

# BOLFOR

*Proyecto de Manejo Forestal Sostenible*

Santa Cruz, Julio 2000

## Notas Técnicas



Por

**Ing. Freddy Contreras**  
**Tec. Alfredo Alarcón**

Es una publicación de  
**BOLFOR**  
Proyecto financiado por  
USAID y PL480

Dirección:  
Cuarto Anillo, Av. 2 de  
Agosto  
Casilla 6204  
Santa Cruz, Bolivia  
Fax: 591-3-480854  
Tel: 591-3-480766-480767  
Email:  
[bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo](mailto:bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo)

### Evaluación de daños a la masa remanente, desperdicio de madera y cuantificación de residuos durante la operación de corta de árboles

#### Introducción

Toda actividad de explotación maderera causa daños al bosque y el grado de los mismos está determinado por la intensidad de extracción, la planificación previa a las operaciones de corta, la calidad de los métodos empleados y el tiempo transcurrido desde la corta anterior (Sarre, 1995).

Hay un gran número de factores que inciden en la frecuencia, tamaño y forma de los claros de corta y, por consiguiente, el daño que se produce durante la ejecución del aprovechamiento se concentra, principalmente, en los árboles de futura cosecha que son más susceptibles a las lesiones causadas por la caída de árboles (Méndez y Maginnis, 1997).

Entre 1996 y 1998, el Proyecto BOLFOR capacitó en técnicas de corta dirigida a 87 motosierristas y 105 profesionales y estudiantes forestales. En 1999, se realizaron varios cursos de corta dirigida en diferentes empresas madereras, donde se observó la ausencia total de los motosierristas capacitados en años anteriores. Se observó, también, una escasa presencia de personal técnico durante las operaciones de corta y arrastre, estando la toma de decisiones técnicas en manos de los mismos motosierristas y operadores de "skidders". Asimismo, debe señalarse que entre estos operadores no existe comunicación o ésta se limita a la cuantificación del número de árboles a cortar. Otro aspecto a destacar es el poco o ningún uso que se hace de mapas de censo y, en muchos casos, sólo se entrega al motosierrista una lista de los árboles que se deben cortar y de las fajas que se tienen que intervenir.

El control y la evaluación del cumplimiento de las operaciones de aprovechamiento no se ejecutan o éstos se limitan a la cuantificación de la cantidad de kilómetros de caminos abiertos y al número de rodeos construidos. Puesto que no se cuenta con información sobre el estado del aprovechamiento, los administradores y las personas responsables del manejo no pueden, ni podrán, realizar los ajustes necesarios en las futuras operaciones.

A continuación, se presenta una metodología para la recopilación de datos, el procesamiento y la presentación de resultados de las correspondientes evaluaciones; además se destacan los esfuerzos que se deberán realizar para mejorar los controles y la capacitación de todo el personal de campo.



## Metodología

Los datos de campo se deben tomar en una AAA en la que se estén ejecutando labores de aprovechamiento forestal. Se debe seleccionar entre los motosierristas a uno que haya recibido adiestramiento en corta dirigida y que esté aplicando en su trabajo los conocimientos adquiridos, y a otro que esté aplicando la corta tradicional. En cada caso, se debe realizar un seguimiento del trabajo del personal mencionado, sin perjudicar ni influenciar su rendimiento.

El tiempo de observación dependerá de la variabilidad de los primeros resultados; si la variabilidad de éstos es alta, se debe recoger un mayor número de datos, si la variabilidad es baja, bastará con el número de registros obtenidos.

Preferentemente, se debe seleccionar el mismo número de árboles para la corta que efectuará cada uno de los motosierristas. Para cada caso se deben registrar los siguientes datos:



### VARIABLES REGISTRADAS EN ÁRBOLES APROVECHABLES EN PIE

- ☞ **Número de árbol:** Se anota el número asignado al árbol durante el censo forestal; éste se encontrará en la placa correspondiente.
- ☞ **Nombre común:** Se anota el nombre común del árbol (el nombre con el que se lo conoce en la zona).
- ☞ **Dap (cm):** Se registra la medida del diámetro, realizada a la altura del pecho. En caso de árboles con aletones o deformaciones, se deben hacer modificaciones según el caso.
- ☞ **Diámetro de la copa:** Se mide un solo diámetro de la copa, a 90° de la dirección de caída del árbol.

Una vez que el árbol ha sido apeado, se debe registrar la siguiente información cerciorándose de que ésta se refiera al árbol previamente registrado.



### VARIABLES REGISTRADAS EN ÁRBOLES APROVECHABLES APEADOS

#### ☞ Fuste comercial

- **Largo:** Se mide el largo comercial del fuste, según el despunte efectuado por el motosierrista. En caso de existir ramas o saneamiento del fuste, cada troza se deberá medir por separado.
- **Diámetro mayor:** Esta medición se efectúa, con flexómetro, en la parte más gruesa

del fuste, descontando el grosor de la corteza.

- **Diámetro menor:** Esta medición se efectúa, también con flexómetro, en la parte más delgada del fuste, descontando el grosor de la corteza.

#### ☞ Pérdida en el tocón

- **Diámetro:** Se mide el diámetro mayor y el menor, en forma cruzada, sin contar los aletones, y se registra el promedio de las mediciones.
- **Pérdida por altura:** Se mide desde el corte realizado (corte de caída) hasta donde se podría aprovechar el fuste, según las posibilidades de procesamiento de la empresa.

#### ☞ Daños en el fuste comercial

- **Daños por cortes inadecuados:** Se registran los daños provocados en el fuste comercial durante el apeo y/o troceo.
- **Porcentaje del diámetro:** Se estima el porcentaje de pérdida por rajadura.
- **Largo:** Se mide el largo total de las rajaduras en el fuste comercial.
- **Daños por la caída:** Se registran los daños provocados por la caída del árbol (talado sobre tocón, cambio de topografía, etc.), además de los daños en los árboles talados sobre su propia horqueta (palca).
- **Porcentaje de diámetro:** Se estima el porcentaje de pérdida por rajadura.

#### ☞ Desperdicio de fustes comerciales (trozas)

- **Diámetro:** Se mide el diámetro en el centro del desperdicio y descontando la corteza. La empresa deberá definir las dimensiones de las trozas, según las exigencias del mercado.
- **Largo:** Se mide el largo del desperdicio, según los requerimientos de la empresa.

#### ☞ Ramas o residuos aprovechables

- **Diámetro:** Se mide el diámetro en la parte central del residuo y descontando la corteza. Estas mediciones dependen de los criterios de la empresa y las exigencias del mercado.
- **Largo:** Se mide el largo del desperdicio, según los requerimientos de la empresa.



### ☞ Descripción del claro

Esta descripción se refiere al claro formado por la caída de la copa del árbol, sin tomar en cuenta el daño que provoca el fuste en la vegetación.

- *Largo del claro:* Se mide desde el eje central de la copa hasta el final de ésta.
- *Ancho promedio del claro:* La primera medición se realiza al inicio de la copa (ancho del claro) y, después, cada 5 metros hasta el final de ésta. Se obtiene el promedio de las mediciones y sólo se registra éste (promedio del ancho del claro).

### ☞ Clasificación de la dirección de caída

La dirección de caída se puede clasificar en cuatro categorías diferentes (muy buena, buena, regular y mala). El evaluador estima el porcentaje de daño que se podría evitar si se eligiera otra dirección de caída:

- *Muy buena (mb):* Dirección de caída debidamente elegida; muy poco daño; no se puede evitar los daños causados (0-10 %)
- *Buena (b):* Dirección de caída buena; con una dirección mejor elegida se podría evitar entre 10 y 40 % de los daños ocasionados.
- *Regular (r):* Dirección de caída aceptable; con una dirección de caída mejor elegida se podría evitar entre 40 y 70 % de los daños.
- *Mala (m):* Dirección de caída mal elegida, con una mejor dirección de caída se podría evitar entre 70 y 100 % de los daños.

### ☞ Cuantificación de daños a la masa remanente

La cuantificación de daños a la masa remanente se debe realizar estimando tanto el diámetro como la altura y clasificándolos por clase diamétrica entre 10 y más de 40 cm. Es posible que, debido a fustes partidos, rajados y/o aplastados, la altura comercial de los árboles dañados no se pueda medir. En este caso, se puede generar un modelo que permita determinar el volumen en función del diámetro a la altura del pecho (dap). En otros casos, se puede ajustar una curva con datos provenientes de parcelas permanentes instaladas y evaluadas en la AAA. Las variables tomadas en cuenta para el ajuste pueden ser el dap y la altura comercial. Con este modelo, se determina la altura comercial a partir de

la información del dap; luego se puede aplicar la fórmula de Smalian para estimar el volumen de los árboles dañados.

### ☞ Residuos

Se considera residuos a aquellas ramas y partes del fuste que se dejan en el bosque y cuyos diámetros son iguales o mayores a 30 cm en el extremo más delgado y cuyo largo mínimo es de 2.5 metros, aunque también se deben considerar la rectitud y sanidad de las trozas. El diámetro se determina con cinta diamétrica y el largo con cinta métrica, el cálculo del volumen se realiza mediante la fórmula de Smalian.

### ☞ Desperdicios

Desperdicios son aquellos fustes que sufrieron daños al caer (astillados, reventados y/o rajados). El diámetro de estos fustes se mide en la parte central y también se registra el largo de la troza afectada en metros. Asimismo, se toma la medida de la altura del tocón por encima de 30 cm.

### ☞ Daños

Para cuantificar los daños a los árboles de futura cosecha, se evalúan todos los árboles dañados a partir de 10 cm de dap, empleando las siguientes tres categorías de daño:

- *Arbol muerto:* Arbol totalmente destruido.
- *Arbol con daños graves:* La mitad de la copa del árbol está destruida y existen daños graves en el fuste, pero el árbol sobrevive.
- *Arbol con daños menores:* El árbol presenta algunas ramas quebradas y la corteza muestra daños menores.

## Presentación de los resultados

Aunque la destrucción de árboles de futura cosecha es inevitable durante las operaciones de corta, ésta pueden disminuir notablemente, si tanto el personal técnico como los motosierristas están bien entrenados tanto en las técnicas de apeo, como en el uso e interpretación de los mapas de censos y, por supuesto, se cuenta con asistencia técnica.

A continuación se presentan los resultados de una evaluación ejecutada en una concesión de la zona subtropical del departamento de Santa Cruz.



Cuadro 1. Resultados, número de árboles y volumen afectado por categoría de daño, y clase diamétrica, por motosierrista (para un total de 90 árboles)

Descripción	Clase diamétrica								Total	
	10-20		20-30		30-40		>40		1	2
	1	2	1	2	1	2	1	2		
Nº de árboles muertos	121	139	30	32	12	24	3	5	166	200
Volumen (m <sup>3</sup> ) <sup>3</sup>	11.12	12.7	10.5	11.23	9.76	19.51	3.43	5.72	34.84	49.23
Nº de árboles con daños graves	45	54	7	21	2	17	-	5	54	97
Volumen (m <sup>3</sup> )	4.14	4.96	2.46	7.37	1.63	13.82	-	5.72	8.23	31.87
Nº de árboles con daños menores	19	33	8	12	5	4	1	2	33	51
Volumen (m <sup>3</sup> )	1.75	3	2.81	4.21	4.06	3.25	1.14	2.29	9.76	12.78
Número total de árboles dañados	185	226	45	65	19	45	4	12	253	348
Volumen total por clase diamétrica	17.01	20.76	15.8	22.81	15.5	36.58	4.57	13.73	52.83	93.88

<sup>1</sup> Motosierrista capacitado

<sup>2</sup> Motosierrista no capacitado

<sup>3</sup> El volumen fue determinado por la fórmula:  $V = 0.7854 * (dap)^2 * hc * ff$ ; donde dap = diámetro a la altura del pecho en m, hc = altura comercial en m y ff = factor de forma (0.65)

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de los daños ocasionados por ambos motosierristas. El menor número de individuos dañados corresponde al motosierrista capacitado, precisamente porque éste realiza una mejor evaluación del árbol a talar y dirige la caída hacia lugares donde se causarán menos daños. En cambio, el motosierrista no capacitado se basa sólo en la inclinación natural del árbol para la corta. Este tipo de evaluación provoca caídas en direcciones contrarias y al azar, provocando mayor daño y poniendo en peligro las vidas de los operadores, con el consecuente aumento de costos, como se puede ver más adelante.

Una buena evaluación de los árboles facilita al motosierrista la definición de la dirección de caída de éstos. En el ejemplo, el motosierrista capacitado logró caídas entre muy buenas y buenas, y el promedio de los claros de las tres especies evaluadas fue de 171.7 m<sup>2</sup> (Cuadro 2). En cambio, en el caso del motosierrista no capacitado se observan cuatro direcciones de caída: muy buena, buena, regular y mala, mientras que el promedio de los claros fue de 162 m<sup>2</sup>. La diferencia en el promedio de claros se debe al número de especies evaluadas; otros factores son el tamaño de las copas y la presencia de la masa remanente, que es muy variable.

Cuadro 2. Resultados de claros y volúmenes de los árboles aprovechables y de residuos

Especie	Dirección de caída		Nº de árboles aprovechados		Promedio del claro (m <sup>2</sup> )		Volumen total de árboles aprovechables al pie del tocón (m <sup>3</sup> )		Volumen total residual dejado en monte (m <sup>3</sup> )	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Especie 1	mb	mb	12	5	196	168	32	24	1.73	1.28
Especie 1	b	b	4	8	182.5	142.4	16.9	30.4	2.77	1.37
Especie 1	-	r		5		174.2		28.5		2.67
Especie 1	-	m		3		265.3		12		1.72
Especie 2	mb	mb	22	3	148	117	51.94	7.7	0.78	0
Especie 2	b	b	5	5	155.4	146.6	14	11		0.37
Especie 2	-	r		7		108		13		1.75
Especie 2	-	m		8		183.7		20.3		0.89
Especie 3	b	b	2	1	155.4	182	17.33	5.9	0.91	0
Total			45	45			132	153	6.2	10.5

mb = muy buena, b = buena, r = regular, m = mala



Gráfico 1. Número total de árboles dañados por clase diamétrica y volúmenes desperdiciados para el motosierrista capacitado.

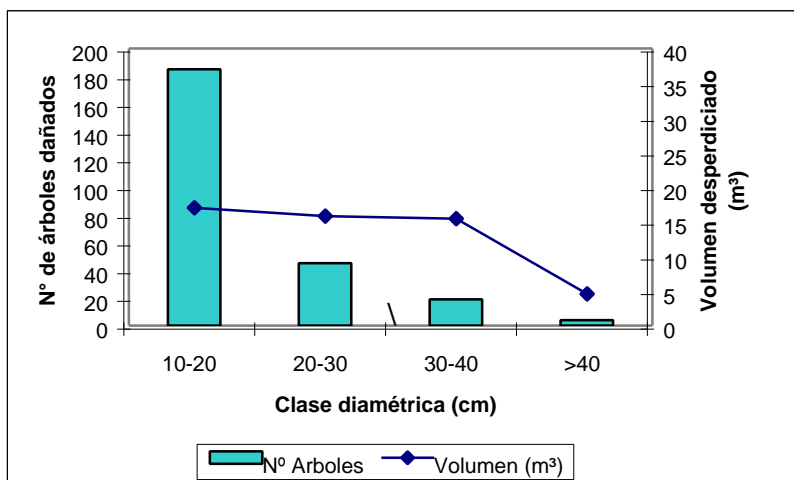
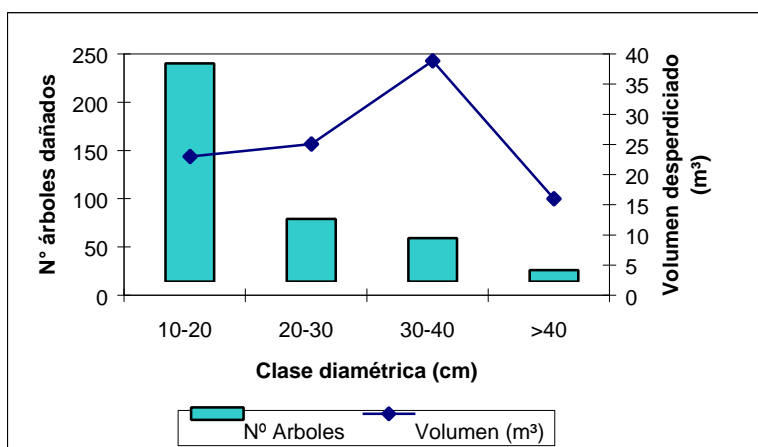


Gráfico 2. Número total de árboles dañados por clase diamétrica y volúmenes desperdiciados para el motosierrista no capacitado.



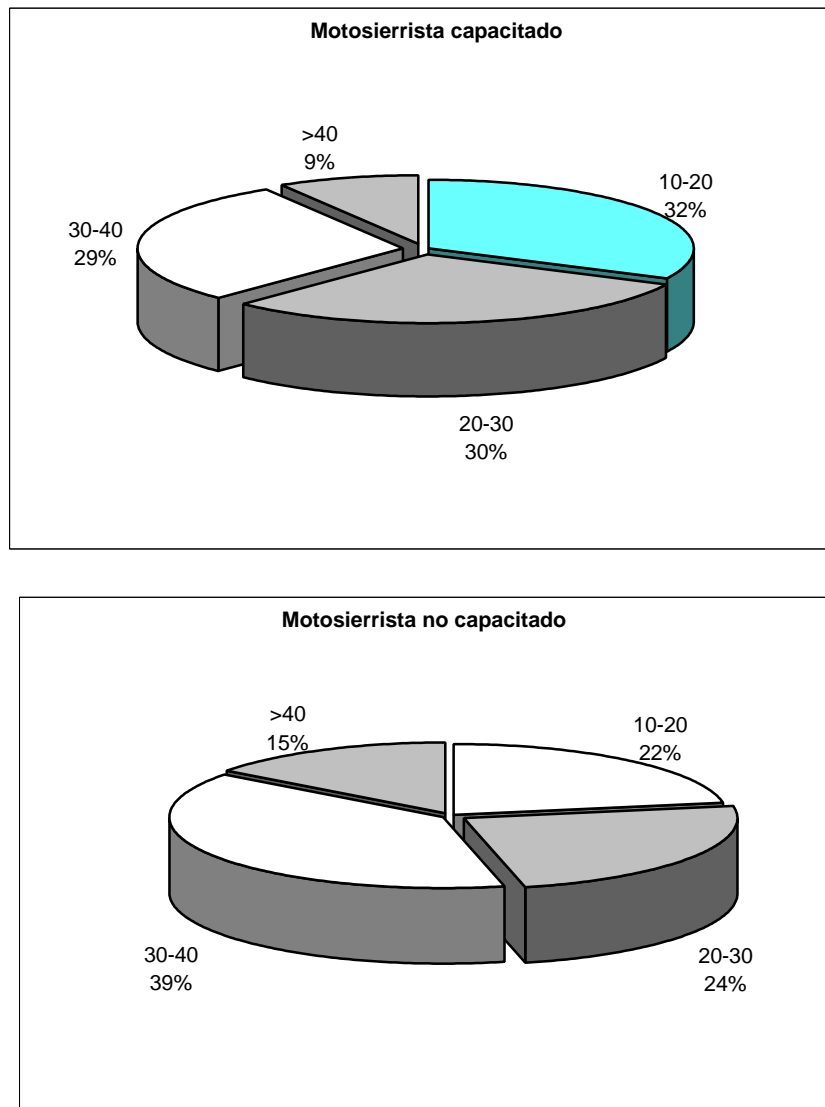
El motosierrista capacitado tiene una visión diferente de trabajo y aplica la corta dirigida tanto como sea posible. Esto no sólo reduce la rotura de los árboles derribados, sino también el daño al bosque residual, además de aumentar la eficiencia en la productividad

El trabajo del motosierrista no capacitado es limitado y está orientado, únicamente, al corte y

despunte del árbol; tampoco recupera aquellas trozas que pueden servir para el aserrío. Cabe aclarar que, en este caso, el motosierrista no se beneficia con ningún tipo de incentivo o pago adicional. Existe cierta organización del trabajo y la supervisión técnica carece de conocimiento sobre tala dirigida.



Figura 1. Comparación del volumen desperdiciado por clase diamétrica.

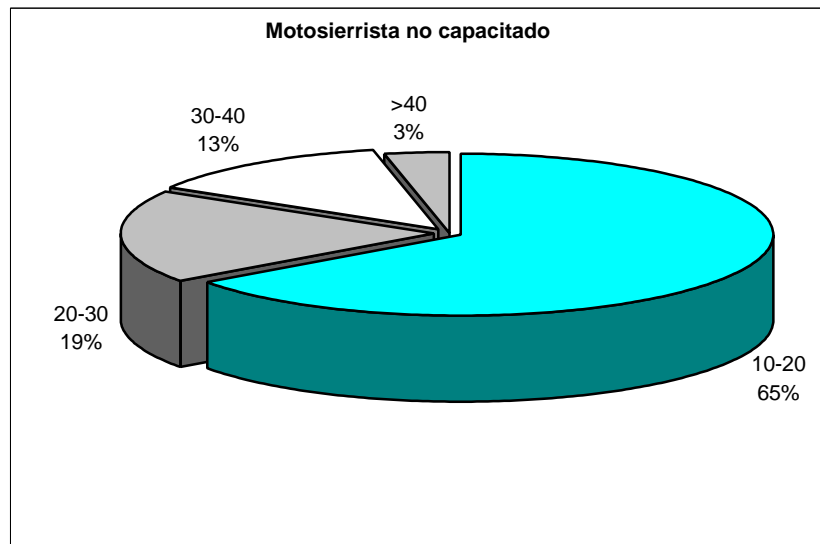
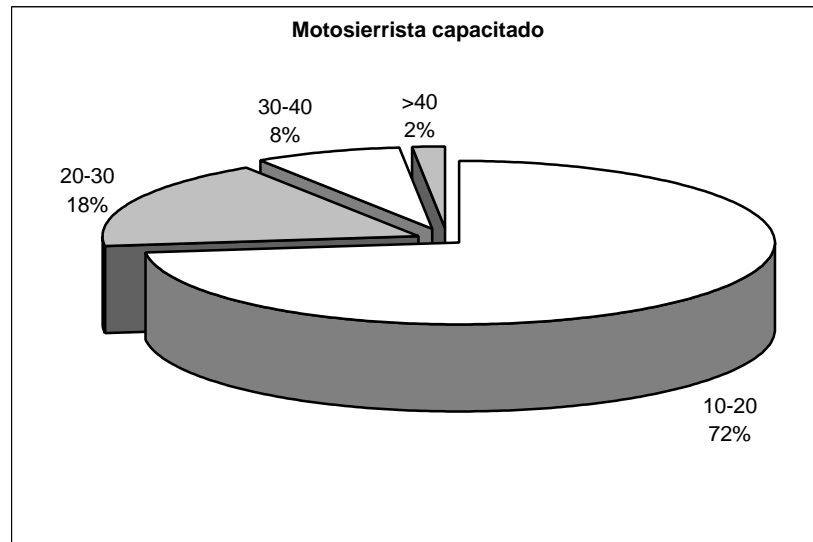


El entrenamiento previo a la operación de corta no sólo disminuye los daños al bosque, sino que brinda seguridad en el trabajo, facilita las operaciones, logra mayor rendimiento y protege las especies de valor comercial, tanto de árboles de futura cosecha como de semilleros. En cambio, el apeo sin entrena-

miento, que se realiza tradicionalmente, se basa, únicamente, en la inclinación del árbol, provoca mayores accidentes, causa mayor destrucción de la masa remanente y requiere mayor esfuerzo de la maquinaria durante la extracción.



Figura 2. Número de árboles dañados, en porcentaje, por clase diamétrica.



La comparación entre ambas figuras pone en manifiesto que el mayor daño se produce en la clase diamétrica de 10 a 20 cm de dap, mientras que el

daño en el resto de las clases diamétricas es casi similar; la diferencia radica en el número de individuos dañados.



## Costos

El número de árboles de futura cosecha, en la categoría de árbol muerto, afectados por el motosierrista no capacitado alcanzó a 200 individuos, lo que corresponde a un volumen de 49.23 m<sup>3</sup> y un costo total de \$344.61<sup>1</sup>. En cambio, el motosierrista capacitado afectó a 166 individuos con 34.84 m<sup>3</sup> de madera, lo que corresponde a una pérdida de \$243.00.

En lo que se refiere a daños graves, el motosierrista no capacitado lesionó 97 árboles de futura cosecha, correspondientes a 8.23 m<sup>3</sup> de madera, lo que se traduce en un costo de \$223.09. El motosierrista capacitado dañó 54 individuos con un volumen de 8.23 m<sup>3</sup>, lo que arroja una pérdida de \$57.61. En el caso de los árboles con daños menores, 51 individuos (12.78 m<sup>3</sup>) fueron afectados por el motosierrista no capacitado, lo que significa un costo de \$89.46, mientras que las lesiones causadas por el motosierrista capacitado significaron una pérdida de \$68.32, puesto que éste sólo dañó 33 individuos (9.76 m<sup>3</sup>).

El volumen total dejado en el bosque, en forma de residuos y desperdicios, por el motosierrista no capacitado fue 24.47 m<sup>3</sup> de madera (un promedio de 0.55 m<sup>3</sup>/árbol), de un total de 45 árboles cortados. Este volumen representa una pérdida de \$269.17<sup>2</sup>. En cambio, el motosierrista capacitado dejó 11.73 m<sup>3</sup> (un promedio de 0.26 m<sup>3</sup>/árbol), que representa un costo de \$128.70. Cabe aclarar que los residuos y desperdicios encontrados son muy variables, es decir que en el caso de algunos árboles se dejan más residuos que en otros.

En lo que concierne a la pérdida de madera en tocones por cortes superiores a 30 cm de altura, en árboles cilíndricos, el motosierrista no capacitado dejó 5.4 m<sup>3</sup> de madera en el tocón, lo que corresponde a un costo de \$59.40, mientras que el motosierrista capacitado realizó cortes bajos, por debajo de 30 cm y, por lo tanto, no se registraron pérdidas.

Tomando en cuenta los datos del siguiente cuadro y relacionándolos con la cantidad de árboles evaluados, se concluye que el motosierrista capacitado afecta \$13.24 por árbol, mientras que el no capacitado

afecta \$24.91. Si se asume que en una AAA normalmente se cortan entre 3000 a 5000 árboles, los costos por daños serán muy altos si los motosierristas no son capacitados.

## Conclusiones

Las siguientes conclusiones son de índole muy general, pero se podrán obtener conclusiones más específicas para cada evaluación en particular.

- ☞ Para lograr un aprovechamiento de bajo impacto, se debe realizar, inicialmente, un buen censo forestal en el campo. Sobre la base de los mapas operativos, se debe realizar una planificación detallada de todas las operaciones y la ejecución debe ser supervisada por el personal técnico competente de la empresa.
- ☞ Antes del inicio de las operaciones, se debe capacitar a todo el personal de campo en técnica de corta, mantenimiento y uso adecuado de la motosierra, y primeros auxilios. Asimismo, se debe fomentar, al menos, el uso de cascos y, si fuese posible, proveer al personal de ropa adecuada de trabajo.
- ☞ Los responsables de manejo deben implementar lo estipulado en el plan de manejo y los planes operativos.

## Bibliografía

- Sarre, A. 1995. Explotación, degradación y rehabilitación de los bosques. Actualidad Forestal Tropical. OIMT.
- Méndez, J. y Maginnis S. 1997. Evaluación del Impacto del Aprovechamiento en Fincas de Tierras Bajas de la Zona Norte y Vertiente Atlántica de Costa Rica. CODEFORSA, Costa Rica.
- Tanner, J. 1997 Técnica de Corta Dirigida. BOLFOR, Santa Cruz - Bolivia

Cuadro 3. Resumen total de costos por categoría de daño, residuos y desperdicios.

Evaluación	Motosierrista capacitado			Motosierrista no capacitado		
	Nº de árboles dañados	Total (m <sup>3</sup> )	Total (\$us)	Nº de árboles dañados	Total (m <sup>3</sup> )	Total (\$us)
Residuos y desperdicios		11.73	128.7		24.47	269.17
Pérdida en tocones altos		0	0		5.4	59.4
Árboles muertos	166	34.84	243.0	200	49.23	344.61
Árboles con daños graves	54	8.23	57.61	97	31.87	223.09
Árboles con daños menores	33	9.76	68.32	51	12.78	89.46
Total	253	64.56	596.0	348	123.75	1121.0

<sup>1</sup> Se asume un costo de \$7/m<sup>3</sup> del árbol en pie.

<sup>2</sup> Se asume un costo de \$11/m<sup>3</sup> cortado y despuntado

