el suelo. En los tratamientos II y III se aplicaron los herbicidas en soluciones acuosas al 50%, usando para tal efecto una botella-rociador de 500 ml. Los herbicidas fueron aplicados inmediatamente después del anillamiento, cubriendo toda la superficie de corte.

Los herbicidas utilizados fueron elegidos por su bajo costo, baja toxicidad y por su disponibilidad en Bolivia. Glifisato es el nombre comercial del glifosfato, que es un compuesto fosforado (N-fosfon-metil-glicin) considerado como menos peligroso para humanos y animales; es un producto soluble en agua muy limpia. El 2,4-D (ácido diclorofenóxico acético) es una fitohormona sintética de crecimiento, cuya sobredosificación causa trastornos en el metabolismo hormonal de las plantas, lo cual las puede llevar a sucumbir (Lamprecht 1990).

Para los costos del presente estudio, se consideraron los precios de combustible, lubricantes, herbicidas, mano de obra y supervisión técnica. Los costos no consideran el equipo (motosierra) ni el tiempo de traslado de un árbol a otro. Para obtener el rendimiento, se tomó en cuenta la mano de obra de un motosierrista y su ayudante con sus respectivos machetes y una motosierra. Los tratamientos fueron aplicados en octubre de 1999 (inicio de la temporada de lluvia) en los dos tipos de bosque. Trece meses después, se evaluó la eficacia de los tratamientos, tomando en cuenta el porcentaje de mortalidad de cada una de las copas de los árboles tratados. Para tal efecto se consideró la siguiente categorización:

Buena efectividad	75 - 100%
Regular efectividad	50 - 74%
Mala efectividad	25 - 49%
Muy poca efectividad	0 - 24%

La efectividad del tratamiento también fue evaluada por la presencia de rebrotes debajo del anillamiento o cicatrices (tejidos nuevos regenerados por el cambium) que volvieron a conectar la interrupción del floema, en muchos casos, cicatrizando totalmente el anillo. Asimismo, para constatar el estado en que se encontraban algunos árboles tratados, se efectuaron cortes de la corteza para observar si el cambium estaba muerto o vivo.

Aunque el experimento general, donde se investigarán los impactos de liberación, tiene un diseño en bloques completamente al azar, para la hipótesis de este trabajo se usó el árbol tratado como la unidad experimental.

B. Análisis de Datos

Para determinar si existían diferencias entre las respuestas de los árboles a los tratamientos, se utilizó la prueba de chi-cuadrado (χ^2). Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significativas cuando $P \leq 0.05$.

SECCION III

Resultados

La efectividad de los tratamientos fue similar entre ambos tipos de bosque, aunque se observó un efecto levemente mayor en el bosque subhúmedo. En los dos bosques, el anillamiento con herbicida tuvo significativamente mayor efectividad que sólo el anillamiento ($X^2 = 30.7$, $gl = 2$, $P < 0.001$ en bosque subhúmedo y $X^2 = 21.9$, $gl = 2$, $P < 0.001$ en el bosque seco). Entre los tratamientos con herbicidas, las diferencias no fueron estadísticamente significativas; sin embargo, se observó que el anillamiento con 2,4-D tiende a ser más efectivo que el anillamiento con Glifisato en ambos tipos de bosque ($X^2 = 3.1$, $gl = 1$, $P = 0.07$ en el bosque subhúmedo y $X^2 = 2.71$, $d.f. = 1$, $P = 0.09$ en el bosque seco).

Considerando ambos tipos de bosque, el porcentaje de arboles tratados con buena efectividad (75-100% de la copa muerta), alcanzó entre 68-73% con la aplicación de 2,4-D, 41-43% con Glifisato, y solamente entre 9-12% para el anillamiento sin herbicida (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efectividad de tratamientos de anillamiento evaluada por el porcentaje de mortalidad de la copa de árboles tratados, después de 13 meses, en un bosque subhúmedo (La Chonta) y un bosque seco (Amazonic), Santa Cruz, Bolivia.

BOSQUE HUMEDO

Tratamiento (número de muestras)	Número y Porcentaje de Arboles por Clase de Efectividad			
	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%
Anillamiento solamente (n = 70)	42(60%)	17(24%)	5(7%)	6 (9%)
Anillamiento con 2,4-D (n = 33)	1 (3%)	1 (3%)	7 (21%)	24 (73%)
Anillamiento con Glifisato (n = 30)	4(13%)	4(13%)	9(30)	13 (43%)

BOSQUE SECO

Tratamiento (número de muestras)	Número y Porcentaje de Arboles por Clase de Efectividad			
	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%
Anillamiento solamente (n = 58)	40(69%)	5(9%)	6(10%)	7 (12%)
Anillamiento con 2,4-D (n = 31)	4 (13%)	4 (13%)	2 (6%)	21 (68%)
Anillamiento con Glifisato (n = 29)	9(31%)	5(17%)	3(10%)	12 (41%)

La aplicación de los herbicidas disminuyó el porcentaje de árboles que desarrollaron cicatrices sobre el anillamiento. En ambos tipos de bosque, el tratamiento con 2,4-D presentó un 24-32% de árboles con cicatrices sobre el anillado, el tratamiento con Glifisato 45-53% y el tratamiento sin herbicida 86-87%. Asimismo, los herbicidas disminuyeron la aparición de rebrotes debajo del anillado, con excepción del Glifisato en el bosque seco (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de árboles que mostraron cicatrices sobre el anillamiento y rebrotes en el fuste debajo del anillamiento, 13 meses después de la aplicación de los tratamientos, en un bosque subhúmedo (La Chonta) y un bosque seco (Amazonic) en Santa Cruz, Bolivia.

BOSQUE SUBHUMEDO

Tratamiento (número de muestras)	% de árboles con cicatrices	% de árboles con rebrotes
Anillamiento solamente (n=70)	87	30
Anillamiento con 2,4-D (n=33)	24	3
Anillamiento con Glifisato (n=30)	53	13

BOSQUE SECO

Tratamiento (número de muestras)	% de árboles con cicatrices	% de árboles con rebrotes
Anillamiento solamente (n=70)	86	22
Anillamiento con 2,4-D (n=33)	32	6
Anillamiento con Glifisato (n=30)	45	38

Para determinar la eficacia de los tratamientos sobre cada especie individualmente, se combinaron los resultados de los dos tratamientos con herbicidas y se compararon con los resultados del tratamiento sin herbicida. En el bosque subhúmedo solamente tres especies (*Chorisia speciosa*, *Heliocarpus americana* y *Simira rufescens*) fueron controladas fácilmente con el anillado más herbicida, todos los individuos de estas especies presentaron una mortalidad mayor al 75% en sus copas, un año después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 3). Las especies más difíciles de controlar fueron *Gallesia integrifolia*, *Margaritaria nobilis*, *Myiciaria* sp., *Piptadenia* sp. y *Pseudolmedia laevis*; cada una cuales tuvo solamente un 33% de individuos con copas afectadas en más de un 75%. En el bosque seco, las especies más comunes (*Anadenanthera colubrina*, *Caesalpinia pluviosa* y *Piptadenia* spp.) tratadas con anillamiento y herbicida, presentaron más de 2/3 de sus individuos con una mortalidad mayor a 75% en sus copas, excepto *Acosmium cardenasii*, que sólo presentó buena efectividad en un 22% de los árboles tratados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de árboles de especies comunes tratados con anillamiento con o sin herbicida, que mostraron un daño de copa entre 75-100% en un bosque subhúmedo (La Chonta) y un bosque seco (Amazonic) en Santa Cruz, Bolivia.

BOSQUE SUBHUMEDO

Especies	Anillamiento con herbicida		Anillamiento solamente	
	N	%	N	%
<i>Ampelocera ruizii</i>	8	50	15	7
<i>Chorisia speciosa</i>	5	100	4	0
<i>Gallesia integrifolia</i>	3	33	6	0
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	50	3	0
<i>Heliocarpus americana</i>	4	100	6	33
<i>Margaritaria nobilis</i>	3	33	2	0
<i>Myrciaria sp.</i>	6	33	7	14
<i>Piptadenia sp.</i>	3	33	2	0
<i>Pseudolmedia lavéis</i>	6	33	7	0
<i>Simira rufescens</i>	2	100	4	25
Otras	21	66	14	7

BOSQUE SECO

Especies	Anillamiento con herbicida		Anillamiento solamente	
	N	%	N	%
<i>Acosmium cardenasii</i>	18	22	18	0
<i>Anadenanthera colubrina</i>	17	71	17	18
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	14	64	12	0
<i>Piptadenia spp.</i>	6	67	4	50
Otras	5	80	7	28

Los costos del tratamiento con 2,4-D son menores que con Glifisato, debido principalmente al precio de cada uno de los herbicidas. Asimismo, la variación de costos entre los dos tipos de bosque se debe a que en el bosque subhúmedo el diámetro promedio de los árboles tratados es mayor que el diámetro promedio de los árboles del bosque seco (Cuadro 4). Los costos del tratamiento de sólo anillado se encuentran en el rango de \$0.05-0.13 por árbol, mientras que con la aplicación de 2,4-D y glifisato el rango de costos se eleva a \$0.10-0.23 y \$0.22-0.43 respectivamente.

Cuadro 4. Costos y rendimientos de la aplicación de tres tratamientos en un bosque seco y un bosque subhúmedo en Santa Cruz, Bolivia.

	BOSQUE SECO	BOSQUE SUBHUMEDO
DAP promedio (cm)	34.0 (15-65)	38.3 (20-100)
Rendimiento solamente anillado	1 árbol /50 seg.	1 árbol /170 seg.
Rendimiento anillado más herbicida	1 árbol /66 seg./18.6 ml	1 árbol /196 seg./32.3 ml
Costo solamente anillado	US\$ 0.05	US\$ 0.13
Costo con 2,4-D/ árbol	US\$ 0.10	US\$ 0.23
Costo con Glifisato/ árbol	US\$ 0.22	US\$ 0.43

Discusión

Después de trece meses, el tratamiento de mayor efectividad y menor costo para los dos tipos de bosque, fue el anillamiento con motosierra más la aplicación de 2,4-D, el cual ocasionó la muerte o daño seriamente las copas de un 70% de los árboles tratados. El tratamiento con Glifisato dañó seriamente a un 40% de los árboles tratados. Por el contrario, el tratamiento sin herbicida fue el de mayor ineffectividad, ya que solamente alcanzó un control de aproximadamente el 10% de los árboles tratados.

La lenta y baja mortalidad de los árboles tratados solamente con anillamiento también fue observada en otros bosques tropicales (Lamprecht 1990, Negreros-Castillo and Mize 1994). La cicatrización sobre el anillamiento de muchos de los árboles tratados sin herbicida permitió la rápida reconexión de los tejidos cortados (floema), evitando o disminuyendo los efectos del anillado. Sin embargo, algunos de estos árboles morirán, sobre todo en las épocas más secas, pero los efectos de liberación o refinamiento serán esperados por un periodo más largo, comparado con los efectos que producen los árboles que mueren inmediatamente después del tratamiento. Asimismo, muchos de los árboles que no recibieron herbicidas produjeron rebrotes en el fuste, debajo del área anillada. Si bien estos rebrotes no tendrán un efecto sobre los árboles liberados, con el tiempo se convertirán en fustes mal formados de especies no comerciales, que continuarán ocupando un espacio y reduciendo la calidad del rodal.

La diferencia de eficacia entre los herbicidas, puede deberse, en parte, al modo de acción de los dos herbicidas. El 2,4-D es de acción hormonal, causando severos trastornos en el crecimiento lo cual, en la mayoría de los casos, produce la muerte del árbol. Este producto químico fue el más efectivo para evitar los rebrotes y la cicatrización sobre el anillado en ambos tipos de bosque. Por el contrario, el Glifisato imposibilita la producción del aminoácido fenilamina, lo cual causa una lenta muerte de la planta por falta de nutrientes. Por esta razón, es muy posible que algunos árboles tratados con Glifisato necesiten mas tiempo que los árboles tratados con 2,4-D para llegar a morir, ya que la muerte de éstos solamente ocurrirá cuando se agoten las reservas de carbohidratos que se encuentran almacenados en el tronco y las raíces. En un estudio realizado en Perú por Maruyama y Carrera (1989), se determinó que, 26 meses después de aplicar un tratamiento de anillado más Glifisato, 20 de 33 familias de árboles tuvieron una tasa de mortalidad superior al 80% y con soluciones mucho más bajas (15-33%) que la utilizadas en el presente estudio (50%). Los herbicidas de efectos rápidos pueden ser más deseables que los herbicidas de acción lenta, porque ocasionan una muerte rápida de los árboles tratados, beneficiando inmediatamente al árbol liberado.

La época de aplicación puede influir en la efectividad de los tratamientos con herbicidas. De acuerdo a Smith (1986), las aplicaciones cerca del final del periodo de lluvias, pueden ser más efectivas. Sin embargo, en el presente estudio los tratamientos fueron aplicados al final de la época seca, coincidiendo con el reverdecimiento (brote de hojas nuevas) de muchas especies. De todas maneras, es necesario seguir investigando la eficacia de los tratamientos con anillado en diferentes épocas del año.

El anillamiento con motosierra es una de muchas formas para anillar los árboles (Smith 1986, Lamprecht 1990). En el presente estudio se empleó una motosierra para el anillamiento, por la facilidad y rapidez con que se puede realizar esta operación, lo cual probablemente derive en un costo más bajo, comparado con el anillamiento manual. Para el anillamiento de árboles con raíces tablares, el anillamiento con motosierra es más efectivo que el anillamiento manual con hacha o machete, debido a que la punta de la espada de la motosierra puede cortar áreas con espacios reducidos. La principal desventaja del anillado con motosierra es el poco ancho de la banda de anillamiento (aproximadamente 1 cm), lo cual facilita una rápida reconexión del área cortada mediante la cicatrización. Los anillados con bandas anchas pueden incrementar la eficacia de los tratamientos (Negreros-Castillo and Hall 1994); sin embargo, se ha observado en árboles de bosques bolivianos, que grandes heridas causadas por los “skidders”, cicatrizan totalmente, lo cual indica que los anillos más anchos no necesariamente evitan que se vuelvan a cerrar las áreas cortadas. En cualquier caso, sería recomendable cortar bandas más anchas, cuando no se utilice ningún herbicida después del anillado.

Las opciones para el tratamiento de las especies difíciles de controlar con el anillado, tales como *Acosmium cardenasii*, puede incluir una mayor concentración de herbicida o la aplicación de herbicida sobre anillos más anchos o más de un anillo por árbol tratado. Las especies que exudan látex después del anillado, tal como *Pseudolmedia laevis*, son difíciles de controlar, porque la exudación reduce drásticamente la penetración del herbicida a través del anillado.

La silvicultura en Bolivia requiere de un mayor conocimiento sobre la utilización y eficacia de los arboricidas (hasta la fecha con mejores resultados en los trópicos) y otros tratamientos silviculturales orientados a incrementar la productividad de los bosques manejados. Estos conocimientos, que permitirían optimizar ecológica y económicamente la aplicación de los tratamientos, se adquieren mediante la investigación sistemática orientada a la práctica. En consecuencia, es de suma importancia realizar más estudios que involucren la utilización de otros herbicidas, diferentes concentraciones de éstos, así como otros métodos de anillamiento y su aplicación en diferentes épocas del año.

SECCION V

Referencias Bibliográficas

- Dickinson, M.B., D.F. Whigham, S.M. Hermann. 2000. Tree regeneration in felling and natural treefall disturbances in a semideciduous tropical forest in Mexico. *For. Ecol. Manage.* 134: 137-151.
- Fredericksen, T.S. 1998. Limitations of low-intensity selective logging for sustainable tropical forestry. *Comm. For. Rev.* 77:262-266.
- Fredericksen, T.S., D. Rumiz, M.J. Justiniano y R. Aguape. 1999. Harvesting free-standing figs for timber in Bolivia: potential implications for sustainability. *For. Ecol. Manage.* 116: 151-161.
- Gullison, R.E., S.N. Panfil, J.J. Strouse, and S.P. Hubbell. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. *Bot. J. Linn. Soc.* 122:9-34
- Hutchinson, I.D. 1988. Points of departure for silviculture in humid tropical forest. *Comm. For. Rev.* 67(3): 223-230
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Cooperación Técnica- Republica Federal de Alemania. 335 p.
- Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. 1999. Regeneration status of important tropical forest tree species in Bolivia: assessment and recommendations. *For. Ecol. Manage.* 124:263-273.
- Negreros-Castillo, P. y C. Mize. 1993. Effects of partial overstory removal on the natural regeneration of a tropical forest in Quintana Roo, Mexico. *For. Ecol. Manage.* 58:259-272.
- Negreros-Castillo, P. y R.B. Hall. 1994. Four methods for partial overstory removal in tropical forests in México. *J. Environ. Manage.* 41: 237-243.
- Pariona, W. y T.S. Fredericksen. 2000. Regeneración natural y liberación de especies comerciales establecidas en claros de corta en dos tipos de bosques bolivianos. Documento Técnico 97. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- Smith, D.M. 1986. The practice of Silviculture. John Wiley & Sons, New York.
- Snook, L.K. 1996. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King): grounds for listing a major tropical timber species in CITES. *Bot. J. Linn. Soc.* 122:35-46.

Valerio, J. y C. Salas. 1998. Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. Manual Técnico Bolfor. Santa Cruz, Bolivia.

Whitman, A.A., N.V.L. Brokaw y J.M. Hagan. 1997. Forest damage caused by selection logging of mahogany (*Swietenia macrophylla*) in northern Belize. For. Ecol. Manage. 92:87-96.