

PN-ACM-059

109956

**EFFECTOS DE LAS ALTERACIONES CAUSADAS POR  
"SKIDDERS" EN LA REGENERACION DE ARBOLES  
COMERCIALES EN CLAROS DE APROVECHAMIENTO  
EN UN BOSQUE TROPICAL DE BOLIVIA**

Documento Técnico 104/2001

**Todd S. Fredericksen  
William Pariona**

Autores

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

Objetivo Estratégico de Medio Ambiente (USAID/Bolivia)

**Efectos de las Alteraciones causadas por  
"Skidders" en la Regeneración de Arboles  
Comerciales en Claros de Aprovechamiento  
en un Bosque Tropical de Bolivia**

**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](mailto:bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo)  
Santa Cruz, Bolivia

---

*BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y el Gobierno de Bolivia e implementado  
por Chemonics International.*

*2*

## *Agradecimientos*

*Los autores desean expresar su agradecimiento a Agroindustria Forestal La Chonta Ltda. por la cooperación brindada para la realización del presente estudio. Asimismo, agradecen a Elizabeth McDonald, Marisol Toledo, Geoffrey Blate y Joaquín Justiniano por su ayuda en el trabajo de campo.*

---

## Tabla de Contenido

### RESUMEN EJECUTIVO

SECCION I	INTRODUCCION	I-1
SECCION II	METODOLOGIA	II-1
	A. Sitio de Estudio	II-1
	B. Diseño Experimental y Recolección de Datos	II-1
	C. Análisis de Datos	II-2
SECCION III	RESULTADOS	III-1
SECCION IV	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	IV-1
	A. Discusión	IV-1
	B. Conclusiones	IV-1
SECCION V	REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	V-1

---

## Resumen Ejecutivo

Se estudió el impacto de las alteraciones causadas por el paso de "skidders" en la regeneración de árboles comerciales en claros de aprovechamiento, mediante parcelas pareadas escarificadas y no escarificadas, además de levantamientos de claros enteros en áreas escarificadas y no escarificadas de un bosque tropical húmedo de Bolivia. Más de un año después de la creación de los claros de aprovechamiento, se evidenció una gran variabilidad entre la densidad de regeneración de éstos, pero la regeneración de la mayoría de las especies de árboles comerciales tendió a ser mayor en áreas escarificadas. La especie más beneficiada por las alteraciones causadas en el suelo por los "skidders" fue *Schizolobium amazonicum*, que mostró una densidad diez veces más alta y un crecimiento en altura dos veces mayor en áreas escarificadas, en comparación con áreas no escarificadas. Si bien inicialmente libre de vegetación y hojarasca, después de siete meses, el suelo de las áreas escarificadas mostró niveles de exposición semejantes a los de las áreas no escarificadas. La cobertura vegetal de las áreas escarificadas tendió a ser dominada por árboles de especies pioneras, mientras que las zonas no escarificadas fueron dominadas por plantas herbáceas y gramíneas.

### **Introducción**

La regeneración de árboles de especies comerciales es fundamental para la sostenibilidad de la producción maderable en los bosques tropicales naturalmente manejados. Las actividades de aprovechamiento pueden inhibir la regeneración en dichos bosques. Por ejemplo, se supone que la compactación de suelos y el desplazamiento de la capa superior de éstos son responsables de la disminución del potencial de establecimiento y posterior crecimiento de la regeneración en varios bosques del Asia (Malmer & Grip 1990, Jusoff & Majid 1992, Pinard *et al.* 1996, Van Gardigen *et al.* 1998, Pinard *et al.* 2000).

En los bosques tropicales de Bolivia, la regeneración natural es, en general, deficiente (Mostacedo y Fredericksen 1999), pero en varios estudios se ha observado una mejora en el reclutamiento de plántulas y brinzales después de la escarificación del suelo, causada por el paso de maquinaria de extracción forestal (Fredericksen *et al.* 1999, Fredericksen & Mostacedo 2000, Pariona & Fredericksen 2000). Asimismo, se han reportado resultados semejantes en otros bosques neotropicales (Verissimo *et al.* 1992, Snook 1996, Guariguata & Dupuy 1997, Dickinson & Whigham 1999, Dickinson *et al.* 2000).

Varios estudios de regeneración, efectuados en áreas impactadas por “skidders” u otra maquinaria de extracción forestal, se han enfocado en caminos madereros o pistas de arrastre que están fuera de los claros de aprovechamiento. Sin embargo, en los bosques de Bolivia, las maniobras de extracción de troncas realizadas por los “skidders” en claros de aprovechamiento, a menudo causan grandes alteraciones del suelo (Jackson *et al.*, en imprenta). El objetivo del presente estudio fue determinar el impacto de la escarificación del suelo, por el paso de “skidders”, en la regeneración de árboles comerciales en claros de aprovechamiento de un bosque tropical boliviano.

## SECCION II

---

### Metodología

#### A. Sitio de Estudio

El sitio de estudio está ubicado en una concesión forestal, de 100.000 ha, manejada por la empresa Agroindustria Forestal La Chonta Ltda. y ubicada 30 km al este de Ascensión de Guarayos. La temperatura media anual de la zona es de 24.5°C, la precipitación anual media corresponde a 1500 mm y la elevación es de 250 m.s.n.m. El área de estudio consistió en un compartimiento de corta de 852 ha (AAA 98-3), que fue aprovechado de mayo a diciembre de 1999. Para la corta, se efectuó un aprovechamiento por selección de árboles individuales, restringido a nueve especies, utilizando límites diamétricos de 50 a 70 cm de dap, habiéndose extraído un volumen de 14 m<sup>3</sup>/ha.

#### B. Diseño Experimental y Recolección de Datos

##### B1. Parcelas Permanentes

En septiembre de 1999 se ubicaron, sistemáticamente, 22 claros nuevos de aprovechamiento dentro del área de estudio. En cada claro, se instalaron parcelas pareadas de 4 m<sup>2</sup>: una sujeta a escarificación del suelo y otra sin escarificación (testigo). Las parcelas escarificadas se ubicaron, subjetivamente, en áreas impactadas por maquinaria de extracción, lo más cerca posible del centro de los claros. Estas parcelas se caracterizaron por una carencia casi total de cobertura vegetal ( $5.7 \pm 1.1\%$ ) y por la reducida cantidad de hojarasca presente en ellas ( $44.5 \pm 5.6\%$ ). Las parcelas testigo se ubicaron, al azar y mediante un marco para muestreo, en áreas no escarificadas de los claros de aprovechamiento, cuya disponibilidad de luz y posición topográfica eran similares a las de las parcelas escarificadas pareadas.

En septiembre de 1999 (inmediatamente después del aprovechamiento), abril del 2000 (después de la primera época de lluvias) y octubre del 2000 (más de un año después de la instalación de las parcelas), se estimó, con una aproximación del 5%, la densidad de regeneración de árboles comerciales, y el porcentaje de cobertura de hojarasca y del estrato vegetal del suelo (< 2 m de altura) en todas las parcelas. En abril y octubre del 2000, también se estimó la cobertura vegetal de las principales formas de vida (árboles, arbustos, plantas trepadoras y plantas herbáceas). En abril del 2000, se obtuvo un índice de compactación de suelos a través de mediciones efectuadas con un penetrómetro. Se realizó una lectura, con el mencionado aparato, en cada una de las cuatro esquinas de cada parcela y se usó la media de las cuatro lecturas para los análisis posteriores de datos. Asimismo, en abril del 2000, se emplaquetaron las plántulas nuevas y se midió su altura vertical. La altura de las plántulas emplaquetadas se volvió a medir en octubre del mismo año. En dicho mes, se evaluó la frecuencia relativa de la vegetación dominante en cada tratamiento, mediante la elaboración de una lista de las tres especies o géneros vegetales más abundantes en cada parcela.

## B2. Mediciones en Claros

Debido al tamaño relativamente reducido de las parcelas permanentes (4 m<sup>2</sup>) ubicadas en los 22 claros de aprovechamiento originales, se efectuó, en septiembre del 2000, un conteo de toda la regeneración de árboles comerciales en áreas no escarificadas de otros 20 claros de aprovechamiento, localizados en una zona distinta del lugar de estudio, que fue explotada 15 meses antes. Si bien la vegetación se recuperó en las áreas escarificadas, en general no fue difícil determinar por dónde se habían desplazado los "skidders" en los claros de aprovechamiento. Se midió la superficie afectada y no afectada por el paso de "skidders" en los claros y se contó el número de plántulas y brinzales de árboles comerciales > 50 cm de altura, convirtiéndose luego este número a una cifra por hectárea.

## C. Análisis de Datos

La mayoría de los datos se analizó mediante una prueba pareada de *t* o una prueba de Wilcoxon de rangos por signo, debido a la distribución anormal de los datos o las varianzas heterogéneas de datos entre tratamientos. Se usaron como repetición las medias de las parcelas individuales. Para los datos de altura, se efectuó una prueba *t* de Student, usando árboles individuales como repeticiones. Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando  $P \leq 0.05$ .

## SECCION III

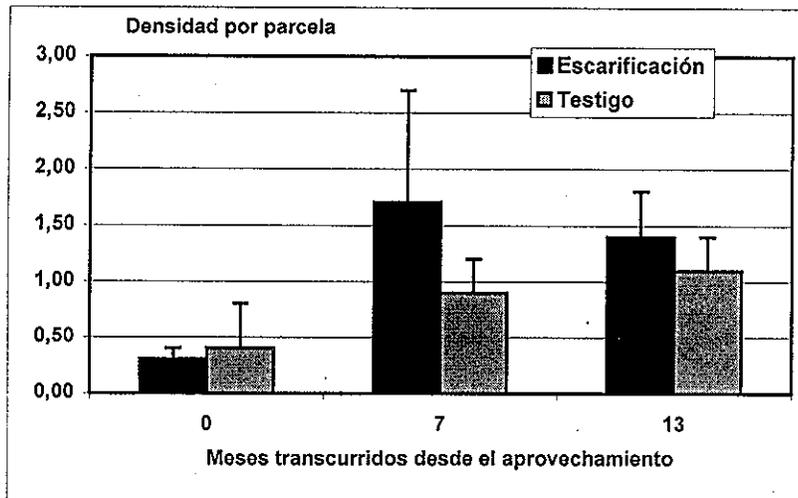
### Resultados

La densidad de árboles comerciales en las parcelas permanentes pareadas (de 4 m<sup>2</sup>) dentro de los claros de aprovechamiento no varió significativamente entre las áreas escarificadas o no escarificadas, durante ninguno de los períodos de medición del estudio (Figura 1). Sin embargo, la medición de la densidad de árboles en áreas escarificadas y no escarificadas de claros enteros reveló que ésta era significativamente mayor en las zonas escarificadas, transcurridos quince meses del aprovechamiento (Cuadro 1). Dentro de estos claros, el tamaño promedio de las áreas no intervenidas fue, leve pero no significativamente, mayor que en las áreas alteradas por el paso de "skidders" ( $0.21 \pm 0.004$  ha comparado con  $0.18 \pm 0.002$  ha). La mayor densidad total de regeneración en áreas escarificadas se elevó debido a las densidades mucho más altas (casi 10 veces mayores) de la especie *Schizolobium amazonicum* en las zonas escarificadas de los claros de aprovechamiento (Cuadro 1). La mayoría de las demás especies arbóreas comerciales mostró densidades más altas de regeneración en las áreas escarificadas, aunque la densidad de casi todas éstas fue muy baja, a excepción de *Hura crepitans* (Cuadro 1). Sólo dos especies: *Terminalia oblonga* y *Tabebuia serratifolia* presentaron densidades numérica pero no estadísticamente mayores en las áreas no escarificadas de los claros de aprovechamiento estudiados (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Densidad media (#/ha)  $\pm$  un error estándar de brinzales de árboles comerciales en áreas escarificadas y no escarificadas (testigo) en claros enteros de aprovechamiento (n = 20) quince meses después del aprovechamiento en un bosque tropical húmedo de Bolivia. Se presentan también las probabilidades de la prueba Wilcoxon de rangos por signo (Z) para las especies comunes.

Especie	Escarificadas	No escarificadas	P > Z
Todas las especies	543.9 $\pm$ 102.9	189.5 $\pm$ 56.3	0.03
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	13.6 $\pm$ 10.1	4.5 $\pm$ 4.5	-
<i>Cariniana ianeirensis</i>	11.1 $\pm$ 7.6	4.2 $\pm$ 4.2	-
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	3.6 $\pm$ 3.6	0.0 $\pm$ 0.0	-
<i>Cedrela odorata</i>	8.8 $\pm$ 8.8	4.3 $\pm$ 3.3	-
<i>Ficus glabrata</i>	2.2 $\pm$ 2.2	0.0 $\pm$ 0.0	-
<i>Hura crepitans</i>	132.6 $\pm$ 32.0	118.7 $\pm$ 45.4	0.31
<i>Hymenaea courbaril</i>	2.2 $\pm$ 2.2	0.0 $\pm$ 0.0	-
<i>Pouteria nemorosa</i>	4.5 $\pm$ 4.5	1.0 $\pm$ 1.0	-
<i>Pseudolmedia laevis</i>	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-
<i>Schizolobium amazonicum</i>	316.7 $\pm$ 82.8	36.8 $\pm$ 33.2	0.005
<i>Spondias mombin</i>	26.7 $\pm$ 20.2	0.0 $\pm$ 0.0	-
<i>Tabebuia serratifolia</i>	11.1 $\pm$ 11.1	15.0 $\pm$ 15.0	-
<i>Terminalia oblonga</i>	2.3 $\pm$ 2.3	5.0 $\pm$ 5.0	-

Figura 1. Densidad media (#/4m<sup>2</sup>) y un error estándar de la regeneración de árboles comerciales en parcelas escarificadas y no escarificadas en claros del dosel, después de 0, 7 y 13 meses del aprovechamiento en un bosque tropical húmedo de Bolivia.



La altura media de la regeneración comercial fue mayor en las parcelas escarificadas (Cuadro 2). Reiterando, esta tendencia se acrecentó debido a la mayor altura de los individuos de *Schizolobium amazonicum* presentes en las parcelas sujetas a escarificación (Cuadro 2). No obstante, se observó la tendencia hacia un mayor crecimiento en altura de otras especies como *Spondias mombin* y *Pseudolmedia laevis* en las parcelas escarificadas. El tamaño de la muestra de otras especies fue demasiado reducido para efectuar comparaciones.

A tiempo de la instalación de parcelas (septiembre de 1999) la media de cobertura vegetal fue siete veces mayor y la de cobertura de hojarasca dos veces mayor en las parcelas no escarificadas, con respecto a las escarificadas (Cuadro 3). Transcurridos 7 y 13 meses, la cobertura vegetal y de hojarasca comenzó a asemejarse entre los tratamientos, pero la cobertura se mantuvo ligeramente más alta en las parcelas testigo. Tanto después de 7, como de 13 meses, las parcelas testigo fueron dominadas por plantas herbáceas, mientras que las parcelas escarificadas fueron dominadas por vegetación arbórea (Figuras 2a y 2b). A los 13 meses, se observó una tendencia hacia la convergencia entre tratamientos en cuanto a la cobertura vegetal de todas las formas de vida, aunque la cobertura de plantas herbáceas se mantuvo significativamente más alta en las parcelas testigo, con respecto a las escarificadas. Las especies o grupos de plantas dominantes más frecuentes en las parcelas testigo fueron helechos (Pteridófitos), las plantas herbáceas *Costus escaber* y *Heliconia* spp. y la gramínea *Lasiacis sorghoidea*. Las especies o grupos de plantas dominantes más comunes en las áreas escarificadas fueron la trepadora *Pfaffia brachyata* y las especies arborescentes pioneras *Urera baccifera* y *Cecropia* spp.

**Cuadro 2.** Altura media (m)  $\pm$  un error estándar de plántulas/brinzales de especies arbóreas comerciales en parcelas escarificadas y no escarificadas (testigo) en claros de aprovechamiento estudiados en un bosque tropical húmedo de Bolivia. Los pares de tratamientos señalados con un asterisco son significativamente diferentes si se usa la prueba t de Student con un valor de  $P \leq 0.05$ .

Especie	7 meses	13 meses
<i>Todas las especies</i>		
Escarificadas	1.96 $\pm$ 0.14 (n=34)*	1.96 $\pm$ 0.25 (n=25)*
No escarificadas	0.88 $\pm$ 0.14 (n=19)	1.04 $\pm$ 0.13 (n=22)
<i>Cariniana laneirensis</i>		
Escarificadas	0.00 $\pm$ 0.00	0.60 $\pm$ 0.00 (n=1)
No escarificadas	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00
<i>Hura crepitans</i>		
Escarificadas	0.00 $\pm$ 0.00	0.80 $\pm$ 0.00 (n=1)
No escarificadas	1.50 $\pm$ 0.00 (n=1)	1.53 $\pm$ 0.00 (n=1)
<i>Pseudolmedia laevis</i>		
Escarificadas	1.00 $\pm$ 0.00 (n=2)*	0.75 $\pm$ 0.15 (n=4)
No escarificadas	0.31 $\pm$ 0.09 (n=7)	0.60 $\pm$ 0.13 (n=7)
<i>Schizolobium amazonicum</i>		
Escarificadas	2.12 $\pm$ 0.16 (n=28)*	2.69 $\pm$ 0.29 (n=15)*
No escarificadas	1.28 $\pm$ 0.17 (n=9)	1.46 $\pm$ 0.21 (n=9)
<i>Spondias mombin</i>		
Escarificadas	1.36 $\pm$ 0.06 (n=4)*	1.24 $\pm$ 0.34 (n=4)
No escarificadas	0.83 $\pm$ 0.08 (n=2)	0.76 $\pm$ 0.14 (n=4)

**Figura 2a.** Porcentaje medio de cobertura y un error estándar de formas vegetales de vida en parcelas pareadas, escarificadas y no escarificadas, en claros del dosel, 7 meses después del aprovechamiento en un bosque tropical húmedo de Bolivia.

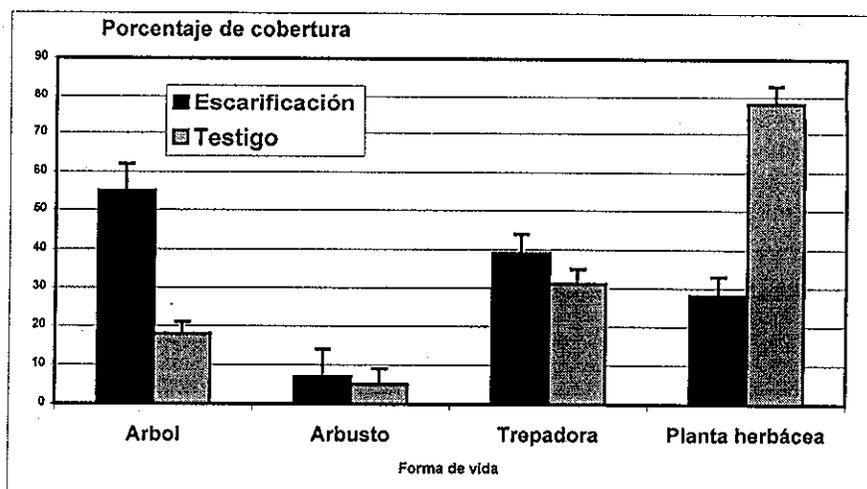
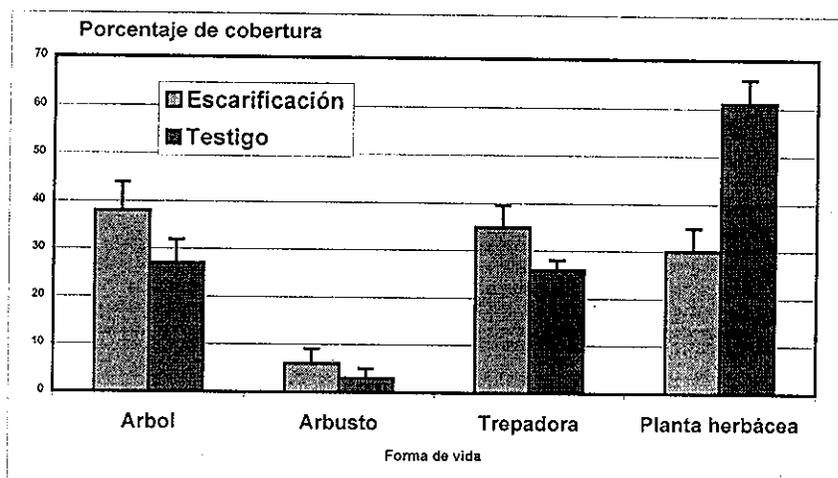


Figura 2b. Porcentaje medio de cobertura y un error estándar de formas vegetales de vida en parcelas pareadas, escarificadas y no escarificadas, en claros del dosel, 13 meses después del aprovechamiento en un bosque tropical húmedo de Bolivia.



Cuadro 3. Media ( $\pm$  un error estándar) de cobertura de vegetación y hojarasca después de 0, 7 y 13 del aprovechamiento en áreas escarificadas y testigo de claros de corta en un bosque tropical húmedo de la concesión La Chonta, en Bolivia.

**Porcentaje de cobertura vegetal**

Tratamiento	Tiempo transcurrido desde el aprovechamiento		
	0 meses	7 meses	13 meses
Escarificación	5.7 $\pm$ 1.1 a	91.4 $\pm$ 2.0 a	78.6 $\pm$ 3.2 a
Testigo	37.7 $\pm$ 3.6 b	96.9 $\pm$ 1.2 b	85.5 $\pm$ 2.4 a

**Porcentaje de cobertura de hojarasca**

Tratamiento	Tiempo transcurrido desde el aprovechamiento		
	0 meses	7 meses	13 meses
Escarificación	44.5 $\pm$ 5.6 a	91.4 $\pm$ 2.0 a	93.8 $\pm$ 2.4 a
Testigo	99.7 $\pm$ 0.2 b	96.9 $\pm$ 1.2 b	100.0 $\pm$ 0.0 b

Transcurridos siete meses, la media de compactación del suelo fue significativamente más alta en las parcelas escarificadas ( $0.39 \pm 0.08 \text{ kg/m}^2$ ), comparada con las parcelas testigo ( $0.23 \pm 0.04 \text{ kg/m}^2$ ).

### Discusión y Conclusiones

#### A. Discusión

La escasez de regeneración de especies comerciales es común en los bosques tropicales de Bolivia (Mostacedo & Fredericksen 1999). La razón de esta carencia no es clara, pero existen varios mecanismos potenciales que podrían causarla, como la ausencia de árboles semilleros debido a la extracción muy selectiva realizada en el pasado, la falta de condiciones adecuadas de micrositio para la germinación de semillas y/o la competencia excesiva de la maleza (Mostacedo & Fredericksen 1999). Entre los métodos que se han probado para mejorar la regeneración de especies comerciales en Bolivia se incluyen las quemadas controladas (Pinard *et al.* 1997; Heuberger *et al.* 2001; Kennard *et al.* en imprenta) y las normas para la conservación de árboles semilleros (Fredericksen *et al.* 2001). Sin embargo, todos estos tratamientos han demostrado ser muy costosos o sólo parcialmente efectivos para brindar una adecuada regeneración de árboles comerciales. Varios estudios reportan un aumento de la regeneración de varias especies en áreas alteradas por el paso de "skidders" (Fredericksen & Mostacedo 2000, Fredericksen *et al.* 2000, Pariona & Fredericksen 2000, Fredericksen *et al.* 2001). Los estudios realizados en otros bosques neotropicales indican que la regeneración comercial se puede mejorar mediante una mayor alteración del suelo (Whitman *et al.* 1997, Dickinson *et al.* 2000). En el Brasil, d'Oliveira (2000) indica que se puede aumentar el éxito del enriquecimiento mediante el plantío en rodeos y otras zonas escarificadas.

Los resultados del presente estudio confirman que la regeneración se puede mejorar mediante la alteración del suelo en claros de aprovechamiento, si bien otros factores, aparte de la escarificación, indudablemente son importantes para garantizar la regeneración en éstos y el grado de provecho varía de una especie a otra. Por ejemplo, *Schizolobium amazonicum*, que es una especie adaptada a las alteraciones, evidentemente se beneficia con los disturbios del suelo en claros de aprovechamiento, mas sólo si existen árboles semilleros cerca de los claros. Esta especie no existe en el sotobosque y se regenera, casi exclusivamente, a partir de semillas. Aparte de *S. amazonicum*, la regeneración de árboles comerciales en el bosque del estudio se produce en manchas aisladas y con densidades muy bajas.

Los mecanismos que impulsan la regeneración de otras especies son menos conocidos. En el bosque del estudio se ha observado que la regeneración de algunas especies (*Cariniana* spp., *Aspidosperma* spp., *Caesalpinia pluviosa*) sólo ocurre cuando se alcanzan picos de producción de semillas durante ciclos de abundante floración y fructificación (2 a 4 años) y cuando la consiguientemente elevada producción de semillas coincide con alteraciones (vientos, incendios o inundaciones) que abren el dosel, proporcionando sitios para la germinación y eliminando la vegetación competidora para aumentar la supervivencia y el crecimiento de plántulas. En contraste, la especie *Spondias mombin* parece regenerarse mayormente mediante brotes radiculares de árboles adultos cercanos.

En ciertas especies (*Cedrela* spp., *Ficus glabrata*), la producción de semillas tiende a ser constante y abundante cada año, pero la regeneración casi siempre se produce en áreas con gran alteración del suelo. Sin embargo, los árboles semilleros son insuficientes, como en el caso de *Cedrela*, o la producción de semillas es asincrónica, como en el caso de *Ficus*, lo cual limita su regeneración. Cabe notar que la mara (*Swietenia macrophylla*), según se reporta en la bibliografía para Centroamérica (Lamb 1966, Snook 1996, Whitman *et al.* 1997, Dickinson & Whigham 1999) y otras regiones de Bolivia (Gullison *et al.* 1996, Gunter 2001), parece tener características de regeneración similares a las de *Cedrela*, pero en La Chonta *S. macrophylla* se regenera en áreas que no han estado sujetas a grandes alteraciones del suelo y que no disponen de mucha luz (T.S. Fredericksen, observación personal). La razón de esta diferencia no es clara, por lo que sería recomendable llevar a cabo, en este bosque, estudios sobre la necesidad de áreas con suelos escarificados y/o disponibilidad de luz para la regeneración de la mara.

Aparte del aumento en la densidad de regeneración de la mayoría de las especies, el crecimiento de las plántulas establecidas en áreas escarificadas fue mayor que el de las que se establecieron en zonas no escarificadas. La baja cobertura inicial de vegetación competitiva en áreas escarificadas es un factor posible para este mayor crecimiento, puesto que, al principio del presente estudio, dicha cobertura correspondía aproximadamente a sólo un 15% de la cobertura presente en áreas no escarificadas. Otra posibilidad es que la ausencia de hojarasca haya permitido el rápido establecimiento de plántulas en áreas escarificadas, con la consiguiente ventaja para el crecimiento. Al parecer, la mayor compactación de suelos en los sitios escarificados no perjudicó el crecimiento de plántulas o, por lo menos, no anuló las demás ventajas debidas a la escarificación del suelo.

## B. Conclusiones

Los resultados del presente estudio indican que las alteraciones causadas por los “skidders” tienen un efecto positivo en la regeneración de árboles comerciales en los claros de corta del bosque evaluado; dichos resultados están respaldados por un aumento de la regeneración en áreas con suelo escarificado en otros compartimientos de aprovechamiento, tales como caminos forestales y pistas de arrastre primarias y secundarias situadas fuera de claros (Jackson *et al.*, en imprenta; Quevedo & Fredericksen 2000). La escarificación mediante “skidders” no aumentaría significativamente la regeneración de varias especies, además de que los niveles elevados de alteración del suelo podrían ser contraproducentes para la regeneración, debido a la consiguiente compactación. No obstante, es posible que la alteración del suelo, por el paso de “skidders”, pueda utilizarse como una herramienta silvicultural de bajo costo para mejorar las condiciones para la germinación y el rebrote de varias especies arbóreas comerciales en claros de aprovechamiento del bosque estudiado y para aumentar el posterior crecimiento de las plántulas establecidas, debido al control de la vegetación competitiva. Esta escarificación se puede llevar a cabo, previamente a la extracción de troncos, durante las operaciones de aprovechamiento. Actualmente, en el lugar de estudio, se están estudiando varios tratamientos silviculturales en escala operativa para la mejora de la regeneración. Uno de estos tratamientos es la escarificación de suelos, mediante “skidders”, en claros de aprovechamiento, incluyendo el traslado de desechos de corta a los bordes de los claros, a fin de eliminar obstrucciones que podrían inhibir la germinación, el establecimiento y el crecimiento de las plántulas de especies arbóreas comerciales.

## SECCION V

---

### Referencias Bibliográficas

- Dickinson, M.B., Whigham, D.F., & Hermann, S.W. 2000. Tree regeneration in felling and natural treefall disturbances in a semideciduous tropical forest in Mexico. *Forest Ecology and Management* 134 : 137-151.
- Dickinson, M.B. & Whigham, D.F. 1999. Regeneration of mahogany (*Swietenia macrophylla*) in the Yucatan. *International Forestry Review* 1 : 35-39.
- Fredericksen, T.S., Mostacedo, B., Justiniano, J., & Ledezma, J. 2001. Seedtree retention considerations for uneven-aged management in Bolivian tropical forests. *Journal of Tropical Forest Science* 13:
- Fredericksen, T.S. & Mostacedo, B. 2000. Regeneration of sawtimber species following selective logging in a Bolivian tropical forest. *Forest Ecology and Management* 131 : 47-55.
- Fredericksen, T.S., Justiniano, M.J., Mostacedo, B., Kennard D., & McDonald, L. 2000. Comparative regeneration ecology of three leguminous timber species in a Bolivian tropical dry forest. *New Forests* 20 : 45-64.
- Fredericksen, T.S., Rumiz, D., Justiniano, M.J., & Aguape, R. 1999. Harvesting free-standing figs for timber in Bolivia: potential implications for sustainability. *Forest Ecology and Management* 116 : 151-161.
- Gardingen Van, P.R., Clearwater, M.J., Nifinluri, T., Effendi, R., Rusmantor, W., Noor, M., Mason, P.A., Ingelby, K., & Munro, R.C. 1998. Impacts of logging on the regeneration of lowland Dipterocarp forest in Indonesia. *Commonwealth Forestry Review* 77 : 71-81.
- Guariguata, M.R. & J.M. Dupuy. 1997. Post-logging forest regeneration along skid trails in the Atlantic lowlands of Costa Rica. *Biotropica* 29 : 15-28.
- Gullison, R.E., Panfil, S.N., Strouse, J.J., & Hubbell, S.P. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. *Botanical Journal of the Linnaean Society* 122 : 9-34.
- Gunter, S. 2001. Impacto de los factores ecológicos en la regeneración de la mara (*Swietenia macrophylla* King.) en bosques naturales de Bolivia. *En Ecología de la Regeneración Natural y Silvicultura en Bosques Tropicales de Bolivia*. Mostacedo, B. & T.S. Fredericksen (eds.). Proyecto Bolfor, Santa Cruz, Bolivia.
- Heuberger, K., Fredericksen, T.S., Toledo, M., Urquieta, W., & Ramirez, F. 2001. *Mechanical cleaning and prescribed burning for recruiting commercial tree regeneration in a Bolivian dry forest*. Technical Document. Proyecto BOLFORD, Santa Cruz, Bolivia.

- Jackson, S.M., T.S. Fredericksen, & J.R. Malcolm. En imprenta. Area disturbed and residual stand damage following logging in a Bolivian tropical forest. *Forest Ecology and Management*.
- Jusoff, K. & Majid, N.M. 1992. An analysis of soil disturbance from a logging operation in a hill forest of Peninsular Malaysia. *Forest Ecology and Management* 47 : 323-333.
- Kennard, D.K., Gould, K., Putz, F.E., Fredericksen, T.S. & Morales, F. En imprenta. Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*.
- Lamb, F.B. 1966. *Mahogany of Tropical America: Its Ecology and Management*. University of Michigan Press, Ann Arbor, USA, 220p.
- Malmer, A. & Grip, H. 1990. Soil disturbance and loss of infiltrability caused by mechanical and manual extraction of tropical rainforest in Sabah, Malaysia. *Forest Ecology and Management* 38 : 1-12.
- Mostacedo, B. & Fredericksen, T.S. 1999. Regeneration status of important tropical forest tree species in Bolivia: assessment and recommendations. *Forest Ecology and Management* 124 : 263-273.
- Oliveira D', M.V.N. 2000. Artificial regeneration in gaps and skidding trails after mechanized forest exploitation in Acre, Brazil. *Forest Ecology and Management* 127 : 67-76.
- Pariona, W. & Fredericksen, T.S. 2000. *Regeneración natural y liberación de especies comerciales establecidas en claros de corta en dos tipos de bosques bolivianos*. Technical Document 97, Proyecto Bolfor, Santa Cruz, Bolivia.
- Pinard, M.A., Barker, M.G. & Tay, J. 2000. Soil disturbance and post-logging forest recovery on bulldozer paths in Sabah, Malaysia. *Forest Ecology and Management* 130 : 213-225.
- Pinard, M.A., Veizaga, S.A., & Stanley, S.A. 1998. Mejora de la regeneración de especies arbóreas en los claros de corta de un bosque estacionalmente seco en Bolivia. Pp. 157-160. *En Simposio Internacional sobre Posibilidades de Manejo Forestal Sostenible en América Tropical*. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Pinard, M.A., Howlett, B., & Davidson, D. 1996. Site conditions limit pioneer tree recruitment after logging of Dipterocarp forests in Sabah, Malaysia. *Biotropica* 28 : 2-12.
- Quevedo, L. & T.S. Fredericksen. 2000. Regeneration of *Ficus glabrata* in a Bolivian tropical forest and silvicultural implications. *IUFRO International Symposium on Integrated Management of Neotropical Rainforests by Industries and Communities*. EMBRAPA, Belém, Brazil.

- Snook, L.K. 1996. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King): grounds for listing a major tropical timber species on CITES. *Botanical Journal of the Linnaean Society* 122 : 35-46.
- Verissimo, A., Barreto, P., Mattos, M., Tarifa, R., And Uhl, C. 1992. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: The case of the Paragominas. *Forest Ecology and Management* 55 : 169-199.
- Whitman, A.A., Brokaw, N.V.L. And Hagan, J.M. 1997. Forest damage caused by selection logging of mahogany (*Swietenia macrophylla*) in northern Belize. *Forest Ecology and Management* 92 : 87-96.