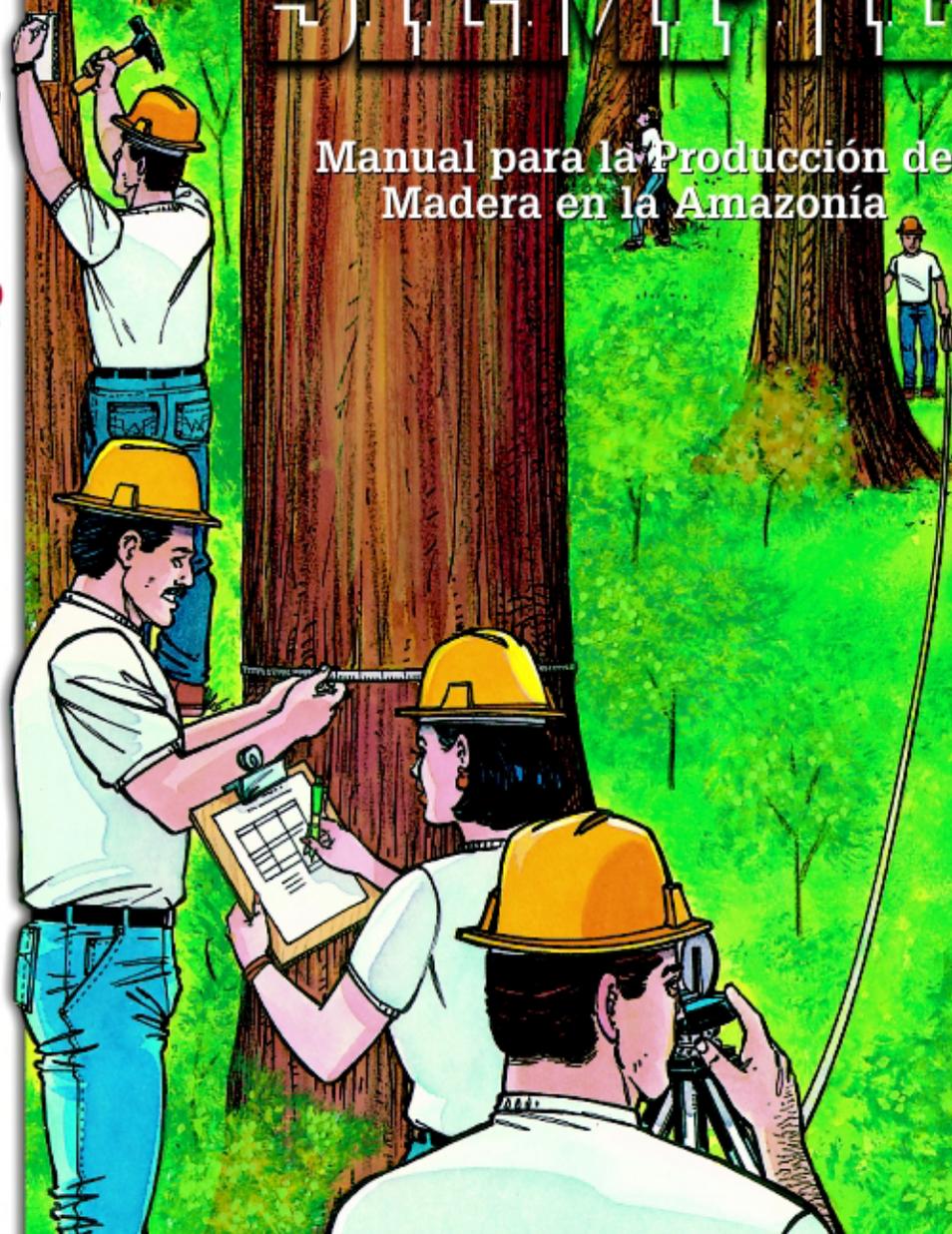


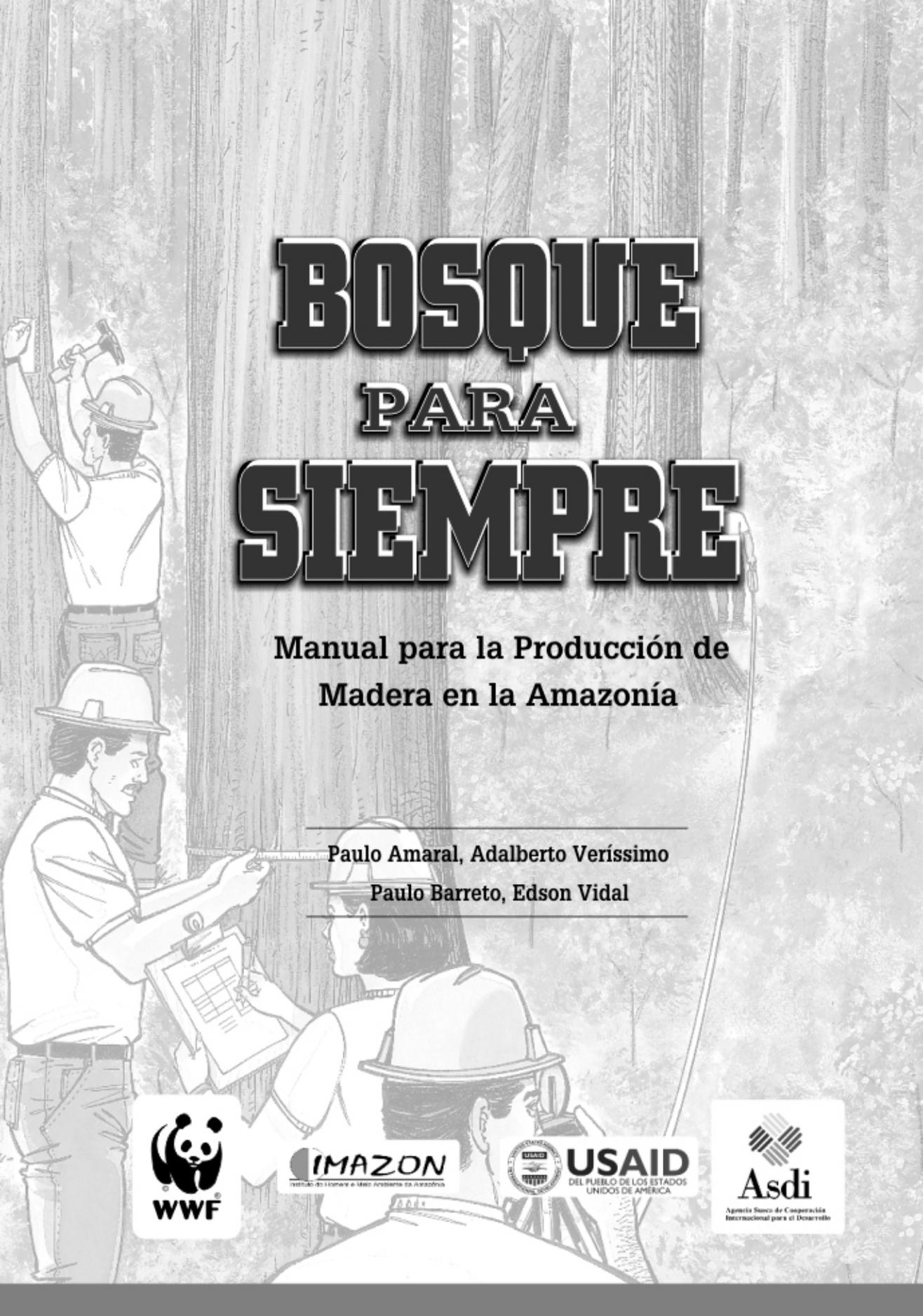


Paulo Amaral  
Adalberto Veríssimo  
Paulo Barreto  
Edson Vidal

# BOSQUE PARA SIEMPRE

Manual para la Producción de  
Madera en la Amazonía





# BOSQUE PARA SIEMPRE

Manual para la Producción de  
Madera en la Amazonía

---

Paulo Amaral, Adalberto Veríssimo

Paulo Barreto, Edson Vidal

---



**IMAZON**  
Instituto de Fomento e Meio Ambiente da Amazônia



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA



**Asdi**

Agência Suíça de Cooperação  
Internacional para o Desenvolvimento

### Título original

*Floresta para sempre.*

*Um manual para a produção de madeira na Amazônia*

#### **Autores**

Paulo Amaral  
Adalberto Veríssimo  
Paulo Barreto  
Edson Vidal

#### **Colaboradores**

Andrew Holdsworth,  
Christopher Uhl,  
Fabiana Isler,  
Johan Zweede  
y Robert Buschbacher

#### **Edición de la versión en español**

WWF Oficina del Programa Colombia

#### **Traducción al español**

Marcia Imamoto

#### **Revisión del texto en español**

Elsa Lozano

#### **Ilustraciones**

William Alzate J.  
(a partir de originales  
de Flavio Figueiredo)

#### **Diseño y diagramación**

El Bando Creativo

#### **Edición para Perú**

WWF - Perú

#### **Agradecimientos**

Analuze Freitas, Antônio Carlos Hummel, Catarina Amaral, Daniel Nepstad, Damião Lopez, Eric Stoner, James Lockman, Jeffrey Gerwing, Joberto Veloso, Jorge Yared, Paulo Lyra, Roberto Bauch, Virgílio Viana.

#### **Agradecimientos institucionales**

Caterpillar do Brasil, ITTO (Fellowship program), Jan Celulose, Stihl, Industrias Santo Antônio (Persio Lima) y Servicio Forestal de los Estados Unidos (USDA Forest Service).

#### **Apoyo editorial**

Los recursos económicos para la producción en español son del WWF Suecia (a través de WWF Oficina del Programa Bolivia).

Biodiversity Support Program (BSP), es un consorcio entre World Wildlife Fund (WWF), The Nature Conservancy (NC) y el World Resources Institute (WRI); con el apoyo de United States Agency for International Development (USAID).

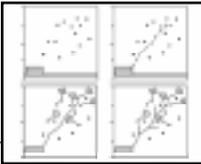
La edición para Perú se realizó con el apoyo financiero del Proyecto de Manejo Forestal y Certificación Comunitaria de WWF Bolivia con fondos de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI).

*Las opiniones expresadas en este trabajo son de responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la visión de USAID.*

AMARAL, Paulo Henrique Coelho, VERÍSSIMO, José Adalberto de Oliveira; BARRETO, Paulo Gonçalves; VIDAL, Edson José de Silva. Bosque para Siempre: Un manual para la producción de madera en la Amazonia. Belém: AMAZON, 1998. 162 p.

# Sumario

---

<b>Prefacio</b> .....	5	
<b>Introducción</b> .....	7	
<b>Capítulo 1</b> <i>Plan de manejo forestal</i> .....	13	
<b>Capítulo 2</b> <i>Censo forestal</i> .....	31	
<b>Capítulo 3</b> <i>Corte de lianas</i> .....	51	
<b>Capítulo 4</b> <i>Planificación de la explotación</i> .....	59	
<b>Capítulo 5</b> <i>Delimitación de la explotación forestal</i> .....	69	

**Capítulo 6**  
*Apertura de vías y patios para almacenamiento* ..... 79



**Capítulo 7**  
*Tala de árboles* ..... 85



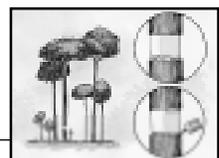
**Capítulo 8**  
*Arrastre de trozas* ..... 101



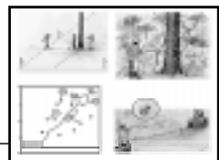
**Capítulo 9**  
*Protección del bosque contra el fuego* ..... 111



**Capítulo 10**  
*Prácticas silviculturales* ..... 119



**Capítulo 11**  
*Costos y beneficios del manejo forestal* ..... 129



**Apéndices** ..... 143



**Referencia bibliográfica** ..... 157



# *Prefacio*

---

**D**urante años se alimentó el mito de que los daños ambientales causados por la explotación maderera eran inevitables. Los argumentos eran varios: poco conocimiento del bosque, técnicas no viables económicamente, herramientas inadecuadas, etcétera.

Este Manual culmina un trabajo de siete años de estudios, investigaciones y pruebas que, por fin, desmitifica el manejo forestal en la Amazonía. Es posible disminuir los impactos ambientales causados por la explotación maderera y aumentar la ganancia de la explotación.

Lo que se presenta en este documento es fruto de un minucioso esfuerzo iniciado por medio de la identificación de las causas de los daños ambientales. Al finalizar el trabajo de investigación, se concluyó que los impactos sobre el medio ambiente resultaban, principalmente, de la carencia de planificación y del uso de técnicas inapropiadas. Surgió, así, el desafío de desarrollar y probar un modelo alternativo que no exigiera mayor inversión financiera, sino información y entrenamiento. Con la colaboración de madereros, fueron probadas técnicas existentes y se determinaron las más adecuadas con la realidad amazónica.

Este es el mayor mérito del Manual. En vez de buscar técnicas complejas, costosas y de alta tecnología, se propone un modelo compuesto por medidas ya comprobadas y prácticas de bajo costo, adecuadas a la realidad ambiental, económica y social de la región. La adopción de este modelo en gran escala puede causar una revolución en el uso de los recursos forestales en la Amazonía, contribuyendo para el desarrollo sostenible de la región.

Los “secretos” del modelo idealizado están, ahora, disponibles para todos a través del Manual, así como en video. Ambos son de gran utilidad para empresas madereras, ingenieros, técnicos y trabajadores forestales.

Los esfuerzos en diseminar los resultados del “Proyecto Piloto de Manejo Forestal” y el impacto de sus resultados fueron recientemente reconocidos por el Premio Henry Ford 1997 de Conservación Ambiental.

---

**GARO BATMANIAN**

Director Ejecutivo  
Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)  
Organización Nacional Brasil



# Introducción

---



a Amazonía posee recursos forestales inmensos, albergando un tercio de los bosques tropicales del mundo. La región produce el 75% de la madera en troza de Brasil. Las exportaciones aún son modestas (alrededor del 4% del comercio global de maderas tropicales), pero deben crecer por el agotamiento de los bosques asiáticos. Se prevé que antes del año 2010 la Amazonía será el principal centro mundial de producción de maderas tropicales.

Las prácticas de explotación maderera en la Amazonía pueden ser caracterizadas como “garimpagem<sup>1</sup> forestal”. Inicialmente, los madereros entran en el bosque para sacar, apenas, las especies de alto valor. Acto seguido, en intervalos cada vez más cortos, los madereros regresan a la misma área para retirar el restante de los árboles de valor económico. El resultado es un bosque con grandes claros y docenas de árboles dañados. Tales condiciones facilitan el ingreso y la propagación del fuego, favorecen el aumento de especies sin valor comercial y dificultan la regeneración de especies madereras.

La dinámica de explotación no manejada favorece la ocupación desorganizada de la región. En áreas de frontera, son los madereros quienes construyen y mantienen las carreteras de acceso a los bosques, lo que, generalmente, conduce a la colonización “espontánea” por pequeños agricultores y, en algunos casos, a la invasión de áreas de conservación y tierras indígenas.

Las causas para la explotación predatoria son varias; entre ellas, la

---

<sup>1</sup> Del verbo *garimpar*, en portugués, que significa “buscar diamantes y oro en el cascajo; buscar metales y piedras preciosas...”. Dicionário de Português – Espanhol, 1988.

falta de una política forestal coherente para la región que incentive el manejo y la zonificación forestal.

La zonificación es esencial, pues, permitiría diferenciar las áreas con vocación forestal de aquellas que deberían ser mantenidas fuera del alcance de la explotación maderera. Un estudio de zonificación forestal, realizado por el IMAZON en el Pará, mostró que en el 19% del Estado no hay recurso maderero, que el 32% corresponde a áreas más apropiadas para la actividad maderera, mientras que el 49% restante debería ser protegido de la explotación. Las zonas prohibidas (29%) incluirían las áreas legalmente protegidas, (tierras indígenas y áreas de conservación), así como áreas no protegidas pero de alta prioridad para la conservación (20%).

En las áreas destinadas a la actividad forestal, la explotación maderera debe ser realizada de forma manejada. La adopción del manejo posibilita el mantenimiento de la estructura y de la composición de especies del bosque, generando, al mismo tiempo, beneficios sociales y económicos.

### ¿Por qué manejar los bosques?

Las principales razones para manejar el bosque son:

- **Continuidad de la producción:** La adopción del manejo garantiza la producción de madera en un área de manera indefinida y requiere la mitad del tiempo necesario en la explotación no manejada.
- **Rentabilidad:** Los beneficios económicos del manejo superan los costos. Tales beneficios resultan del aumento de la productividad del trabajo y de la reducción de los desperdicios de madera.
- **Seguridad en el trabajo:** Las técnicas de manejo disminuyen drásticamente los riesgos de accidentes de trabajo. En el "Proyecto Piloto de Manejo Forestal" (IMAZON/WWF), los riesgos de accidentes durante el corte en la operación manejada fueron 17 veces menores al compararlos con las situaciones de peligro en la explotación predatoria.
- **Respecto a la ley:** El manejo forestal es obligatorio por ley, entonces, las empresas que no hacen manejo están sujetas a diversas penalidades. Aunque la acción fiscalizadora haya sido poco efectiva hasta el momento, es cierto que esta situación cambiará. Recientemente han aumentado las presiones de la sociedad para que las leyes ambientales y forestales sean cumplidas.

- **Oportunidades de mercado:** Las empresas que adoptan un buen manejo son fuertes candidatas en obtener un “sello verde”. Como la certificación es una exigencia cada vez mayor de los compradores de madera, especialmente en Europa y Estados Unidos, las empresas que tengan un sello verde, comprobando la autenticidad de origen manejado de su madera, podrán tener mayores facilidades de comercialización en el mercado internacional.
- **Conservación forestal:** El manejo del bosque garantiza la cobertura forestal del área, retiene la mayor parte de la diversidad vegetal original y puede tener impactos pequeños sobre la fauna, si se compara con la explotación no manejada.
- **Servicios ambientales:** Los bosques manejados prestan servicios para el equilibrio del clima regional y global, especialmente por el mantenimiento del ciclo hidrológico y retención de carbono.

### **El sistema de manejo presentado en el Manual**

El sistema de manejo presentado en el Manual consiste en explotar cuidadosamente parte de los árboles grandes de manera tal que los árboles menores, que serán explotados en el futuro, sean protegidos. Adicionalmente, la siembra de plántulas es recomendada para los claros donde la regeneración natural es escasa. De esta manera, la producción de madera puede ser continua. Este sistema de manejo fue aplicado en el “Proyecto piloto de manejo forestal” por investigadores del IMAZON en el centro maderero de Paragominas, Pará. El desarrollo del plan de trabajo fue basado en estudios del IMAZON en la región de Paragominas, como también en literatura disponible. El estudio fue realizado en 210 hectáreas de bosque denso de tierra firme. El suelo del área es *latosol* amarillo. La topografía es relativamente plana (declive inferior a 5 grados). Del área total, 105 hectáreas fueron explotadas de forma manejada y 75 hectáreas de forma convencional (predatória o no manejada). La explotación en las dos áreas fue mecanizada, con el uso de tractores para abrir vías y realizar el arrastre de las trozas hasta los patios de almacenamiento en el bosque. La intensidad de explotación también fue similar (cerca de 5 árboles extraídos por hectárea).



Por lo general, la situación descrita en este Manual (bosque denso, *latosol* amarillo, explotación intensiva y mecanizada) corresponde a la mayor parte de la explotación maderera de tierra firme existente en la Amazonía.

### **¿Para quienes fue escrito este Manual?**

El Manual está destinado a todos los actores involucrados en la actividad maderera, incluyendo madereros, organizaciones comunitarias, pequeños productores, gerentes y trabajadores de explotación forestal, técnicos forestales (nivel medio y superior), estudiantes de ingeniería forestal, técnicos de los órganos públicos ambientales y forestales.

### **¿El contenido del Manual?**

El Manual está dividido en 11 capítulos. Los primeros ocho capítulos siguen el orden cronológico de elaboración y ejecución del plan de manejo. Los tres últimos tratan de protección contra el fuego, prácticas silviculturales y análisis de costos y beneficios del manejo forestal.

El capítulo 1 muestra cómo se elabora el plan de manejo forestal, incluyendo la zonificación de la propiedad (áreas de preservación permanente, áreas inaccesibles y áreas de explotación), el diseño de la red de vías secundarias y la división del área en rodales menores (el área anual de explotación).

El capítulo 2 trata de la demarcación del rodal y del censo de los árboles de valor comercial (identificación, evaluación, medición y mapificación). En el capítulo 3 se muestra la importancia del corte selectivo de lianas en la reducción de los daños a los árboles remanentes y en la reducción de riesgos de accidentes durante la explotación.

A partir de los datos del censo es producido el mapa preliminar de la explotación (*capítulo 4*). Este mapa contiene el trazado de las vías, ramificaciones de arrastre, patios de almacenamiento y la indicación de la dirección de caída deseable de los árboles.

Teniendo como base el mapa preliminar de explotación, un equipo de campo hace la demarcación de las vías, patios, ramificaciones de arrastre y dirección de caída de los árboles (*capítulo 5*). Esta delimitación, hecha con cintas coloridas amarradas en las balizas (jalones), sirve para orientar la apertura de vías y patios (*capítulo 6*), para ubicar y talar los

árboles de valor comercial (*capítulo 7*) que luego serán arrastrados con el tractor hasta los patios de almacenamiento (*capítulo 8*).

El capítulo 9 revela los efectos nocivos del fuego sobre el bosque explotado y sugiere varias medidas para reducir los riesgos de incendio forestal.

El capítulo 10, a su vez, muestra cuáles son las medidas para aumentar el crecimiento de especies de valor y cómo hacer la plantación de enriquecimiento en claros. Finalmente, el capítulo 11 detalla los costos y los beneficios del manejo forestal del capítulo 1 al 8.

En el Manual se encuentran dos apéndices. El primero es un listado con los nombres vulgares y científicos de las especies de valor maderero en la Amazonía. El apéndice 2 destaca 41 especies de valor comercial, potencialmente amenazadas de reducción poblacional cuando son sometidas a la explotación maderera.

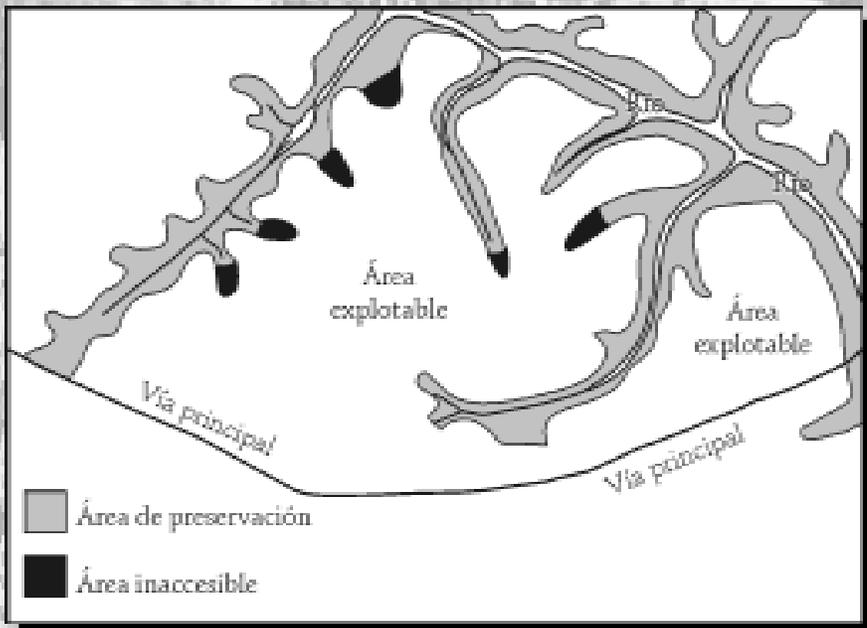
### **Consideraciones sobre el Manual**

En primer lugar, es importante subrayar que este Manual es una guía para el aprendizaje sobre manejo y debe ser complementado con entrenamiento de campo. En segundo lugar, las técnicas presentadas en el Manual tienen como objetivos el mantenimiento de la biodiversidad y la garantía de la producción constante de madera. No obstante, aún son necesarios estudios complementarios para documentar mejor los impactos del manejo sobre la biodiversidad. En tercer lugar, las cosechas y la composición florística futura pueden sufrir alteraciones a lo largo del tiempo. Eso se debe en virtud de la entrada de nuevas especies en el mercado y también de la diferencia en la composición de las especies entre las clases de diámetro. Finalmente, la investigación forestal está en franca evolución y, por tanto, algunas recomendaciones hechas en este Manual pueden sufrir alteraciones en el futuro.





*Plan de Manejo Forestal*





## PRESENTACIÓN

El plan de manejo forestal puede ser organizado en tres etapas<sup>2</sup>. En la primera, se hace una zonificación o división de la propiedad forestal en áreas explotables, áreas de preservación permanente y áreas inaccesibles a la explotación. La segunda etapa consiste en la planificación de vías secundarias que conecten las áreas de explotación con las vías primarias. En la tercera etapa se divide el área ubicada para explotación en bloques o rodales de explotación anual.

## RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO

El plan de manejo forestal debe contener información sobre el área y características del bosque (fauna, flora, topografía, suelo); técnicas de explotación, regeneración y crecimiento de las especies comerciales; medidas de protección de las especies no comerciales, nacimientos de ríos y quebradas; cronograma de explotación anual y una proyección de los costos y beneficios de la explotación.

La información es obtenida a través de levantamientos de campo (inventarios), consultas a mapas y literatura disponible (bibliotecas de la EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Amazônica, INPA – Instituto Nacional de Pesquisas Ambientais, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, SUDAM – Superintendencia para o Desenvolvimento Amazônico, Museo Goeldi). Los mapas de la propiedad pueden contener la ubicación de las vías y puentes. Los datos sobre los tipos de bosque y suelos pueden ser obtenidos en los mapas del Proyecto RADAM. El Ministerio del Ejército dispone de mapas topográficos de gran parte de la Amazonía.

### Levantamiento de campo

La vegetación y las condiciones generales del bosque son caracterizadas a través de los siguientes inventarios:

- **Inventario muestral único:** Es un levantamiento realizado antes de la explotación en una pequeña fracción (menos de 1%) del área a ser manejada. El objetivo es evaluar de forma rápida el potencial maderero, así como las características de topografía e hidrografía de la propie-

<sup>2</sup> Los requerimientos mínimos del plan de manejo están definidos por el artículo 15 del Código Forestal y están reglamentados por el Decreto 1282/94 y "Portaría 048/95".

dad. La información obtenida es utilizada, por ejemplo, para estimar el volumen de madera existente en el área (en general, expresada en hectárea) y proyectar la red vial en la propiedad.

- **Censo forestal:** Es un levantamiento de todos los árboles de valor comercial existentes en el rodal (área de explotación anual), realizado uno a dos años antes de la explotación, que involucra la demarcación de los rodales, la apertura de trochas e identificación, localización y evaluación de los árboles de valor comercial. Tal información es utilizada en la planificación de la explotación y en la definición de los tratamientos silviculturales. El capítulo 2 de este Manual describe detalladamente las etapas del censo forestal.

- **Inventario muestral permanente:** Es un levantamiento periódico (por lo general se hace cada 3 ó 5 años) de una parte del bosque (parcelas permanentes). El objetivo es monitorear el desarrollo del bosque en cuanto al crecimiento, mortalidad y regeneración, así como los daños ecológicos de explotación. A través de este levantamiento se estima el ciclo de corte del bosque.

## ZONIFICACIÓN DE LA PROPIEDAD

### Áreas de preservación permanente

Identificar y delimitar, de acuerdo con la legislación forestal, las áreas de preservación permanente en la propiedad. Estas áreas incluyen los márgenes de los ríos (*Tabla 1*), alrededor de las lagunas, lagos o reservorios de agua naturales y artificiales; nacimientos, aunque intermitentes, y “ojos de agua”, cualquiera que sea su situación topográfica, en un rango mínimo de 50 metros de ancho; cumbre de morros, montes, montañas y serranías, con un declive superior a 45 grados (*Figura 1*).

**Tabla 1.**  
Ancho mínimo en metros de faja de preservación permanente de acuerdo con el ancho del río.

Ancho del río (en metros)	Ancho mínimo de faja lateral de preservación (en metros)
Inferior a 10	30
10 a 50	50
50 a 100	100
100 a 200	150
Superior a 200	Igual al ancho del río

Fuente: Ley no. 4771/65; artículo 2o., letra a.

## Áreas inaccesibles para la explotación

Las áreas donde la explotación maderera cause impactos ambientales, aumente los riesgos de accidentes y represente costos elevados, son clasificadas como áreas inaccesibles para la explotación, aunque para ellas no haya restricciones legales. Por ejemplo, las áreas de bosque con inclinación superior al 40% deben ser clasificadas como inaccesibles, una vez que el costo de arrastre y los impactos ambientales son significativos al utilizar tractor de estera o tractor forestal (*skidder*).

Las áreas inaccesibles pueden ser definidas preliminarmente usando mapas topográficos de la propiedad (*Figura 1*). De acuerdo con los levantamientos en campo, esta definición puede sufrir alteraciones, por tanto, tales áreas pueden volverse accesibles en el futuro.

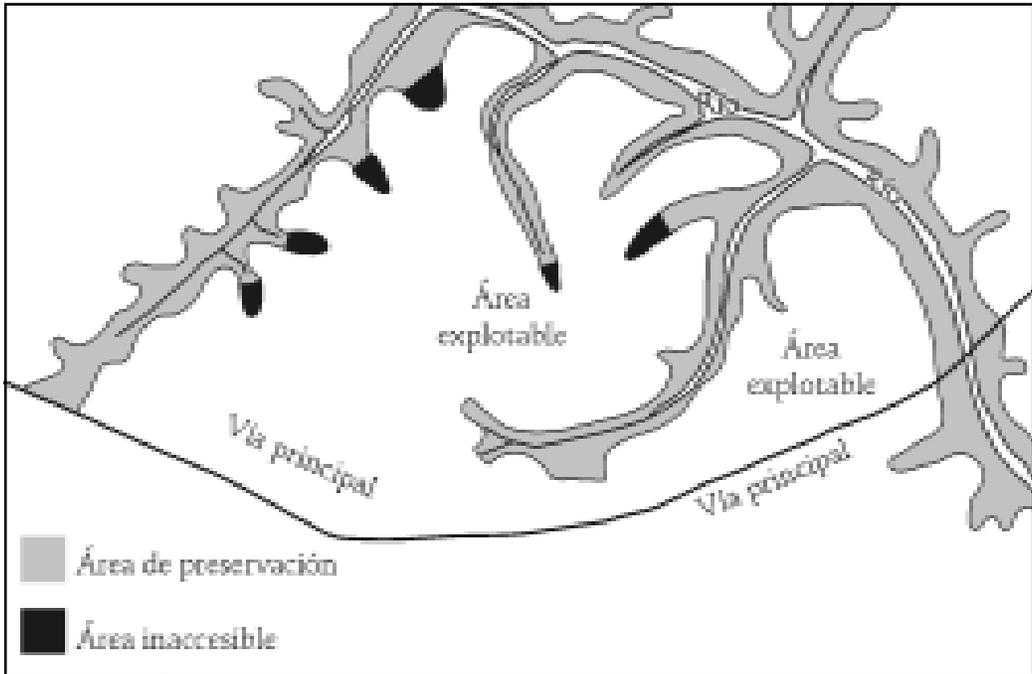
Los procedimientos para definir áreas inaccesibles son los siguientes:

1. Utilizar el índice técnico de declividad máxima para el arrastre del 30% (tractor de estera) y del 40% (tractor forestal tipo *skidder*).
2. Calcular la distancia mínima entre las curvas de nivel (*Anexo 1*).
3. Identificar y marcar en el mapa las curvas de nivel distanciadas en intervalos iguales o menores que la distancia mínima.
4. Contornear las áreas marcadas utilizando lapicero, identificándolas con colores o patrones diferentes del resto del área.
5. Seguir los pasos 1 al 4 para definir áreas de preservación permanente donde el declive es acentuado (superior a 30 grados).

## Áreas de explotación

Los bosques restantes de la propiedad con una buena reserva de madera forman las áreas explotables (*Figura 1*). La estimación del volumen de madera de estas áreas, es realizada por medio de la medición en el mapa del área explotable del bosque (*Anexo 2*) y después se multiplica este valor por el volumen por hectárea obtenido en el inventario muestral.





**Figura 1.**  
Mapa de la ubicación de las áreas protegidas.

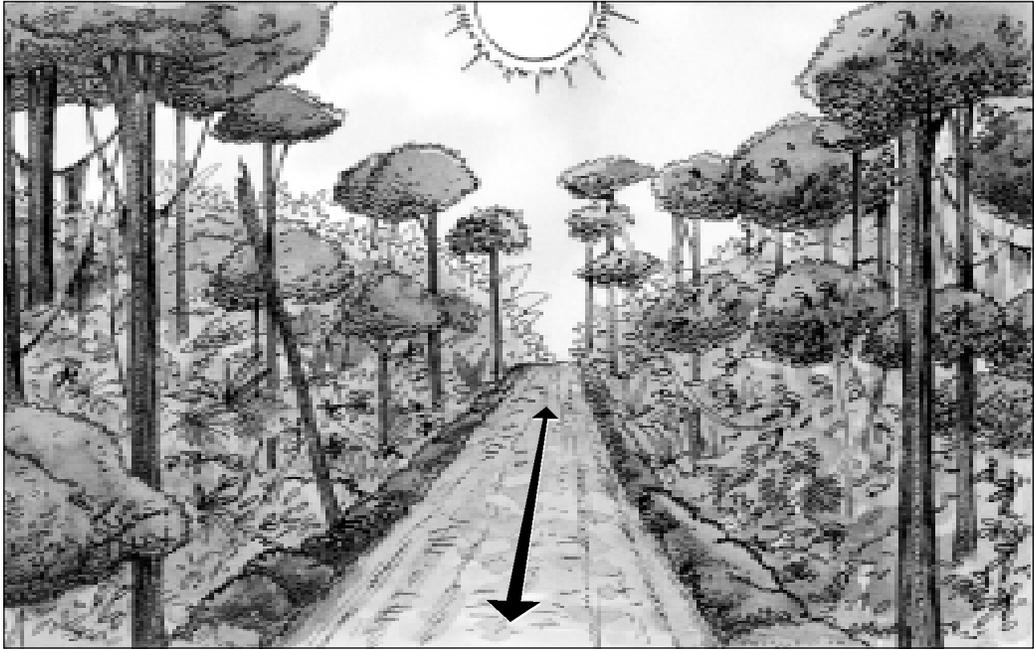
## PLANIFICACIÓN DE LAS VÍAS

El transporte de madera es realizado por una red de vías principales (en general más anchas y con mejor acabado), conectando el área de explotación a las veredas y ciudades, donde están ubicadas las industrias y vías secundarias, que conectan las áreas de explotación a las vías primarias.

Este Manual tratará apenas de la planificación de las vías secundarias, asumiendo que ya existe una red de vías principales en la propiedad. Las vías deben ser permanentes y, por tanto, utilizables en la primera y demás explotaciones.

Para la planificación de las vías secundarias se define, inicialmente, una ruta en el mapa. Para eso, se consideran las características topográficas, infraestructura de la propiedad y volumen de madera disponible por hectárea. Las vías secundarias deben ser rectas, paralelas y ubicadas en sentido este - oeste (la línea que el sol recorre), para facilitar el secado posterior a las lluvias (*Figura 2*).

A continuación, se delimita y se ajusta la vía de acuerdo con las condiciones específicas del bosque (ver capítulo 5).



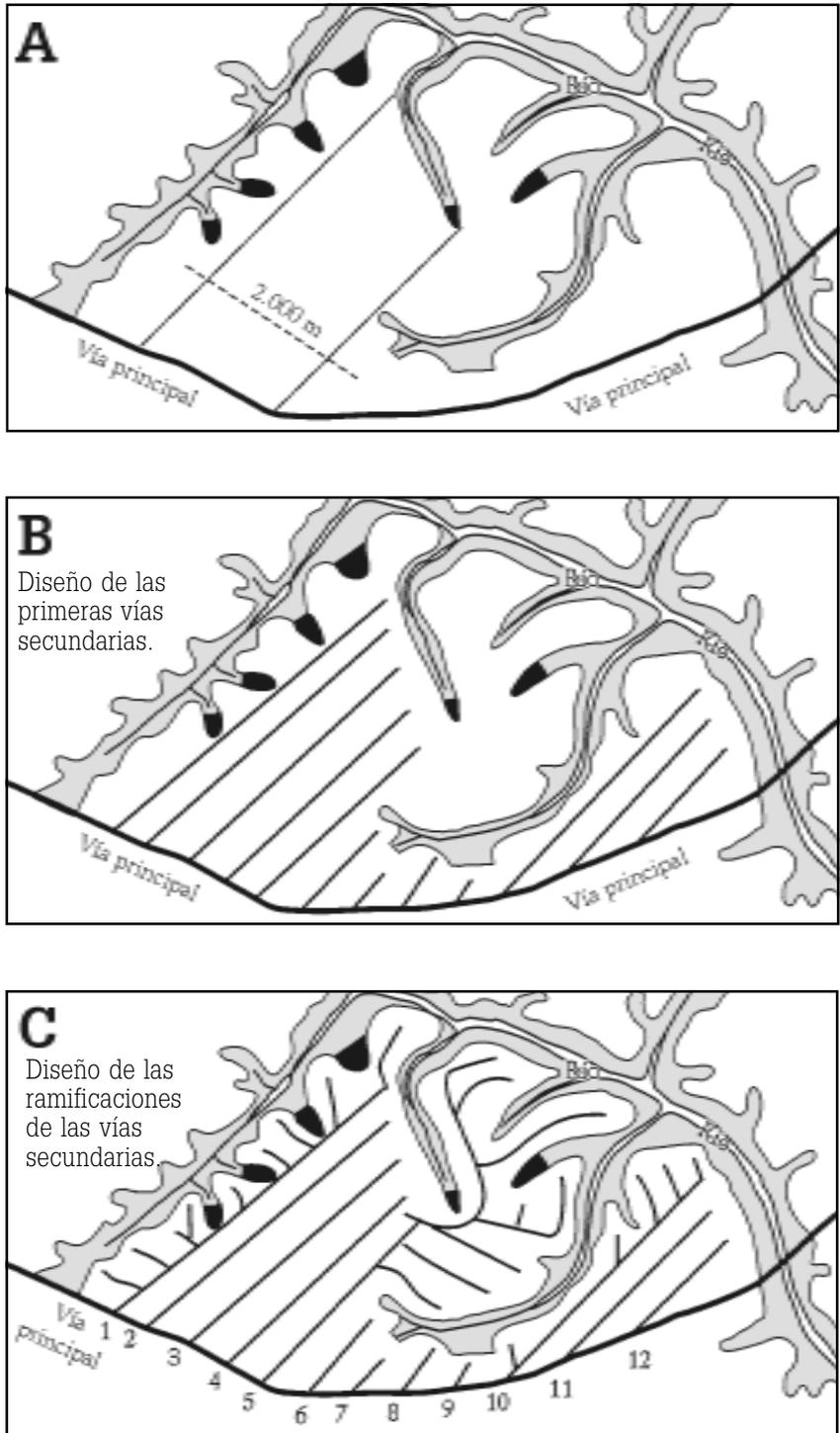
### Planificación de las vías en áreas planas

Para proyectar una red de vías en áreas planas se debe:

1. Estimar la distancia óptima entre las vías (DOV). De esta manera, los costos para la apertura de vías y arrastre de trozas son reducidos. El cálculo de la DOV está demostrado en el Anexo 3.
2. Iniciar la planificación en las áreas de forma regular (*Figura 3a*).
3. Calcular el número de vías necesarias dividiendo el ancho del área por la DOV. Por ejemplo, si el ancho del área central del mapa mide 2.000 metros y la DOV 400 metros, serían necesarios construir cinco vías (*Figura 3a*).
4. Dibujar las vías en el mapa a partir de la vía principal, iniciándose por una de las laterales del área (*Figura 3b*). La distancia de la vía hasta la lateral y el fondo del área debe ser igual a la mitad de la DOV (por ejemplo, 200 metros para la DOV de 400 metros) (*Figura 3b*). Las vías restantes deben ser planeadas manteniéndose la misma distancia entre sí (*Figura 3b*).
5. Trazar la ramificación de las vías para tener acceso a los trechos irregulares del bosque. La distancia entre las ramificaciones (vías terciarias) es similar a la DOV. Por ejemplo, serían necesarias varias vías partiendo de la vía 1 (*Figura 3c*) para dar acceso a los trechos de bosque entrecortados por áreas de preservación permanente.

**Figura 2.**  
Vía secundaria en sentido este-oeste.

**Figura 3.** Planificación de las vías en áreas planas.



## Ajuste en la estimación de la DOV

La división del ancho del área por la DOV no siempre resulta ser un número entero. Se recomienda, por tanto, utilizar como número de vías el número entero más próximo. Por ejemplo, utilizar 5 si el resultado es 5,4 ó 6 si el resultado es 5,6. De esta manera, se obtiene una distancia final dividiendo el ancho del área por el número entero (DOV) aproximado. Por ejemplo, un área con 2.160 metros de ancho y DOV de 400 metros debe tener 5 vías distanciadas cerca de 430 metros una de la otra ( $2160 \text{ metros} / 5 \text{ vías} = 432 \text{ metros}$ ).

## Planificación de las vías en áreas accidentadas

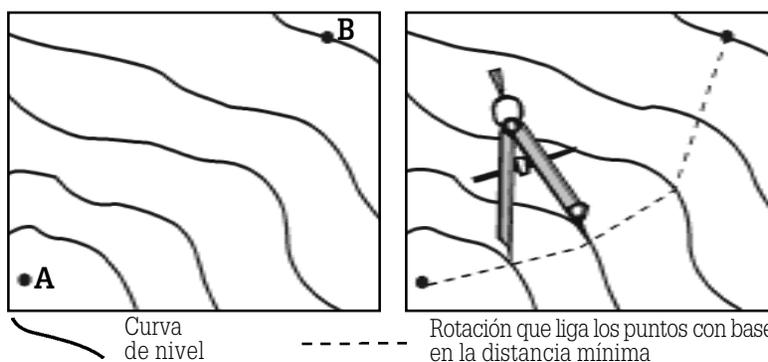
En terrenos accidentados se debe definir una ruta para la vía secundaria que no exceda la inclinación del 2% en las curvas y 6 a 8% en las rectas. El objetivo es disminuir el largo de la vía respetando la inclinación máxima y haciendo menor la necesidad de remoción de tierra (por ejemplo, excavación para reducir la inclinación del terreno).

Utilizar el método de la “distancia mínima” para trazar las vías en las áreas accidentadas. La DOV utilizada para las áreas planas también debe ser utilizada para orientar la distancia entre una vía y otra. Para aplicar este método es necesario:

1. Calcular la distancia mínima entre una curva de nivel y otra de acuerdo con la fórmula presentada en el Anexo 1. Por ejemplo, para mantener una inclinación máxima del 2%, la distancia entre una curva de nivel y otra debe ser por lo menos 1,5 cm (Figura 4).
2. Utilizar un compás para fijar la distancia deseable entre las curvas de nivel y, en seguida, trazar la línea de la vía (Figura 4).

**a.** Puntos a ser conectados en terreno accidentado.

**b.** Conexión de los puntos, respetando la inclinación máxima.



**Figura 4.** Uso de la “distancia mínima” para definir la ruta de la vía en el mapa topográfico.

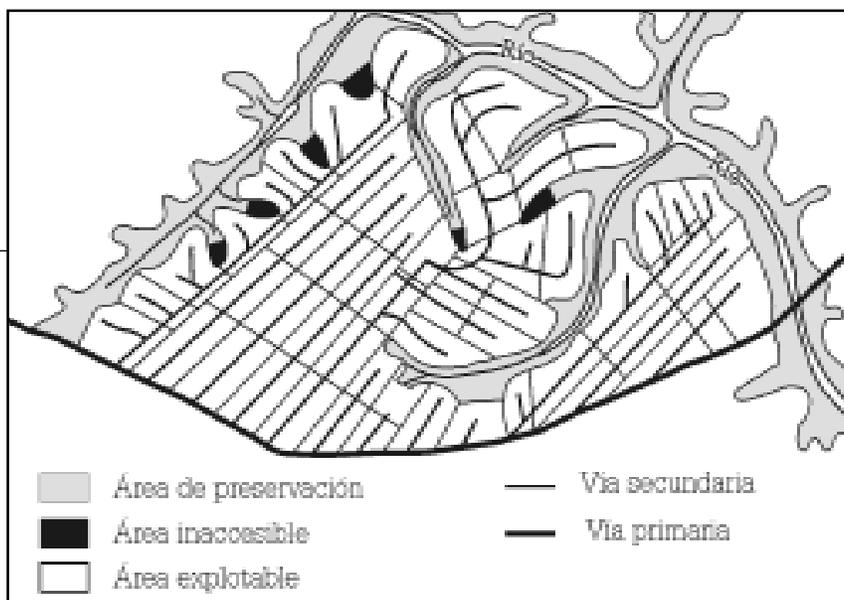
## ORDENAMIENTO DE LA EXPLOTACIÓN

Para ordenar el área que será explotada anualmente, se divide el bosque en rodales de acuerdo con las demandas del propietario y las características del bosque. Lo ideal es que el número de rodales del área sea igual al ciclo de corte (tiempo necesario para que el área explotada esté lista para un nuevo corte). En seguida, se define el orden de explotación de los rodales a lo largo del tiempo.

### División del bosque en rodales

Se define la forma y el tamaño preliminar de los rodales con base en el plan de vías, observando las siguientes recomendaciones:

1. Para facilitar la ejecución del plan de manejo, el largo y el ancho de los rodales no debe sobrepasar 1.000 metros (el área máxima de los rodales ideal es de 100 hectáreas).
2. Dibujar el rodal de manera que una vía secundaria pase por el medio, respetando la DOV (*Figura 5*). Esto facilitará posibles cambios en el tamaño de los rodales.
3. Iniciar la división por los rodales regulares (cuadrado o rectangular), considerando que son más fáciles de ser marcados en campo. Los bordes de estos rodales serán utilizados para orientar el resto de los rodales irregulares, delimitados posteriormente.



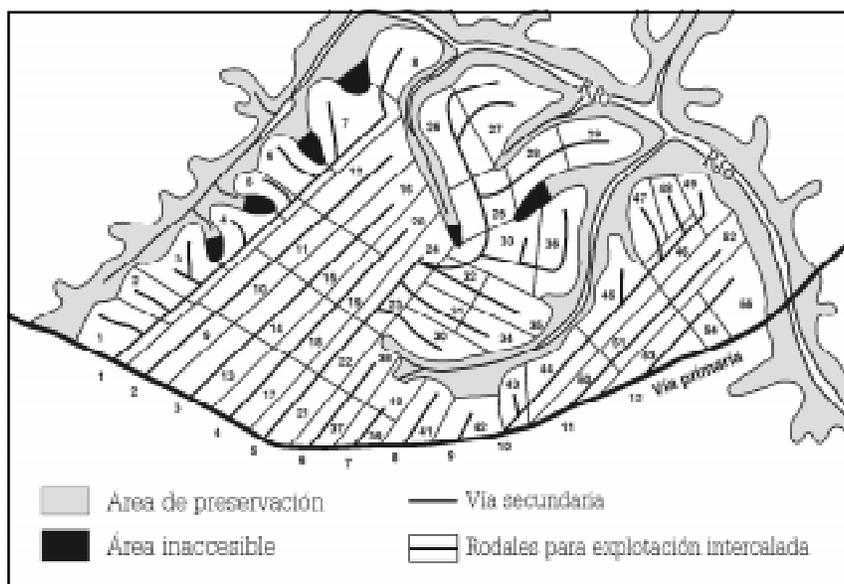
**Figura 5.** División del bosque en rodales para explotación anual.

## Definir el orden de la explotación

El orden de la explotación debe garantizar que los rodales vecinos sean explotados de manera alternada a lo largo del tiempo. Al dejar un rodal intacto al lado de uno explotado, se reduce el impacto de la explotación sobre la fauna y, al mismo tiempo, aumenta la protección del bosque contra el fuego. Sumado a esto, la explotación intercalada de los rodales tiene la ventaja adicional de mantener el costo de transporte en el mismo nivel a lo largo del tiempo.

Los pasos para definir el orden de la explotación son los siguientes:

1. Enumerar los rodales siguiendo el eje de las vías (*Figura 6*).
2. Estimar el tamaño de cada rodal.
3. Definir el orden de explotación de los rodales, marcando en el mapa aquellos que no son vecinos (*Figura 6*). No obstante, debido a la irregularidad de algunos rodales se puede marcar rodales con vecindad parcial (por ejemplo, los rodales 9 y 1; *Figura 6*).
4. Definir los rodales que serán explotados cada año, sumando el área de los rodales no vecinos en una misma vía, hasta totalizar un área de explotación anual. Si el número de rodales es insuficiente, se pueden incluir los rodales de la vía más próxima.
5. Organizar la secuencia de la explotación de los rodales en una tabla para facilitar el plan operacional (*Tabla 2*).



• **Figura 6.** Ordenamiento de los tabloneros para la explotación anual.

Número de rodal	Año de explotación	Área del rodal (ha)	Área de explotación anual (ha)
1	1	50	247
3	1	72	
5	1	40	
7	1	85	
9	2	49	251
11	2	57	
2	2	69	
4	2	76	
6	3	70	239
8	3	42	
10	3	58	
12	3	69	

**Tabla 2.**  
Ejemplo de secuencia de explotación de los rodales.

La ordenación de la explotación está sujeta a adaptaciones futuras. Por ejemplo, en los años en que la demanda es menor será necesario reducir el número de rodales explotados. Sin embargo, si existe una mayor demanda por madera, se puede aumentar el número de rodales a ser explotados.

## DEFINIR LA DEMANDA ANUAL PARA LA EXPLOTACIÓN

### Explotación anual continua y similar

Ocurre cuando un propietario forestal tiene como meta explotar anualmente un área de tamaño similar. En este caso, él divide el área explotable por ciclo de tala. Para los bosques densos de tierra firme en la Amazonía Oriental, bajo el régimen de manejo, los investigadores del IMAZON estiman un ciclo de tala alrededor de 30 años. Considerando el área de manejo de 6.000 hectáreas, el propietario podría explotar alrededor de 200 hectáreas por año (6.000 hectáreas/30 años).

### Explotación basada en el consumo de madera de la industria

El área de manejo debe atender al consumo de la empresa. De esta manera, se divide el consumo anual de trozas de la industria por el volumen promedio de madera comercial del bosque. Por ejemplo, para

un consumo anual de 9.000 m<sup>3</sup> de madera de valor comercial por hectárea sería necesario explotar alrededor de 300 hectáreas anualmente (9.000 m<sup>3</sup>/30 m<sup>3</sup> por ha). Así, un bosque de 6.000 hectáreas sería explotado en apenas 20 años.

El área de los rodales debe ser aproximadamente 10% mayor que el área de explotación. Ese “excedente” sirve como refugio para la fauna. Por tanto, en el ejemplo anterior, en vez de 300 hectáreas por año, serían necesarias 330 hectáreas de bosque.

### Zonas de refugios

Aparte de las áreas de preservación permanente, se recomienda la creación de refugios dentro de los rodales de explotación anual. El objetivo es reducir los impactos de la explotación sobre la fauna (especialmente los grandes mamíferos). Adicionalmente, estos refugios pueden conservar árboles y semillas, contribuyendo para la regeneración natural del bosque. Por lo general, se recomienda que los refugios tengan un área equivalente entre el 5 y 10% del rodal y que estén ubicados a lo largo de la variación topográfica, para que contengan los diversos ambientes del área. El refugio debe ser indicado en el mapa del plan de manejo antes de la delimitación del rodal. En seguida, se debe delimitar en el bosque para evitar que esta área sea accidentalmente explotada.

### CONCLUSIÓN

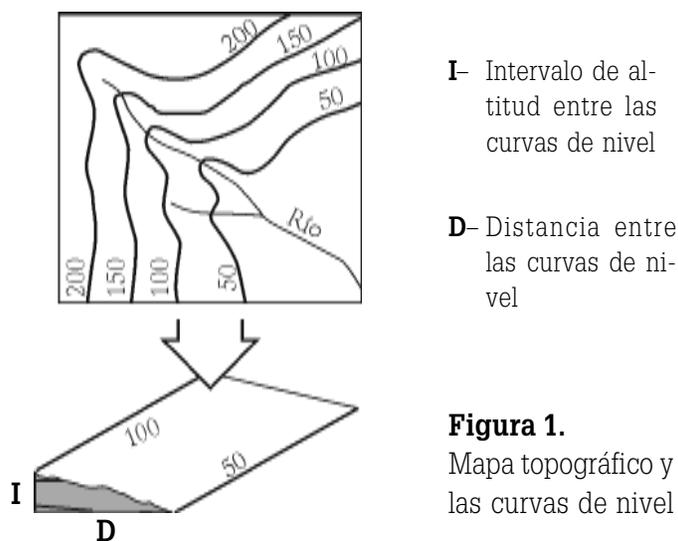
El plan de manejo define la forma cómo un bosque será explotado, lo que incluye la zonificación de la propiedad diferenciando las áreas de explotación, las zonas de preservación permanente y los trechos inaccesibles. Posteriormente, se planea la ruta de las vías secundarias y se divide el área total de manejo en los rodales de explotación anual. Por último, se define la secuencia de explotación del rodal a lo largo del tiempo. Esta medida tiene como fin reducir los impactos de la explotación maderera sobre la fauna y aumentar la protección del bosque contra el fuego. ■



## ANEXO 1

### Cómo utilizar los mapas topográficos

Los mapas topográficos representan la inclinación del terreno a través de curvas de nivel (*Figura 1*). El intervalo de altitud entre las curvas es específico para cada mapa.



Para ubicar las áreas con inclinación acentuada, se calcula la distancia mínima entre las curvas de nivel. La distancia mínima es dada por:

$$DM = (100 \times i) / (\max \times E)$$

Donde:

Max = inclinación máxima en %

i = intervalo de altitud entre las curvas de nivel (metros)

E = escala del mapa

Se presenta un ejemplo de cálculo utilizando los siguientes datos: max = 40% (inclinación máxima para extracción con *skidder*), I = 50 m (para cada mapa) y E = 1:100.000.

$$DM = (100 \times 50) / (40 \times 100.000) = 0,0012 \text{ metros o } 0,12 \text{ centímetros}$$

En el mapa, la distancia de 0,12 cm entre una curva y otra indica una inclinación del 40% en el terreno. En este caso, las curvas iguales o menores que 0,12 cm corresponden a áreas inaccesibles para la explotación.

## ANEXO 2

### Medición de áreas utilizando red de puntos

Utilizar una red de puntos para estimar el área de figuras con forma irregular. Una red de puntos es una hoja transparente cuadriculada, conteniendo puntos con la misma distancia. La red de puntos puede ser elaborada en computadores utilizando programas gráficos.

#### ¿Cómo estimar el área?

- Coloque una hoja sobre el área del mapa a ser medida.
- Cuente los puntos que están dentro del área para medirla. Los puntos que están sobre la línea de borde equivalen a medio punto.
- Multiplique el área que cada punto representa por el número de puntos encontrados en el área medida.

#### ¿Cómo saber el área que cada punto representa?

- Determine la escala del mapa, por ejemplo, 1 cm en el mapa = 100 metros en el campo.
- Determine el área ocupada por 1 cm<sup>2</sup>, por ejemplo, 100 metros x 100 metros = 10.000 m<sup>2</sup> ó 1 hectárea.
- Cuente los puntos existentes en 1 cm<sup>2</sup> de la hoja cuadriculada, por ejemplo 4.
- Divida 1 cm<sup>2</sup> por el número de puntos, entonces si 4 puntos representan 1 ha, un punto es igual a 0,25 ha.

De esta manera, un área con 230 puntos mediría 57,5 ha (230 x 0,25).



### ANEXO 3

#### Estimación de la Distancia Óptima entre Vías (DOV)

La distancia óptima entre vías (DOV) en áreas planas es calculada considerando los costos de arrastre, de apertura de vías, patios y otras variables de acuerdo con las fórmulas publicadas por la SUDAM, 1977.

$$\text{DOV (metro)} = 10.000 / D$$

Donde:

$$D \text{ (densidad óptima de vías - metro por hectárea)} = 50 \sqrt{(Cx Fp \times Fe \times V/Ce)}$$

Donde:

$$C = (c \times t \times 1000) / Vv$$

Donde:

C = Costo de operación de equipo de arrastre en US\$/minuto (incluye el costo del operador y de la máquina).

T = Tiempo promedio de desplazamiento del tractor, en la distancia de 1 metro, con y sin carga, expreso en minuto/metro.

Vv = Volumen promedio traccionado en cada viaje de arrastre, en m<sup>3</sup>.

Fp = Factor de corrección para la extracción cuando los árboles son traccionados para los patios (caso de este manual), en lugar de ser traccionados del lugar de caída para el punto más cercano de la vía. Este factor generalmente es estimado entre 1,2 a 1,5. Entre mayor sea la distancia entre patios, mayor será el factor.

Fe = Factor de corrección cuando las vías son tortuosas, no paralelas, y con espacios desiguales entre si. Varía de 1 a 2, siendo para el caso de vías paralelas 1.

Ce = Costo de construcción de vía en US\$ por km.

Para ejemplificar el cálculo de la DOV se utilizan los datos de la Tabla 1.

**Tabla 1.** Variables utilizadas en la estimación de la Distancia óptima entre vías (DOV) de acuerdo con los datos obtenidos en el “Proyecto Piloto de Manejo Forestal”, Paragominas, Pará.

Variables	Valores (US\$)
C (US\$/minuto)	0,74
T (minuto/metro)	0,0252
Vv (m <sup>3</sup> )	5,46
Fp	1,39
Fe	1,0
Ce (US\$/km)	347,4

Estos datos son utilizados para calcular la DOV. La Tabla 2 muestra la variación del volumen explotable por unidad de área, así como la variación de costos de apertura de vías. Adicionalmente, muestra que un aumento del volumen explotable disminuye la distancia entre vías.

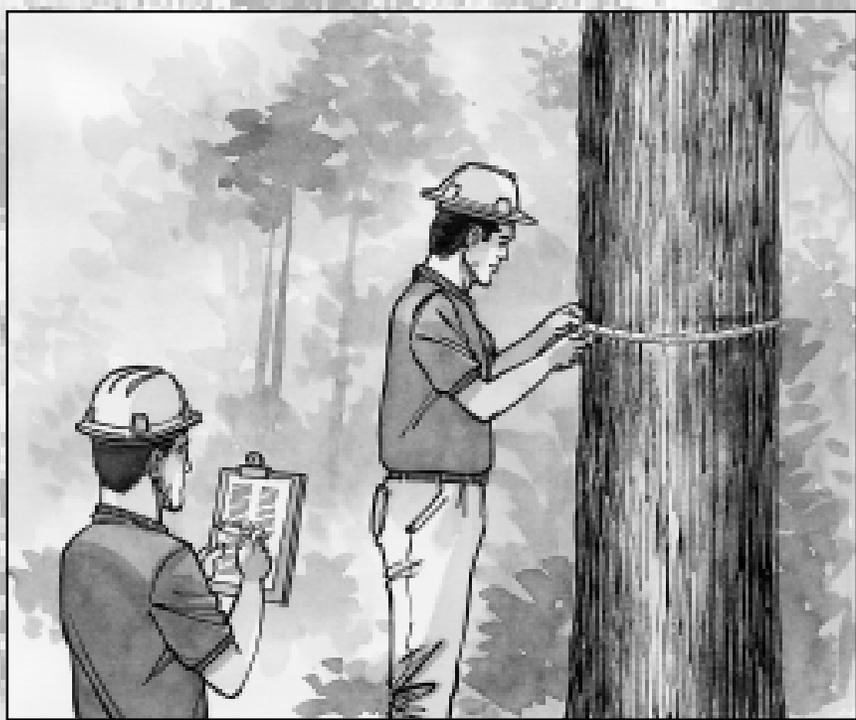
**Tabla 2.** Distancia óptima entre vías (DOV) de acuerdo con la variación en el volumen explotable para dos niveles de costos de apertura de vías.

Distancia óptima entre vías (en metros)		
Volumen explotable (m <sup>3</sup> /ha)	Caso básico (m)	Costo de apertura de vías 20% más costoso <sup>3</sup> (US\$)
20	383	419
24	349	383
28	323	354
30	312	342
34	293	321
38	278	304
40	271	296

<sup>3</sup> Considerando un aumento del 20% en el costo de vía presentado en la Tabla 1.



*Censo Forestal*





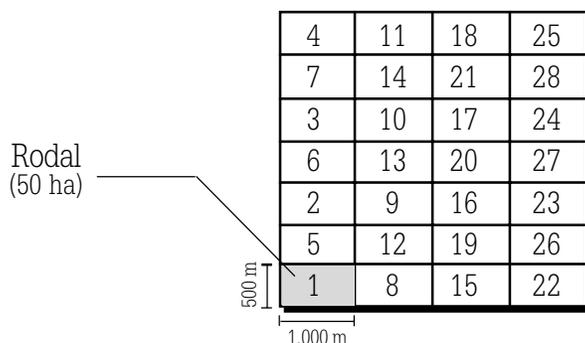
## PRESENTACIÓN

El censo forestal es un inventario de todos los árboles de valor comercial existentes en un área de explotación anual. Las actividades de un censo son realizadas uno o dos años antes de la explotación, involucrando la delimitación de los rodales, apertura de las trochas de orientación, la identificación, la ubicación y evaluación de los árboles de valor comercial. También otros datos, como la presencia de quebradas, áreas con gran cantidad de lianas y variaciones topográficas, útiles al plan de explotación y a las prácticas silviculturales, son verificados durante el censo forestal.

## PREPARACIÓN DEL AREA

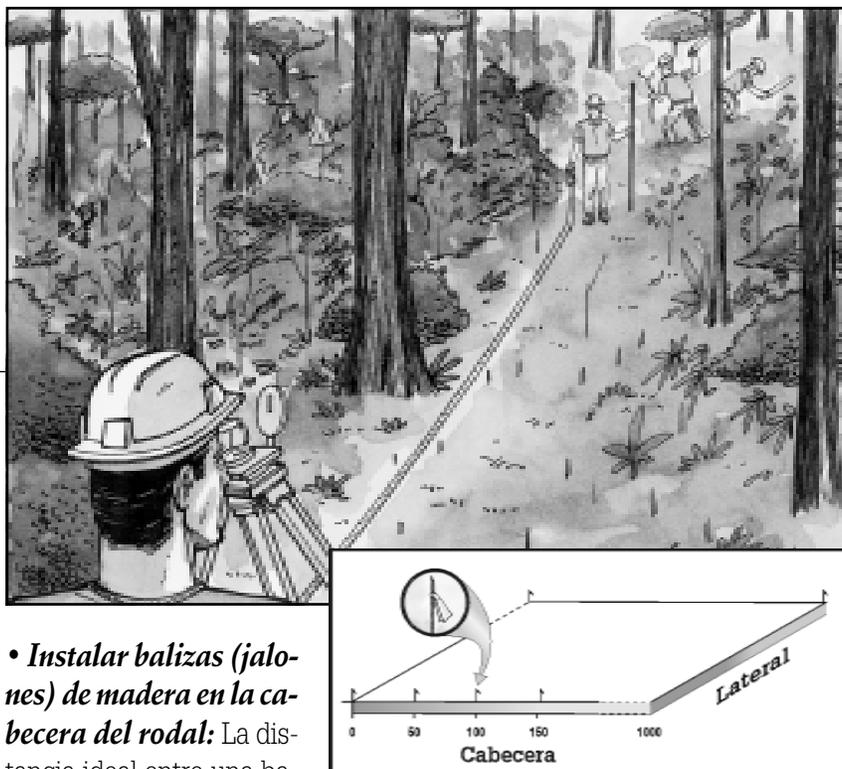
### Demarcación del rodal

En el plan operacional, el área total a ser manejada, es dividida en rodales (*Figura 1*). En general, la delimitación de los rodales en el bosque es realizada por un equipo de cuatro personas, un orientador, responsable por el alineamiento de la demarcación, un balizador, cuya función es orientar la apertura de las trochas y fijar las balizas a lo largo del perímetro de los rodales, y dos ayudantes que hacen la apertura de las trochas. Para la delimitación del rodal se debe:



**Figura 1.** División del área de manejo en rodales intercalados.

- **Ubicar la cabecera (línea base) y las laterales del rodal:** Se utiliza algún marco referencial como una vía, río o límite de propiedad. Para mayor precisión utilizar brújula con trípode en la definición de las líneas base y laterales. Las trochas deben ser abiertas con aproximadamente 1,5 metros de ancho alrededor de los límites del rodal (*Figura 2*).



**Figura 2.**  
Demarcación  
de los rodales.

• **Instalar balizas (jalones) de madera en la cabecera del rodal:**

La distancia ideal entre una baliza y otra es de 50 metros. La primera baliza debe estar en el marco cero, la segunda, a 50 metros y así, sucesivamente. Las distancias pueden ser marcadas con bolígrafo de tinta a prueba de agua en cintas de plástico amarradas a la baliza. Es importante mantener el registro de la posición de la baliza con la cara hacia la línea base, a fin de facilitar la visualización del equipo de planificación.

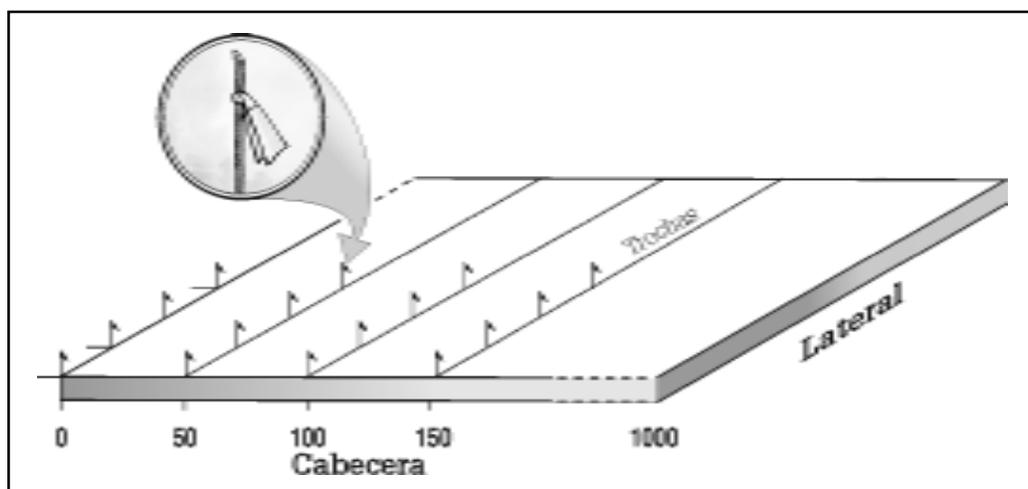
Adicionalmente, se deben fijar marcos referenciales en cada uno de los cuatro bordes del rodal con estacas de madera resistente.

### Apertura de las trochas de orientación

Un equipo de tres personas (orientador, balizador y ayudante) abre las trochas dentro de los rodales de la siguiente manera:

1. Abrir trochas a cada 50 metros en líneas perpendiculares a la cabecera del rodal. La trocha debe tener un ancho de aproximadamente 0,5 metros.
2. Colocar balizas con cintas coloridas a lo largo de la trocha a distancias regulares (en general, 25 metros). De esta manera, la primera baliza debe ser fijada en el marco 0 (cero) metro, la segunda en 25 metros y así, sucesivamente (Figura 3).

3. Al final de la trocha, el equipo se debe movilizar lateralmente 50 metros hasta la próxima baliza, de donde se debe abrir una nueva trocha en dirección a la cabecera. La numeración debe, por tanto, ser realizada inversamente. Por ejemplo, en un trocha de 1.000 metros, la primera baliza sería fijada en 1.000 metros, la segunda en 975 metros y así, sucesivamente, hasta volver al punto 0 (cero) metro en la cabecera del rodal.



## CENSO

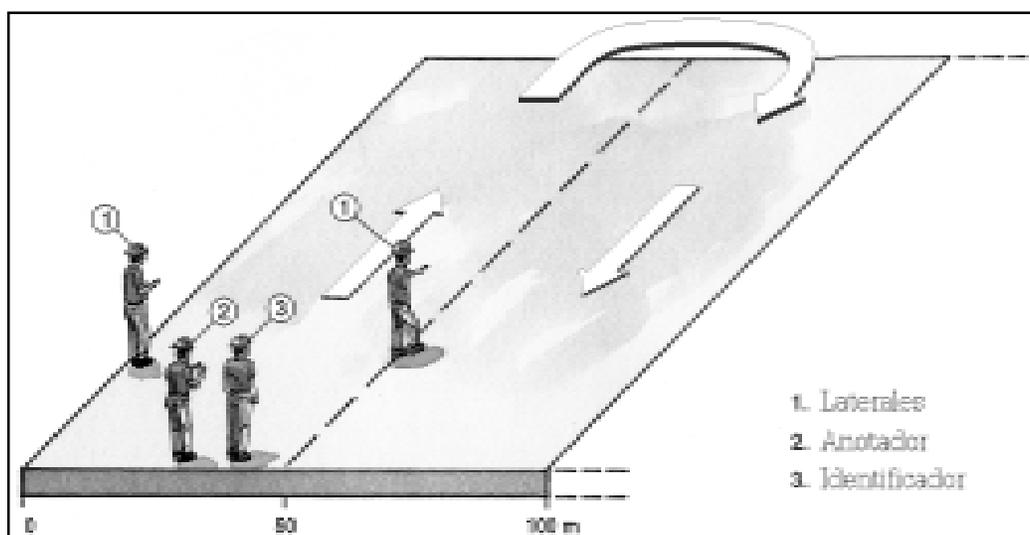
El censo consiste en la ubicación, identificación y evaluación de los árboles de valor comercial, árboles matrices (importantes para la regeneración del bosque) y árboles con potencial para talas futuras. Los datos son anotados en una hoja de campo y utilizados en la elaboración del mapa del censo. Posteriormente, estos datos serán utilizados para la planificación de la infraestructura de la explotación.

No hay un modelo único para la hoja del censo. El modelo adoptado en este manual contiene datos como número de árbol, coordenadas XY (para la ubicación del árbol), nombre de los árboles (identificación), diámetro a la altura del pecho (DAP), altura, calidad del tronco, calidad de la copa, dirección de caída (evaluación) y observaciones, tal como presencia de lianas.

El censo es realizado por un equipo formado por dos ayudantes (laterales), un identificador (baquiano) y un anotador. Los dos laterales buscan los árboles a ser mapeados a lo largo de las trochas, siendo cada uno responsable por una faja de 25 metros, mientras que el identifica-

**Figura 3.**  
Apertura de las trochas.

dor (baquiano) y el anotador se mueven en el medio de la faja. Los laterales también identifican, evalúan y ubican los árboles del rodal. El equipo busca los árboles hasta el final de la trocha, regresando en sentido contrario, en la faja siguiente (Figura 4).



**Figura 4.**  
Equipo del censo

## ETAPAS DEL CENSO

### Identificación de los árboles

La identificación de los árboles de valor comercial debe ser realizada por baquianos experimentados. Cuando existe más de un baquiano involucrado en la identificación, se certifica que ellos conocen las especies por el mismo nombre. Cuando sea posible, especialmente en la oficina, se asociará el nombre vulgar con el nombre científico. Una atención especial se debe dar para la denominación común (vulgar) de las especies, pues especies diferentes pueden tener un mismo nombre común, mientras que una única especie puede tener nombres comunes diferentes en diversas regiones. En caso de duda, buscar el herbario de las instituciones como el Museo Goeldi (Belém), EMBRAPA/CPATU (Belém) e INPA (Manaus).

### ¿Cuáles especies incluir en el CENSO?

Aproximadamente, 350 especies maderables son explotadas en la Amazonía. Sin embargo, en las áreas de producción maderera más

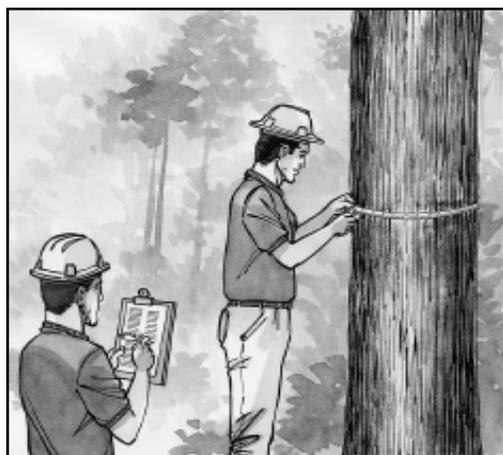
alejadas, el número de especies económicamente viables puede ser menor. Por ejemplo, en la Región Oeste del Pará, el número de especies explotadas (en 1996) era inferior a 50. En este caso, se debe incluir en el censo las especies sin valor actual para aquella región específica? La decisión depende de las perspectivas del crecimiento del sector maderero local y de la ampliación del mercado de maderas. Al considerar que el listado de especies de maderas económicamente viables ha aumentado en las dos últimas décadas, es oportuno incluir las especies de valor potencial (Apéndice 1). Eso ayudaría a planear el manejo forestal a largo plazo y evitaría la necesidad de repetir el censo de los árboles cuando tales especies entren en el mercado.

### Medición de árboles

Se mide la circunferencia o diámetro del árbol para estimar el volumen de madera y facilitar la selección de los árboles a explotar. La medición de la circunferencia puede ser realizada con una cinta métrica, mientras que para la medición del diámetro puede ser utilizada una cinta diamétrica o una forcípula (Figura 5).

La medición del diámetro del árbol debe ser realizada a una altura de 1,30 metros del suelo o alrededor de la altura del pecho del medidor (DAP). Es aconsejable medir los árboles 30 cms. por encima del DAP (alrededor de 95 cms. de circunferencia). Los árboles mayores (DAP arriba de 45 cms.) son explotados, mientras que los árboles menores (DAP 30 a 45 cms.) deben ser reservados para el próximo corte o extracción.

• **Figura 5.**  
Medición del diámetro.



a. Medición a altura del pecho



b. Medición arriba de las raíces tubulares

Generalmente, todos los árboles de valor comercial superior a 45 cm de DAP son explotables en la primera tala. Sin embargo, para algunas especies, el DAP mínimo de corte puede ser mayor. Por ejemplo, los árboles de “Jabotá” (*Hymenaea courbaril*) y el “quaruba” (*Vochysia* sp.) tienen una albura acentuada (parte blanca de la madera sin valor), lo que requiere que esas especies sean cortadas con DAP mayor (superior a 60 cm).

Para la medición del diámetro se debe tomar algunos cuidados:

- Medir apenas el diámetro de los árboles. No incluir tablones, lianas, casas de termitas, etcétera. Si el árbol presenta uno de estos problemas en el punto de medición, limpiar el área o medir 30 cm por encima de este punto (*Figura 5b*).
- Mantener la herramienta de medición en la posición horizontal en relación al suelo.
- En el caso de la medición de troncos irregulares, usar preferencialmente cinta métrica o diamétrica. En el caso de utilizar la forcípula, hacer dos mediciones y tomar el promedio.

### Numeración de los árboles en el campo

Cada árbol debe corresponder a un número que lo identificará. Los árboles seleccionados para la tala actual pueden ser diferenciados de los árboles para la próxima tala a través de una letra antes del número.

**Figura 6.** •  
Plaqueta de aluminio en árboles

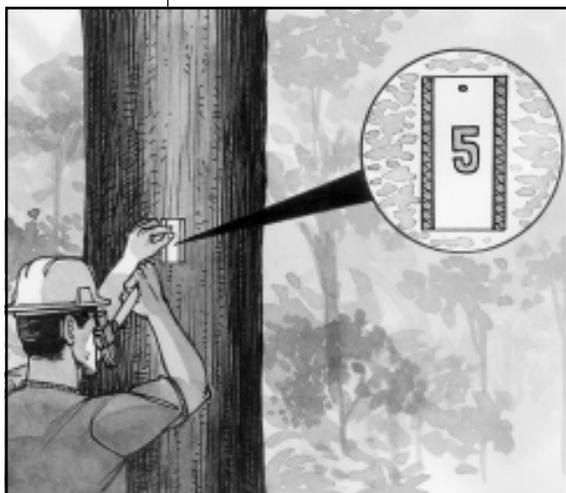
Por ejemplo:

A + Número

Árboles potenciales para extracción (DAP > 45 cm).

B + Número

Árboles para tala futura (DAP entre 30 y 45 cm).



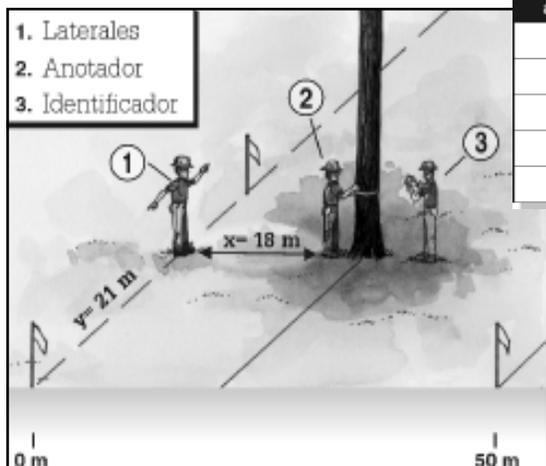
Los números deben ser impresos, preferiblemente, en plaquetas de aluminio (*Figura 6*). Las plaquetas deben ser fijadas en una altura promedio de 1,7 metros en la corteza del árbol con puntillas comunes pequeñas (3/4 de pulgadas) o de aluminio para no dañar el tronco. Otra opción es utilizar el cuchillo del árbol de caucho, para realizar el corte superficial en la corteza de los árboles y un lápiz de cera especial para escribir sobre la madera. En los dos casos, la marcación

debe ser realizada en la cara del árbol que se encuentra hacia la línea base del rodal, para facilitar la visualización.

### Mapificación de los árboles

Es común anotar la posición de cada árbol, en un sistema de coordenadas X y Y, en la hoja de campo. En este caso, "X" es la distancia del árbol para la trocha vecina y "Y" es la distancia entre el árbol y la línea base más cercana (Figura 7). Estos valores son dados por los ayudantes (laterales), que estiman los números con base en las distancias anotadas en las balizas de las trochas.

1. Laterales  
2. Anotador  
3. Identificador



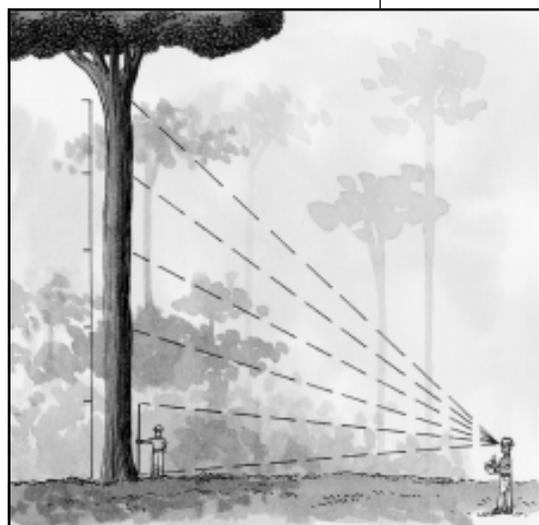
No. de árboles	Coord. X	Coord. Y	Nombre común del árbol
	18	21	

• **Figura 7.**  
Posicionamiento para la obtención de las coordenadas X y Y.

• **Figura 8.**  
Estimando la altura del tronco.

Para facilitar la ubicación de las coordenadas, anotar en la hoja de campo la faja donde se encuentra el árbol inventariado. La numeración de las fajas puede ser la siguiente: la "faja 1" sería el área ubicada en la cabecera del rodal entre las balizas y 50 metros, la "faja 2" entre los puntos 50 y 100 metros y así, sucesivamente.

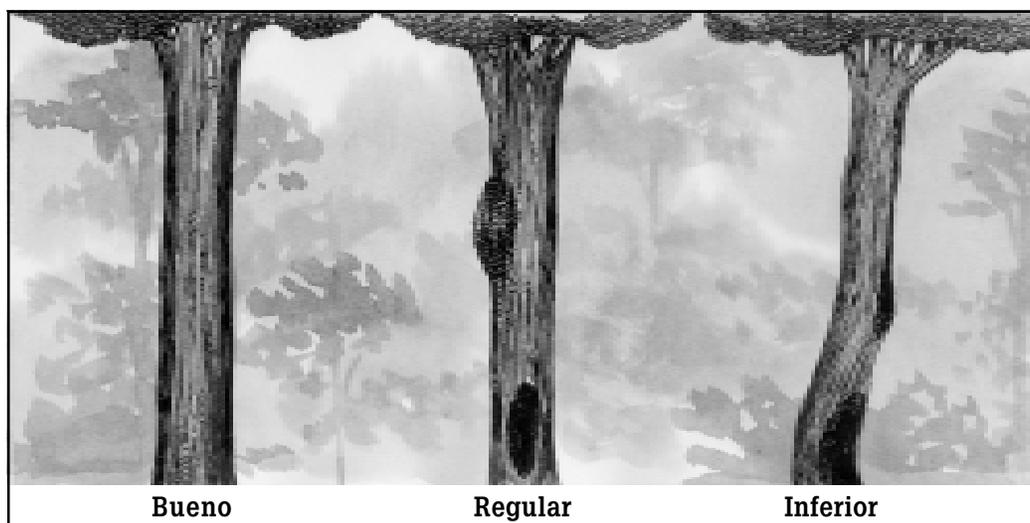
Aunque sea menos precisa, otra manera para la mapificación de los árboles es indicar su posición con un símbolo (por ejemplo, un punto) directamente en el mapa del censo.



### Estimación de la altura comercial

La estimación de la altura del tronco, que corresponde al punto de corte en la base del árbol, hasta la primera bifurcación de sus ramas, generalmente es realizada a ojo (sin ningún tipo de instrumento).

Sin embargo, para reducir el margen de error, se puede estimar la altura del tronco a través de la “prueba de la vara”. Cada miembro del equipo hace una prueba utilizando una vara de altura conocida (por ejemplo, 3 metros). El medidor, a una distancia de 5 a 10 metros del árbol, estima cuantas veces el tronco es mayor que la vara (*Figura 8*). La prueba debe ser repetida hasta que el equipo pueda obtener una estimación confiable de la altura del tronco, a ojo.



**Figura 9.** Clasificación del tronco en términos de calidad.

### Evaluación de la calidad del tronco

Los troncos varían en términos de calidad comercial. Los troncos rectos, cilíndricos y sin huecos son clasificados como “buenos” para uso maderero. Los troncos huecos son clasificados como “regulares” (*Figura 9*). Los troncos tortuosos y con presencia de huecos poseen calidad inferior.

La Tabla 1 presenta una relación entre la calidad del tronco y la proporción de aprovechamiento de su volumen. El factor indicado en esta tabla es multiplicado por el volumen total para encontrar el volumen aprovechable.

CALIDAD DEL TRONCO	APROVECHAMIENTO (%)	FACTOR DE APROVECHAMIENTO
BUENO	80 - 100	0,9
REGULAR	50 - 79	0,7
INFERIOR	< 50	0,3

**Tabla 1.** Calidad del tronco y el porcentaje de aprovechamiento de su volumen.

### Detección de la presencia del hueco

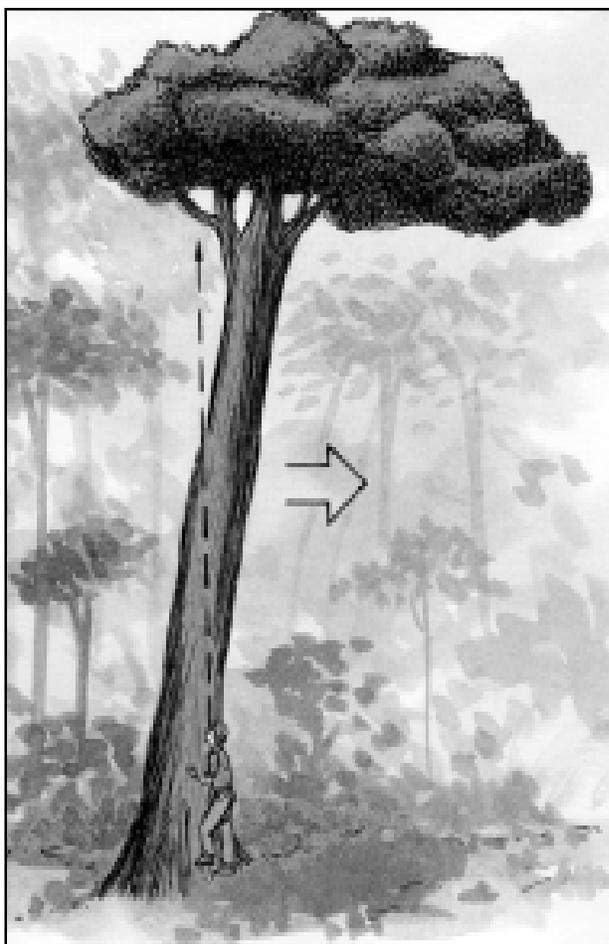
Hay varias maneras para detectar si un árbol está hueco. Por ejemplo, poner el oído en el tronco y pegarle con un martillo. Si el sonido emitido hace un eco, el árbol estará probablemente hueco.

Existen síntomas que sugieren la presencia de huecos en los árboles, como casas de termitas, presencia de secreciones oscuras a lo largo del tronco y ramas quebradas.

Los árboles con troncos clasificados como "sin valor comercial" deberán ser preservados, pues son importantes como productores de semillas, fuente de alimentos y refugio para animales.

### Evaluación de la dirección de la caída de los árboles

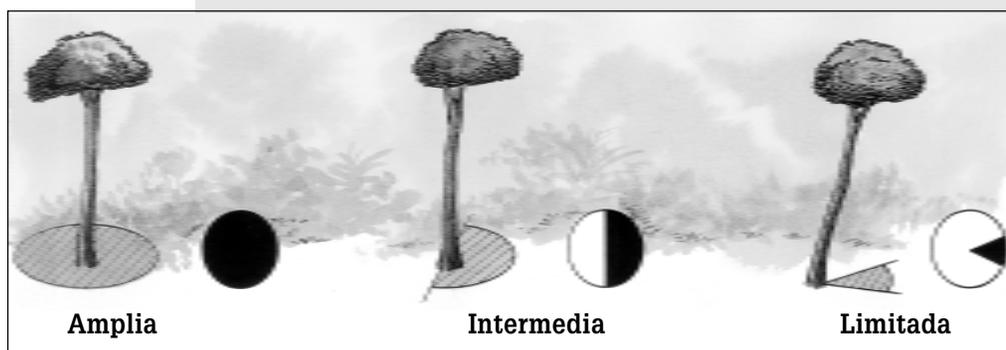
La dirección de la caída de un árbol depende de la inclinación natural de su tronco y de la distribución de su copa (*Figura 10*).



**Figura 10.** Evaluación de la dirección de la caída del árbol

### Tendencia de caída de los árboles

- AMPLIA:** Tronco recto y copa bien distribuida. Puede ser tum-  
bada en cualquier dirección. Ángulo de caída de  
360 grados.
- INTERMEDIA:** Tronco recto, copa hacia un lado. Ángulos de caída  
entre 90 y 180 grados.
- LIMITADA:** Tronco inclinado, copa desigual y acentuada. Áng-  
ulo de caída inferior a 90 grados.



**Figura 11.**  
Evaluación de la tendencia natural de caída de los árboles. (Obs.: Los símbolos indican como anotar la tendencia que queda en la ficha de campo).

### Selección de los árboles matrices

En primer lugar, se evalúa la calidad de la copa de los árboles para la selección de árboles matrices. Los árboles con copas sanas tienden a ser mejores productores de semillas, siendo preferibles como árboles matrices.

Las características de cada especie también influyen en la selección de estos árboles. Para las especies tolerantes a la luz, cuya regeneración adulta vive pocos años bajo la sombra (sotobosque), los árboles matrices son esenciales. Entre ellos están el “mogno” (*Swietenia macrophylla*), “andiroba” (*Carapa guianensis*), “cedro” (*Cedrela odorata*), “faveira” (*Panopsis* sp.) y “pará – pará” (*Jacaranda copaia*).

Para cada especie, se seleccionan de tres a cinco árboles como matrices por hectárea (incluyendo árboles con DAP superior a 30 cm). Cuando no es posible seleccionar árboles matrices en número suficiente (por ejemplo, cuando la reserva de árboles adultas es muy baja), se debe plantar individuos de estas especies en claros posteriormente a la explotación (Capítulo 10).

Los árboles matrices deben ser escogidos próximos a áreas donde serán abiertos claros grandes, aumentando, de esta manera, las posibili-

dades de colonización por sus plántulas (hijos). La apertura de claros grandes tiende a ocurrir en áreas donde están agrupados muchos árboles explotables. Para ser protegidos, los árboles matrices son indicados en el mapa del censo y demarcados durante el plan de explotación.

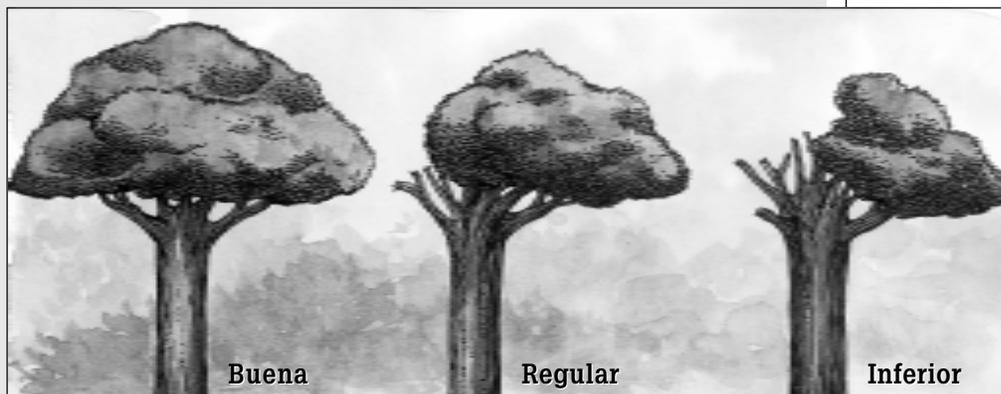
### Evaluación de la calidad de la copa

**BUENA:** Copa entera y bien distribuida alrededor del eje central del árbol.

**REGULAR:** Copa con algunas ramas quebradas.

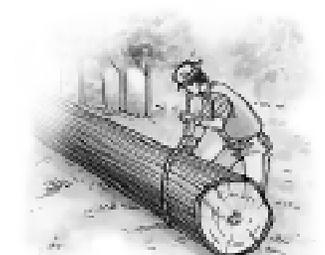
**INFERIOR:** Copa incompleta, más de la mitad de las ramas quebradas.

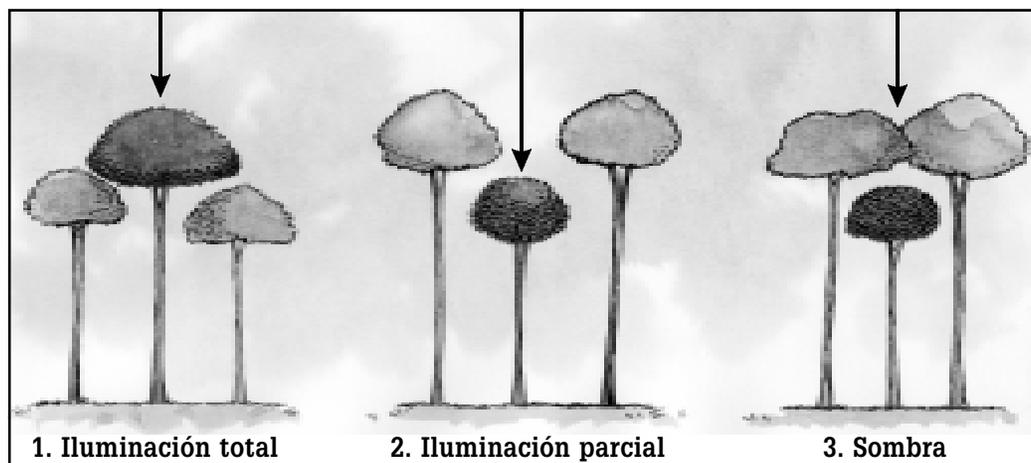
**Figura 12.**  
Clasificación de la copa.



### Evaluación de la iluminación de los árboles para la segunda tala

Es posible aumentar el crecimiento de los árboles de valor económico para la segunda tala (DAP de 30 a 45 cm) eliminando los árboles sin valor que están compitiendo por luz y nutrientes con las de valor comercial (*Capítulo 10*). Se hace una evaluación de la iluminación de la copa de los árboles (*Figura 13*) para saber cuales de ellos serán beneficiados con este tratamiento.





**Figura 13.** Clases de iluminación de la copa.

### Características del rodal

Un bosque contiene poblaciones de varias edades o etapas de desarrollo, incluyendo claros donde predominan plántulas y árboles jóvenes (DAP menos que 5 cm), población juvenil (árboles con DAP entre 5 y 15 cm), juvenil – intermedia (DAP entre 15 y 25 cm), intermedia (DAP entre 25 y 45 cm) y, finalmente, población madura (DAP mayor que 45 cm). Se puede mapear la ubicación de estas poblaciones, empleando una hoja de papel cuadrículado con los límites del rodal. Para facilitar el manejo, adoptar la escala de 1:5.000 (1 cm representa 50 metros). El anotador dibuja en el mapa el área de cada tipo de población durante el censo. Es importante definir el área mínima de cada población a ser mapeada. Se recomienda anotar apenas áreas de poblaciones con tamaño superior a 250 m<sup>2</sup>.

### Anotación de observaciones

Se anota en un mapa pequeño, los datos del rodal, sobre parches accidentados, trochas y vías antiguas y áreas con gran cantidad de lianas. Esta información es útil para definir donde aplicar los diferentes tratamientos silviculturales (*Capítulo 10*).

## PRODUCTOS DEL CENSO FORESTAL

### Mapa del censo

La información contenida en la hoja de campo (*Figura 14*) es la base para la elaboración del mapa del censo (*Figura 15*). Este mapa será utilizado para ubicar los árboles a ser extraídos, árboles remanentes (explotación futura), árboles matrices y topografía del terreno.

Rodal:		Año de implantación:		Fecha:		Página:					
Faja	No. del Árbol	Coord. X	Coord. Y	Nombre común del Árbol	DAP (cm)	Altura Com. (m)	Calidad Tronco	Calidad Copa	Iluminación	Dirección Caída	Obs.
3	36	116	197	Faveira	87,3	11,0	2	1	3	●	
3	37	122	232	Jatobá	81,0	15,0	1	2	1	●	
3	38	121	246	Cedro	61,5	12,0	1	1	1	◐	
3	39	135	338	Copaíba	79,8	9,0	3	2	3	◑	
3	40	132	385	Angelim Pedra	89,5	11,5	1	3	1	●	
3	41	181	324	Sumaúma	95,3	15,0	1	1	2	◐	
4	42	197	292	Maçaramduba	89,6	14,0	2	1	2	◐	
4	43	192	264	Morototó	68,4	8,5	1	2	1	●	
4	44	191	249	Copaíba	61,3	7,0	1	1	1	●	
4	45	192	230	Andiroba	57,5	12,0	1	1	2	●	
4	46	155	225	Tauari	59,2	10,0	1	1	1	◑	
4	47	178	194	Breu manga	58,4	12,5	1	1	1	◑	
4	48	185	138	Piquiarana	62,5	9,0	3	1	3	◑	
4	49	164	81	Ipê Roxo	60,7	14,0	1	1	1	◑	
4	50	176	11	Maparajuba	85,6	12,0	1	1	1	◐	
4	51	179	7	Sumaúma	75,8	1,5	1	1	1	◐	
4	52	159	55	Breu Manga	98,7	15,0	2	1	2	●	
4	53	239	116	Angelim Vermelho	63,1	14,0	1	2	3	◐	
4	54	241	123	Sapucaia	90,5	10,0	1	1	3	●	
4	55	202	141	Freijó	74,0	13,0	2	3	2	●	

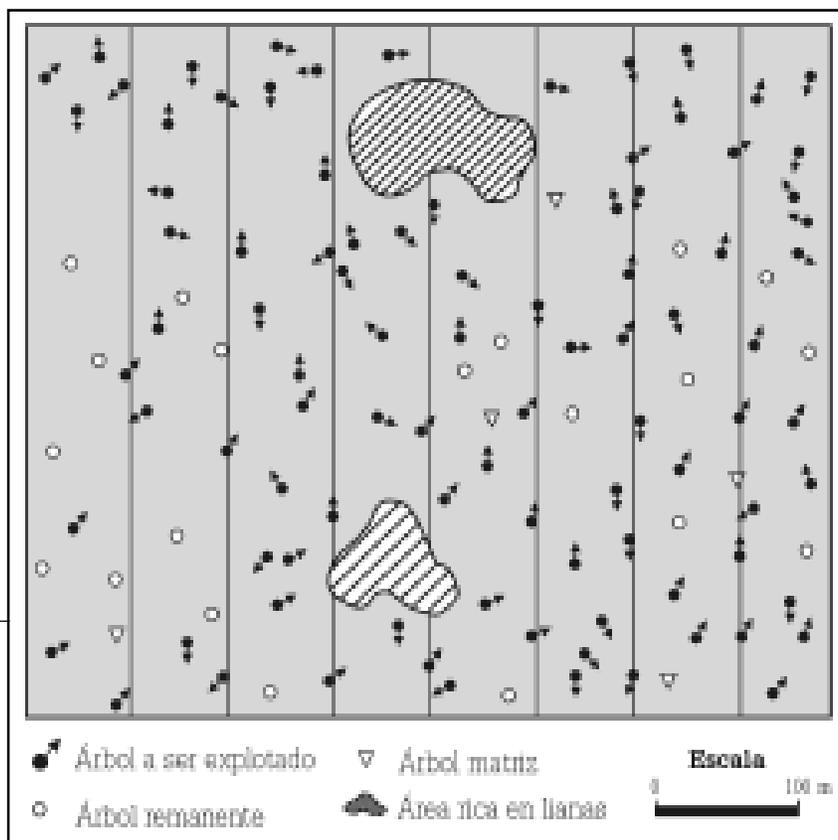
Calidad del tronco e iluminación de la copa: **1** – Bueno, **2** – Regular, **3** – Inferior.

### Etapas de preparación del mapa

1. Definir la escala del mapa. Para facilitar su manejo, el mapa debe tener un tamaño máximo de 1m<sup>2</sup>. Una escala recomendable sería 1:1.000 (1 cm representa 10 metros). De esta manera, un rodal de 10 hectáreas (1.000 X 1.000 metros) sería representado por un mapa con 1 metro de ancho por 1 metro de largo.
2. Trazar las líneas principales del mapa: cabeceras, laterales y trochas de orientación.
3. Dibujar en el mapa del censo todos los árboles explotables, árboles destinados a la próxima explotación y árboles matrices con base en la coordenadas X y Y.
4. Indicar en el mapa las vías secundarias y las áreas con mayor concentración de lianas, así como otros datos relevantes.

### Figura 14.

Ejemplo de una hoja de campo diligenciada.



**Figura 15.**  
Elaboración del mapa del censo forestal.

### Cálculo del volumen comercial

El volumen total de madera existente en una determinada área (por ejemplo, 1 hectárea) es el resultado de la suma del volumen de cada uno de los árboles ubicados en aquella área.

Para calcular el volumen de cada árbol se deben utilizar los datos sobre la circunferencia a la altura del pecho (CAP) o diámetro a la altura del pecho (DAP), altura comercial y calidad del tronco (volumen efectivamente aprovechable de cada árbol) en las fórmulas:

$$\text{Circunferencia: } \frac{V(\text{m}^3) = \text{CAP}^2 \times A \times \text{FA} \times F}{125.663,7}$$

$$\text{Diámetro: } V(\text{m}^3) = 0,00007854 \times (\text{DAP})^2 \times A \times \text{FA}, \text{ donde}$$

- V = Volumen de madera comercial expresado en metros cúbicos.  
CAP = Circunferencia a altura del pecho expresado en centímetros.  
DAP = Diámetro a altura del pecho expresado en centímetros.  
A = Altura comercial en metros.  
FA = Factor de aprovechamiento relacionado a la proporción aprovechable del tronco presentado en la Tabla 1.  
F = Factor de forma referente a la conicidad de la troza, generalmente igual a 0,7.

0,00007854 y 125663,7 = constantes

Para calcular el volumen de un árbol con 13 metros de altura comercial, 74 cm de DAP y un fuste de calidad buena (factor 0,9; Tabla 1), sería:

$$V = 0,00007854 \times (74)^2 \times 13,0 \times 0,9 = 3,5 \text{ m}^3 \text{ (fórmula del diámetro).}$$

Para obtener el volumen total por hectárea es sólo repetir el cálculo para todos los árboles y después sumar. El cálculo puede ser realizado en una hoja electrónica (por ejemplo, EXCEL O ACCESS) o también con una sencilla calculadora.

## CONCLUSIÓN

El censo o inventario forestal 100%, es imprescindible para la elaboración del plan operativo de manejo. Los datos colectados en el censo, tales como la ubicación y evaluación de los árboles en términos madereros, indicación espacial de las zonas con gran cantidad de lianas y de topografía desfavorable a la explotación, permiten calcular el volumen a ser explotado y producir un mapa final del censo. Este mapa es la herramienta básica para orientar el corte de lianas, la planificación, la demarcación y la construcción de vías y patios de almacenamiento, el corte de los árboles, el arrastre de las trozas y los tratamientos silviculturales posteriores a la explotación. ■



## ANEXO 1

### Equipos y materiales utilizados en el censo



## ANEXO 2

### Sumario del Censo Forestal

OBJETIVOS	EQUIPO	TAREAS	MATERIAL/HERRAMIENTAS
Demarcar rodales	1 Orientador	Orientar apertura de trochas y hacer anotaciones.	Brújula de trípode, botas, casco, lápiz, mapas del rodal y del área
	1 Balizador	Medir perímetro de los rodales. Delimitar rodales con balizas. Anotar metraje en la cinta plástica.	Cinta métrica, cinta plástica, bolígrafo especial, botas, casco
	2 Ayudantes	Abrir trochas en el bosque	Hoz, botas, casco
Abrir trochas de orientación	1 Orientador	Orientar apertura de las trochas. Anotar el metraje en la cinta plástica.	Brújula de mano, cinta métrica, bolígrafo especial, casco, lápiz, mapa del rodal
	2 Ayudantes	Abrir trochas de orientación. Colocar balizas cada 25 metros.	Machete, cinta plástica colorida, botas, cascos
Mapificar y caracterizar los árboles	1 Baquiano	Ubicar, identificar y nombrar los árboles comerciales. Medir DAP. Evaluar calidad del tronco y copa. Evaluar dirección de caída de los árboles.	Cinta diamétrica, martillo, puntillas, plaquetas de aluminio, botas, cascos, machete
	1 Anotador	Anotar datos en la hoja de campo. Estimar la altura comercial. Ayudar en la evaluación de los árboles.	Brújula, tablero para anotación, hoja de campo, lapicero y borrador, botas, casco
	2 Ayudantes	Encontrar árboles comerciales. Estimar la ubicación de los árboles.	Cinta diamétrica, botas, cascos, machete



*Corte de Lianas*





## PRESENTACIÓN

Las lianas son plantas enredaderas que se desarrollan sobre los troncos y las copas de otros árboles. Las lianas se presentan en todo el Bosque Amazónico, siendo abundantes en los bosques de tierra firme de la Amazonía Oriental. Por ejemplo, en un área de bosque de 210 hectáreas, los investigadores del IMAZON identificaron alrededor de 70 especies, siendo las más frecuentes la liana estrella (*Memora schomburgkii*) y la liana roja (*Connarus* sp.). Las lianas tienen funciones ecológicas esenciales para el ecosistema forestal como el ciclo del agua y nutrientes, fuente de alimento para diversas especies de animales y como medio de transporte para los micos. Adicionalmente, algunas especies de lianas producen frutos de valor medicinal.

Sin embargo, estos bosques ricos en lianas, cuando están sujetos a la explotación maderera no manejada, pueden sufrir daños elevados. Las lianas dificultan las operaciones de corte y aumentan los riesgos de accidentes durante la explotación.

Las medidas para disminuir los problemas causados por las lianas deben ser selectivas (actuar solamente donde existe el problema), con el fin de prevenir o reducir los posibles impactos negativos de este control, así como disminuir los costos de esta práctica. Es importante subrayar que las sugerencias de manejo de lianas presentadas en este capítulo están sujetas a revisiones en la medida que nuevas informaciones sobre la ecología y uso de las lianas sean producidas.

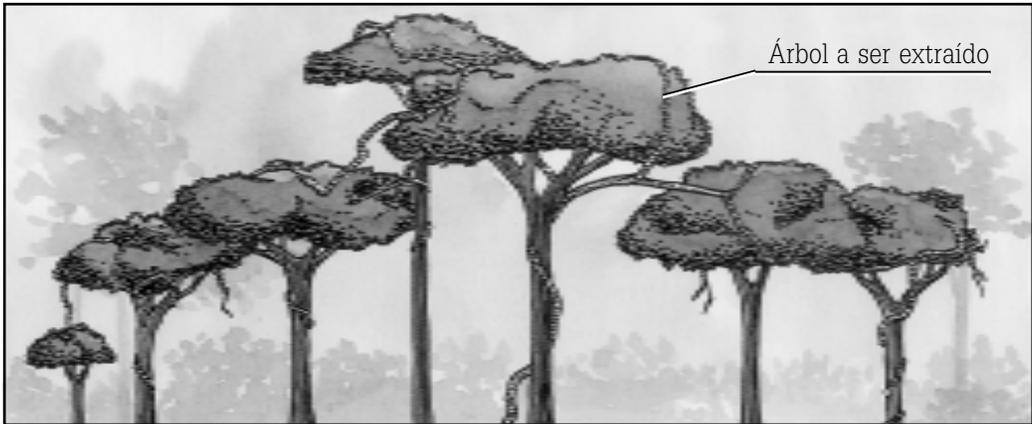
## PROBLEMAS ASOCIADOS A LA PRESENCIA DE LIANAS

### **Aumento de daños durante el corte de los árboles**

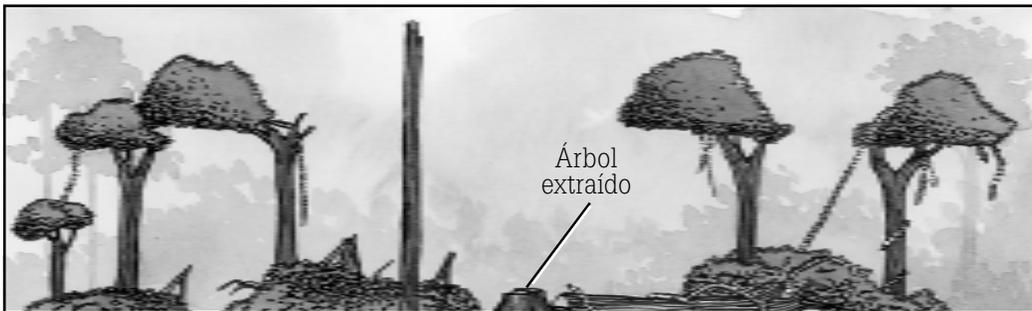
Cuando el árbol a ser extraído está interconectado con otros árboles vecinos a través de las lianas (*Figura 1a*), el corte de este árbol causa daños (quiebra de la copa o ramas) o también la caída de los árboles vecinos (*Figura 1b*).

### **Aumento de los riesgos de accidentes**

La presencia de lianas que unen las copas de los árboles dificulta la orientación de la caída del árbol a ser extraído. De esta manera, la posibilidad de este árbol caer en cualquier dirección, arrastrando consigo los demás, aumenta las situaciones de riesgos de accidentes para el equipo de corte (*Figura 2*).



**Figura 1a.** Interconexión de los árboles por las lianas.



**Figura 1b.** Daños posteriores a la tala de un árbol con lianas.



**Figura 2.**  
Riesgos de accidentes.

## Deformación del tronco

La presencia de lianas en un árbol puede ocasionar la deformación de su tronco durante el crecimiento, y reducir su valor comercial.

## Competencia por luz y nutrientes

Las lianas compiten con las especies forestales de valor comercial por luz y nutrientes. Tal competencia reduce las posibilidades de establecimiento y crecimiento de muchas plántulas y árboles jóvenes de especies maderables.

## BENEFICIOS DEL CORTE DE LIANAS

El corte de lianas es una forma de disminuir los problemas relacionados con la explotación maderera. Las lianas deben ser cortadas solamente en el área donde los árboles son extraídos, o en áreas de bosque joven, donde no existen árboles maduros. El corte de lianas en estas áreas resulta en beneficios, conforme se identifica, a seguir.

### Reducción de daños

Asociado a otras técnicas de manejo, el corte de lianas reduce el número de árboles dañados, así como el tamaño del claro formado por la caída del árbol (*Tabla 1*).

### Reducción de riesgos de accidentes

El corte de lianas, asociado con otras técnicas de manejo, reduce los riesgos de accidentes hasta por 20 veces, comparado con la explotación no manejada (*Tabla 1*).

• **Tabla 1.**  
Efecto comparativo del corte de lianas.

Factores de comparación	Con corte	Sin corte
Volumen de madera dañada (m <sup>3</sup> /ha)	1,3	2,7
Área afectada (m <sup>2</sup> /ha)	2,4	4,6
No. de árboles dañados/ha (DAP mayor que 10 cm)	21,0	29,0
Situaciones de riesgo de accidentes/ha	3,0	72,0

## **Aumento en la capacidad de regeneración del bosque**

Las lianas compiten por la luz y los nutrientes con los árboles. En las áreas explotadas por la actividad maderera, donde no se efectuó corte de lianas, estas tienden a restablecerse primero, dificultando la regeneración y el crecimiento del bosque. Por otro lado, los árboles que tienen las lianas cortadas pueden presentar un crecimiento mayor.

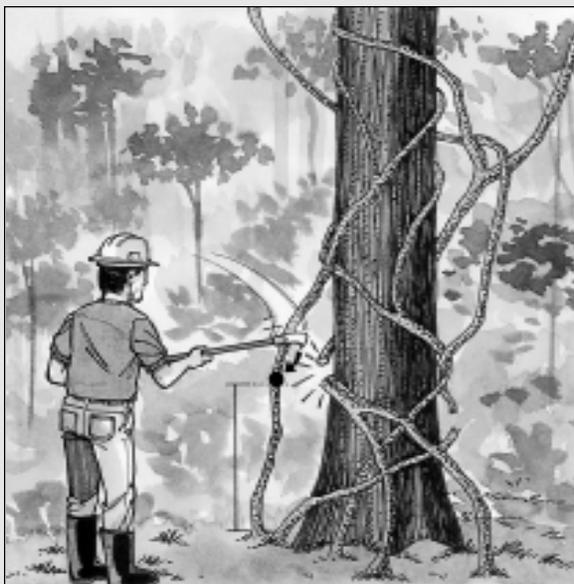
## **DÓNDE Y CÓMO CORTAR LIANAS**

### **En las áreas de explotación**

Solamente las lianas que se enredan en los árboles que serán explotados deben ser cortadas. Los cortadores buscan y cortan las lianas utilizando como guía el mapa del censo y las trochas de orientación. En áreas donde la densidad de lianas es muy alta, son necesarios dos cortadores; en áreas con bajo número de lianas apenas uno es suficiente.

### **Técnicas para cortar lianas**

1. Cortar las lianas que están enredadas en los árboles que serán extraídos.
2. Cortar las lianas aproximadamente a 1 metro del suelo. Para eso, se utiliza una hoz.
3. Cortar todos los puntos de ligamento de las lianas con el suelo.
4. Cortar apenas las lianas con diámetro mayor que 2 cm. Se cree que las lianas más delgadas no contribuyen para los daños a los árboles vecinos.



El corte de lianas debe ser realizado mínimo un año y medio antes de la explotación para garantizar que las lianas más resistentes se pudran y desprendan de los árboles. Es importante anotar que aunque las hojas de las lianas caigan dos o tres semanas posterior al corte, el pudrimiento y caída de sus tallos tienen inicio solamente después de seis meses, aunque los más resistentes solamente caen al año.

## En las áreas de bosque juvenil

Existen áreas de bosque ocupadas por árboles jóvenes que serán explotadas en el futuro. El corte de lianas en estas áreas puede ayudar a aumentar el crecimiento de los árboles, reduciendo el ciclo de corte. Adicionalmente, también pueden disminuir los daños a los troncos.

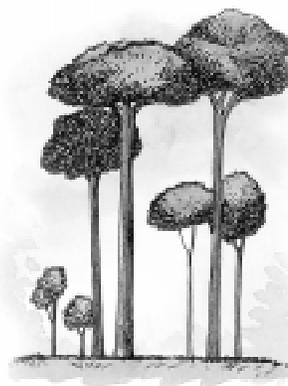
El corte de lianas en áreas de bosque juvenil debe ser realizado apenas alrededor de los árboles seleccionados como potenciales para el corte futuro, y puede ser realizado en la época de desbaste de árboles sin valor comercial (*Capítulo 10*). El corte localizado es preferible al corte generalizado, porque reduce costos y posibles impactos ambientales negativos (por ejemplo, reducción de alimento para la fauna).

Es necesario acompañar el crecimiento de los árboles de interés para evaluar la competencia con las lianas y sus efectos en el desarrollo. En caso de que exista una interferencia elevada, es necesario repetir el corte de lianas.

### CONCLUSIÓN

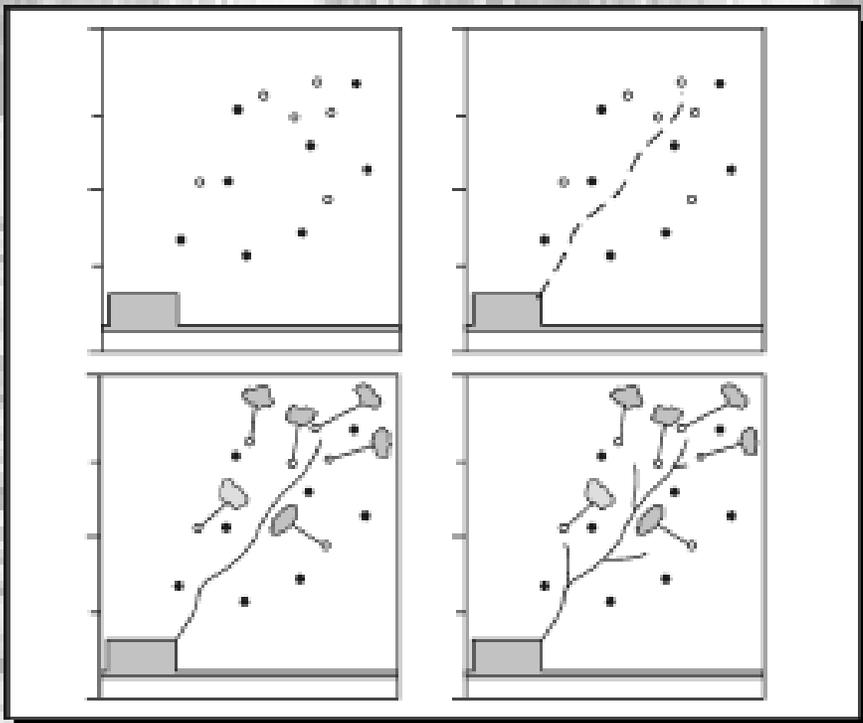
Las lianas son comunes en los bosques de tierra firme y pueden dificultar la explotación e inhibir la regeneración y el crecimiento de los árboles de valor comercial. Las medidas para controlar las lianas deben ser selectivas, para evitar impactos ambientales negativos y reducir los costos.

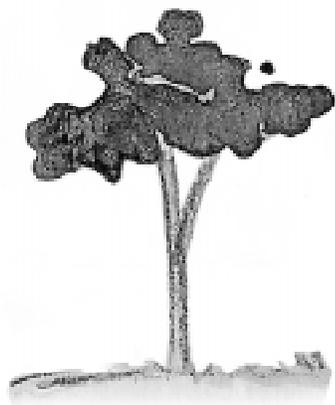
La tala de lianas enredadas en los árboles que serán explotados ayuda a reducir daños al bosque remanente, disminuye riesgos de accidentes y provee mejores condiciones para la regeneración en los espacios abiertos. ■





*Planificación  
de la Explotación*





## PRESENTACIÓN

La ubicación y el tamaño de los patios de almacenamiento, la posición de las ramificaciones de arrastre y la dirección de caída de los árboles son definidos en la planificación de la explotación. Esta información, en conjunto con los datos del censo (ubicación de las vías secundarias y de los árboles), son utilizados para elaborar el mapa preliminar de explotación, el cual será utilizado por el equipo de demarcación y, posteriormente, como guía de los equipos de tala y arrastre.

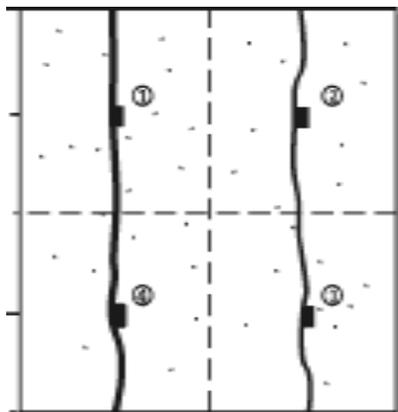
### UBICAR Y DEFINIR EL TAMAÑO DE LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO

#### Ubicar los patios

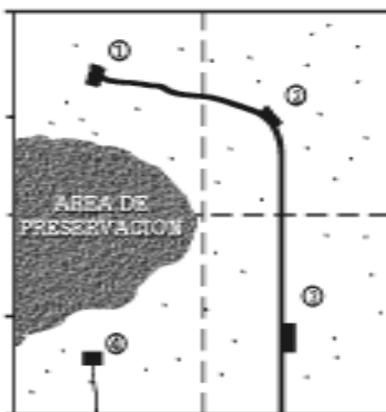
Los patios de almacenamiento deben ser planificados como infraestructura permanente de la explotación, debiendo ser ubicados a lo largo de las vías secundarias. La distribución de los patios puede ser realizada de manera sistemática o dirigida, conforme el tipo de suelo y la topografía del bosque.

**Sistemática:** Este tipo de distribución es recomendado para las áreas planas y con poca variación de suelos, donde el volumen de madera comercial tiende a ser estable en el transcurso del tiempo. Por tanto, los patios tienen el mismo tamaño y deben estar distribuidos en intervalos regulares a lo largo de la vía (*Figura 1a*). En este caso, la distancia entre un patio y otro debe ser igual a la distancia óptima entre vías (DOV). (Ver anexo 3, Capítulo 1, sobre cómo estimar este valor).

1a. Distribución sistemática.



1b. Distribución dirigida.



• **Figura 1.**  
Distribución de los patios.

**Dirigida:** Es indicado para áreas irregulares con diferentes tipos de suelo y topografía (*Figura 1b*). El tamaño y la ubicación de los patios (realizado con base en la DOV) varían en función de la topografía del terreno (el patio debe ser construido en un área plana) y del trazado de la vía (evitar las curvas).

### Definir el tamaño de los patios

El tamaño de los patios está en función del sistema de transporte de las trozas y del tipo de vehículo utilizado.

Existen dos sistemas de transporte: uno paralelo y el otro posterior al arrastre de todas las trozas. En el sistema “paralelo”, los patios tienen un área menor, ya que las trozas no son almacenadas al mismo tiempo. En la parte “posterior”, los patios son mayores, pues es necesario almacenar todo el volumen de una sola vez.

Se pueden utilizar dos tipos de vehículos para el transporte de las trozas: el camión con carreta pequeña (patios menores) y la carreta larga (patios grandes).

El sistema de transporte de las trozas influirá en el ancho de los patios, mientras que el tamaño de la carreta del camión, influirá en su largo. Observe en la Tabla 1 la sugerencia de tamaños de patios para cada situación.

Sistema de transporte	Tamaño del Camión	
	Pequeño	Grande
Posterior al arrastre	20 m. largo <sup>4</sup> x 25 m. ancho	25 m. largo x 25 m. de ancho
Paralelo al arrastre	20 m. de largo x 20 m. ancho	25 m. largo x 20 m. ancho

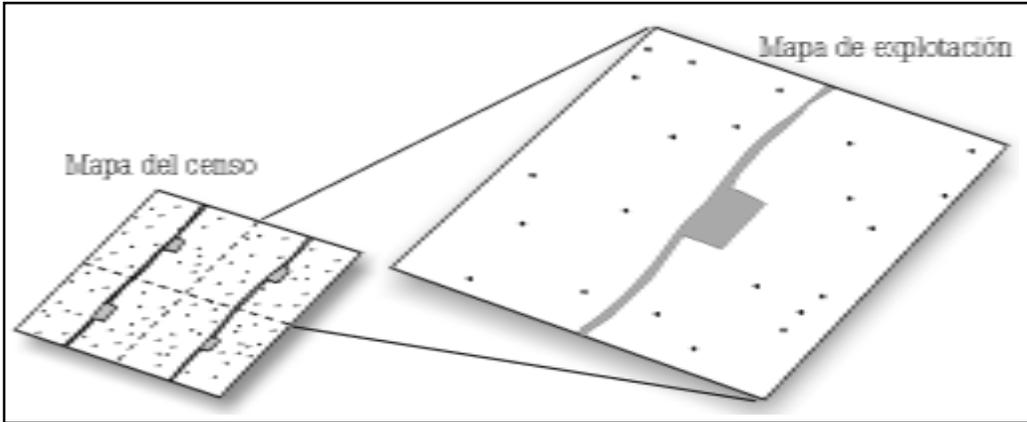
**Tabla 1.**

Tamaño de patios en función del modelo de transporte y tamaño del camión.

### AMPLIACIÓN DEL MAPA BASE

Para facilitar la planificación de la explotación y el manejo del mapa preliminar, se amplía cada sección del mapa del censo que contiene un patio (*Figura 2*). El tamaño ideal es el de una hoja de papel cuadriculado, formato A3 (30 cm x 42 cm). El planificador, para ampliar el mapa, utiliza lápiz y papel cuadriculado o se hace una fotocopia.

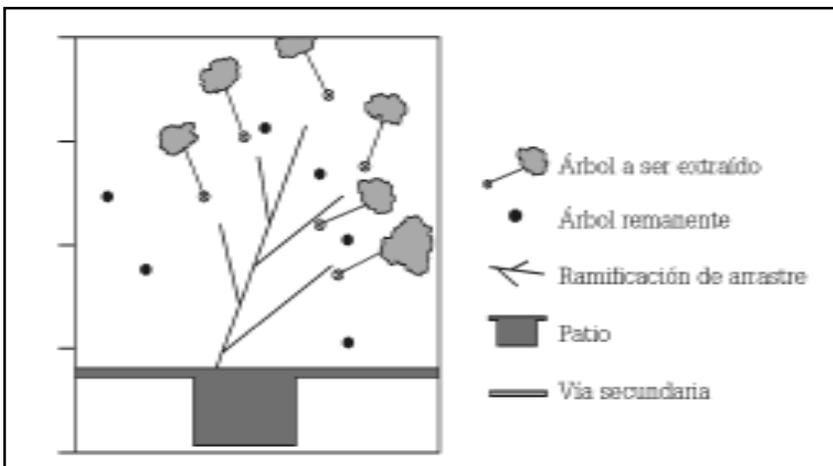
<sup>4</sup> El largo se refiere a la extensión a lo largo de la vía.



### DEFINIR LAS RAMIFICACIONES PARA ARRASTRE Y LA DIRECCIÓN DE CAÍDA DE LOS ÁRBOLES

En primer lugar, se define la ramificación principal de arrastre. En seguida, la dirección de caída de los árboles y la ubicación de las ramificaciones secundarias. Por último, se indica el orden de arrastre de los árboles y, eventualmente, la necesidad de trozarlos.

La trayectoria de las ramificaciones de arrastre (principal y secundarias) debe tener una forma tipo "espina de pescado" (Figura 3). Esto reduce el camino entre la troza y el patio, disminuye la densidad de las ramificaciones y hace que los ángulos en su unión sean suaves.

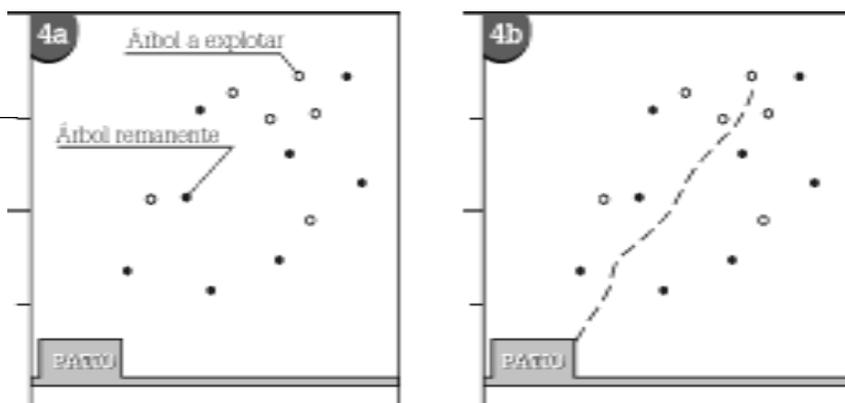


**Figura 3.** Ramificaciones en forma de "espina de pescado".

**Figura 2.** Ampliación del mapa del censo.

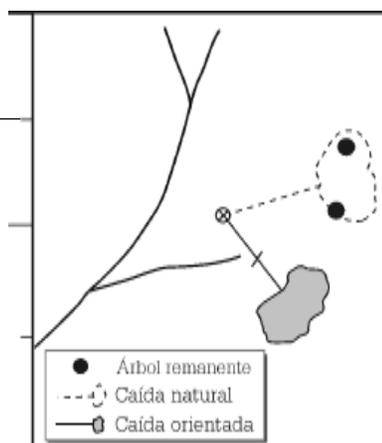
### Cómo definir la ramificación de arrastre

1. Delimitar los árboles que pueden ser retirados por una única ramificación. Estos árboles deben estar próximos entre sí, en un grupo de máximo 15 individuos (*Figura 4a*). Así, se reduce la compactación del suelo a lo largo de la ramificación central. En caso de que la concentración sobrepase de 15 individuos, se recomienda dividirlos para más de una ramificación.
2. Diseñar la ramificación central de arrastre en sentido patio – arrastre. La ramificación debe estar en una posición intermedia entre los árboles y estar lo más recto posible (*Figura 4b*). Se recomienda que la conexión de la ramificación al patio sea realizada en su largo (fondos o frente), dejando las laterales para almacenamiento de las trozas.



**Figura 4.** Ubicación de la ramificación principal de arrastre.

### Cómo definir la dirección de la caída de los árboles



**Figura 5.** Orientación de la caída

Inicialmente, se considera la dirección de caída del árbol indicado en el censo forestal. En seguida, se define la dirección de caída en el mapa preliminar de explotación con base en los siguientes criterios:

1. Proteger los árboles matrices o árboles para cosecha futura (árboles con DAP entre 30 y 45 cm), aunque su caída no favorezca el arrastre (*Figura 5*). Para facilitar el arrastre, el tronco puede ser trozado.

### Cómo planificar el trozado de los troncos

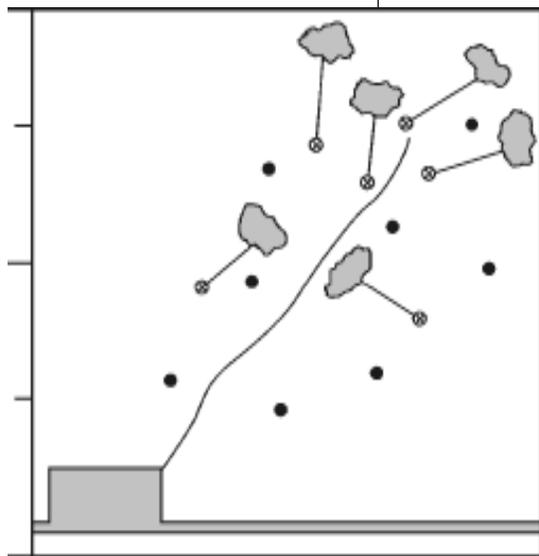
Algunas veces, es necesario indicar la tala de los árboles en una dirección desfavorable al arrastre. En estas situaciones, los árboles deben ser mapificados como “árboles a ser trozados” (Figura 5). La orientación para la división resulta en reducción de los daños ecológicos durante el arrastre. En el mapa preliminar de explotación, la indicación para el trozado debe ser realizado con un trazo en el dibujo del tronco del árbol (Figura 5).

Las trozas muy largas (por ejemplo, mayores de 12 metros) y gruesas, aunque puedan caer en dirección favorable al arrastre, también deben ser indicadas en el mapa como “árboles a ser trozados”.

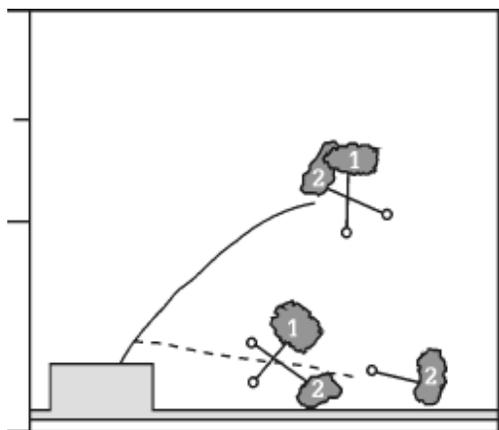
2. Evitar la dirección de caída de varios árboles para una misma área. Eso impide la unión de copas, reduciendo el tamaño de los claros y la acumulación de restos de vegetación.
3. Evitar que el tronco de un árbol caiga sobre el otro. De esta manera, las posibilidades de hendiduras y desperdicios de madera son menores.
4. Direccional, siempre que sea posible, la caída del árbol en sentido opuesto a la ramificación. De esta manera, la troza puede ser guinchada por la base del tronco, facilitando la operación.

La Figura 6 muestra cómo planificar el corte de los árboles siguiendo las recomendaciones mencionadas anteriormente.

Se recomienda anotar en el mapa los árboles cuya dirección de caída no puede ser alterada. Esto ayuda en la definición de las ramificaciones, así como anticipa algunos problemas, por ejemplo, el cruzamiento de árboles o uniones de copas en la caída. La solución para este problema es arrastrar las trozas en etapas. Los árboles que causen el cruzamiento son cortados y arrastrados primero, en cuanto a los restantes, estos serían extraídos por etapas, posteriormente. El orden de arrastre de estas trozas es indicado en el mapa de explotación (Figura 7).



**Figura 6.** Planificación de la dirección de caída de los árboles.



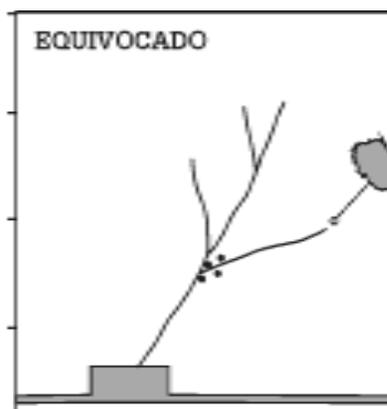
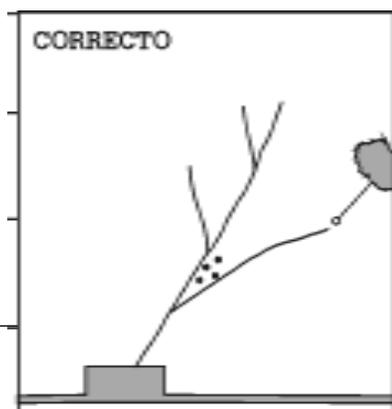
**Figura 7.** Indicación en el mapa de corte y arrastre en etapas.

Algunas veces, las ramificaciones de arrastre secundarias pueden ser ramificaciones en terciarios. En este caso, se sigue la regla de planificación de la ramificación principal, o sea, la ramificación secundaria debe pasar en la región central de los árboles que serán arrastrados a través de los terciarios.

### Cómo definir las ramificaciones secundarias de arrastre

Las ramificaciones secundarias deben ser definidas posterior a la mapificación de la ramificación principal y la indicación de caída de los árboles. Estas ramificaciones deben:

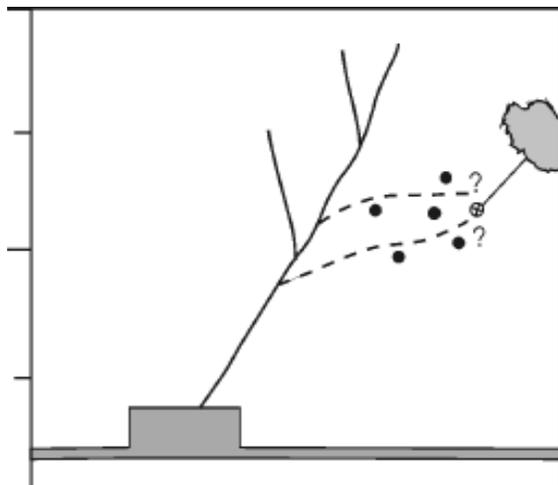
1. Estar conectadas a la principal en forma de "espina de pescado" (Figura 3).
2. Estar conectadas a la ramificación principal en un área libre de obstáculos como árboles matrices y de valor comercial futuro (Figura 8).



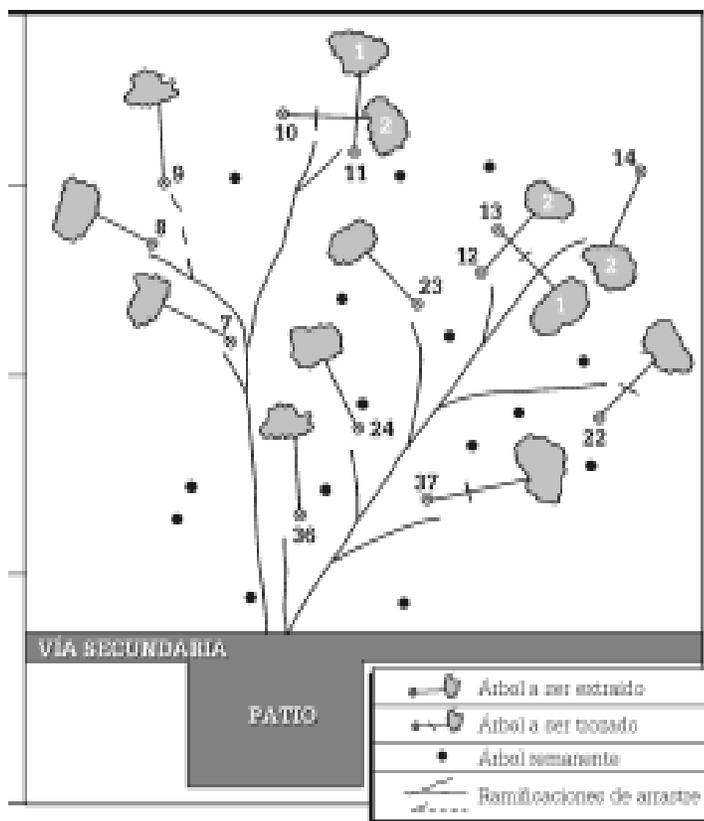
**Figura 8.** Planificación de la conexión de las ramificaciones principales y secundarias.

### SITUACIONES DIFÍCILES EN LA PLANIFICACIÓN

En algunos casos no es posible planificar las ramificaciones de arrastre en el mapa. Por ejemplo, puede ser difícil la aproximación del tractor hasta la troza por causa de la presencia de árboles en esta trayectoria. Adicionalmente, no parece ser claro cuál es el mejor camino para sobreponer este obstáculo (Figura 9). Esta situación apenas será solucionada en la demarcación de la explotación (Capítulo 5). No obstante, si existe alguna solución aparente, indicar la trayectoria de la ramificación de arrastre, con una línea en trazos seguida de una señal de interrogación (Figura 9).



**Figura 9.**  
Opción de arrastre en situación con obstáculos.



**Figura 10.**  
Mapa preliminar de explotación.

### CONCLUSIÓN

La planificación de la explotación es compleja, ya que existen muchos factores que deben ser considerados al mismo tiempo en la toma de decisiones. Esta planificación utiliza los datos sobre la distribución de los árboles, dirección de la caída probable, ubicación de vías, forma del rodal y topografía para producir un plan capaz de reducir los daños ecológicos, los desperdicios de madera y de aumentar la productividad de la explotación.

El producto de la planificación es el mapa preliminar de explotación (*Figura 10*), que será la guía del equipo de delimitación, con posibilidad de sufrir modificaciones de acuerdo con las condiciones específicas del bosque. ■

## ANEXO 1

Área del patio ( $m^2$ ):  $AP \times VE$ , donde:

Área de patio ( $m^2$ ) necesario por  $m^3$  a ser explotado

$AP$  = Para camiones de carrocería larga, el valor es de  $1,57 m^2/m^3$   
y para camión pequeño,  $1,26 m^2/m^3$ .

$VE (m^3)$  = Volumen a ser almacenado en el patio  
 $VE = (A/10.000) \times VM$

Donde,  $A$  = Área ( $m^2$ ) bajo influencia del patio

$VM$  = Volumen promedio explotable por hectárea

### Ejemplo del cálculo:

Considerando  $VM = 35 m^3/ha$ ,  $A = 90.000 m^2$ ,

$AP=1,57$  (camión con carrocería larga).

Encontrando  $VE=$  volumen almacenable en el patio:

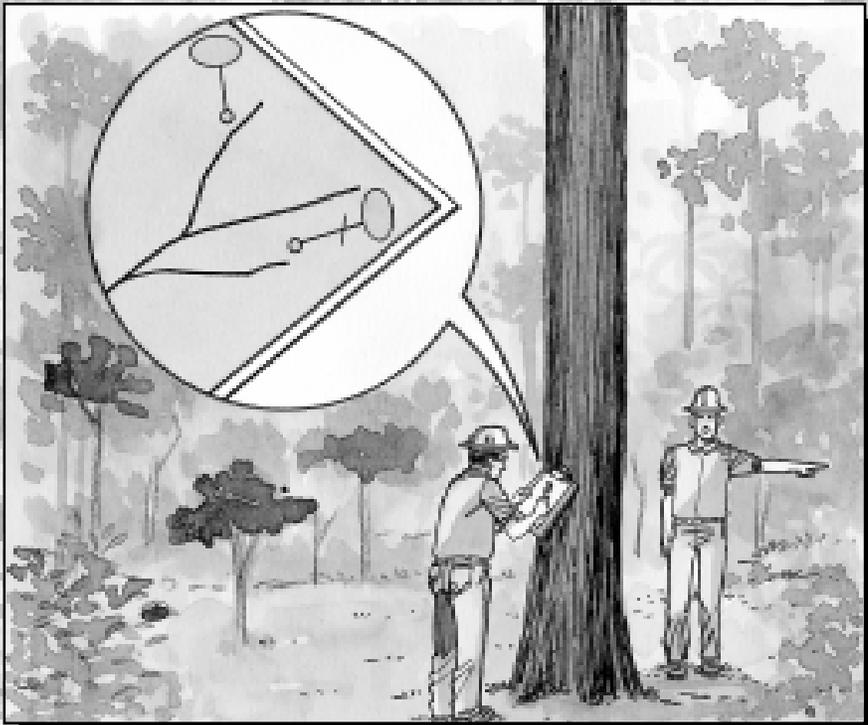
$$VE = (A/10.000) \times VM = (90.000 m^2/10.000) \times 35 m^3/ha = 315 m^3$$

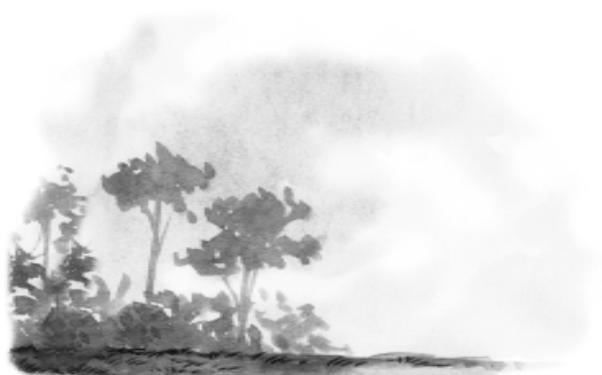
Estimando el área del patio:

$$\text{Área del patio } (m^2) = VE \times AP = 315 m^3 \times 1,57 m^2/m^3$$

$$\text{Área del patio } (m^2) = 494 \text{ (largo} = 25 \text{ metros; ancho} = 20 \text{ metros).}$$

*Demarcación de  
la Explotación Forestal*





## PRESENTACIÓN

La demarcación de las vías, ramificaciones de arrastre, patios de almacenamiento y la indicación de la dirección de tala de los árboles en el campo, toman como base el mapa preliminar de explotación. El equipo de demarcación hace ajustes en este mapa de acuerdo con las condiciones del bosque. Como resultado, se tiene un mapa de la planificación, a ser utilizado para guiar las operaciones de tala y arrastre.

## DEMARCACIÓN DE LAS VÍAS

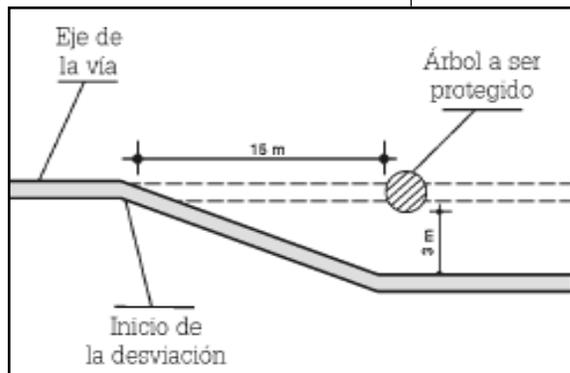
1. Ubicar el inicio de la vía conforme la indicación del mapa preliminar de explotación.
2. Abrir la trocha en el eje central de la vía. Utilizar una brújula para su orientación.
3. Señalizar el eje central de la vía con cintas coloridas amarradas en balizas de madera de aproximadamente 2 metros de altura. La distancia entre las balizas (en general, 20 a 25 metros) debe permitir que el tractorista pueda ver la indicación siguiente.
4. Elaborar desvíos suaves en las partes de la vía donde haya árboles matrices, árboles para explotación futura (DAP entre 30 y 45 cm), árboles de valor actual (DAP mayor que 45 cm) y variaciones topográficas (elevaciones de terreno, bajones).

Por lo general, tales desviaciones representan un alejamiento lateral, alrededor de 1 metro del obstáculo. No obstante, en caso de árboles matrices y árboles de valor comercial futuro, la desviación debe pasar más lejano, alrededor de 3 metros. Para que sea suave, esta desviación inicia a los 15 metros de distancia del obstáculo, observando la relación 1:5 (5 metros de distancia para cada metro de desviación) (Figura 1).

La vía sigue la trayectoria de la desviación hasta encontrar un nuevo obstáculo, de ahí la vuelta a su eje original. El retorno obedece la misma relación de 5 metros de distancia para cada metro de desviación.

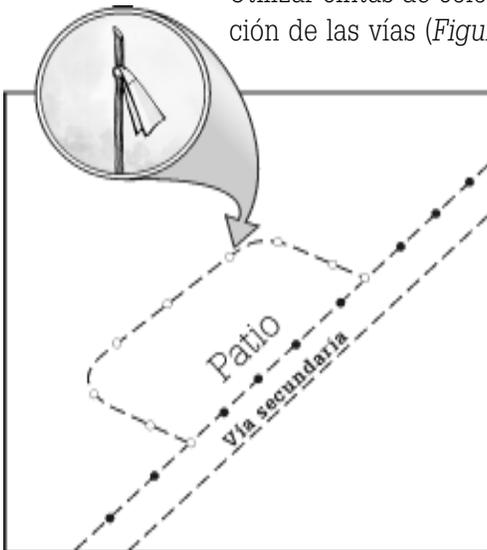
El equipo de delimitación puede señalar el inicio y el final de la desviación, utilizando una o dos cintas coloridas, respectivamente.

• **Figura 1.** Como hacer la desviación a lo largo de la vía.



## DEMARCACIÓN DE LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO

1. Definir el local del patio de acuerdo con el mapa preliminar de explotación y las siguientes condiciones del bosque:
  - preferir áreas donde la vegetación es rala (árboles con DAP menor que 20 cm) o en claros;
  - evitar áreas donde existen troncos de árboles;
  - escoger áreas planas, no obstante, con buenas condiciones de drenaje.
2. Iniciar la delimitación del patio, abriendo trochas señalizadas con balizas y cintas coloridas. Las balizas deben estar distantes unas de las otras cerca de 3 metros, para facilitar la visión del tractorista. Utilizar cintas de colores diferentes de las utilizadas en la demarcación de las vías (*Figura 2*).



### Sugerencia de colores para la señalización de las vías y patios (utilizar preferiblemente cintas plásticas)

- Rojo:** indica el eje de la vía.  
**Amarillo:** ubica el inicio y el final de cada desviación a lo largo de la vía.  
**Naranja:** delimita los bordes del patio.

**Figura 2.**  
Delimitación del patio en el bosque.

## DEMARCACIÓN DE LAS RAMIFICACIONES DE ARRASTRE

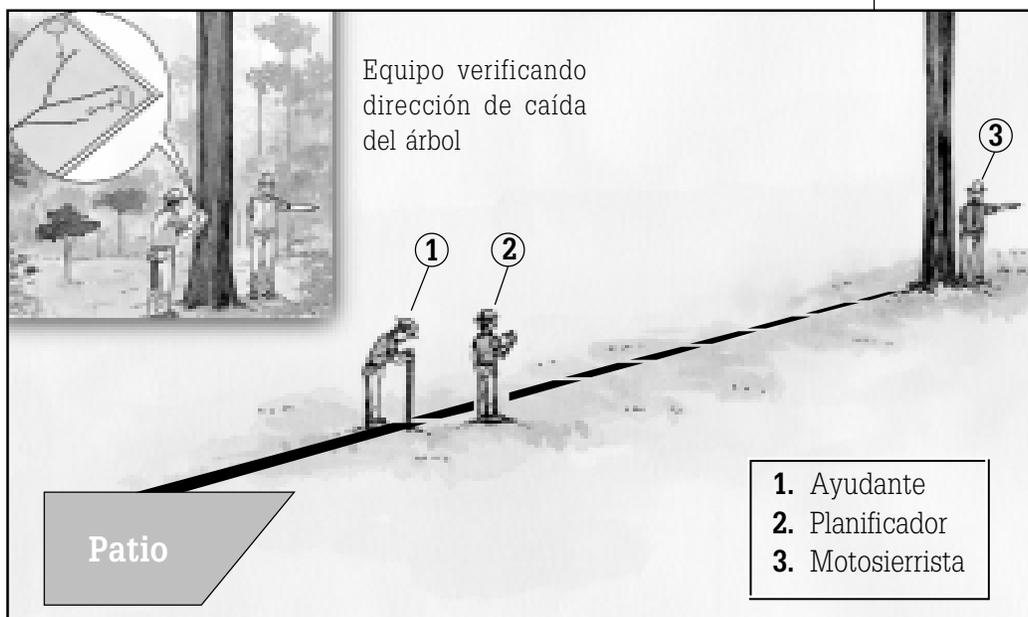
El equipo de delimitación, conformado por un planificador, un motosierrista y un balizador (*Figura 3*), debe:

1. Ubicar el patio o el inicio de la ramificación de arrastre de acuerdo con el mapa preliminar de la explotación.
2. Verificar, a lo largo del área indicada para el arrastre, posibles obstáculos como árboles matrices, árboles de valor futuro (DAP entre 0 y 50 cm), variaciones topográficas, troncos y árboles caídos natural-

mente. En este caso, la trayectoria de las ramificaciones debe ser alterada o desviada (observar las reglas de desviación de la vía). Repetir el mismo procedimiento para la demarcación de las ramificaciones secundarias y terciarias.

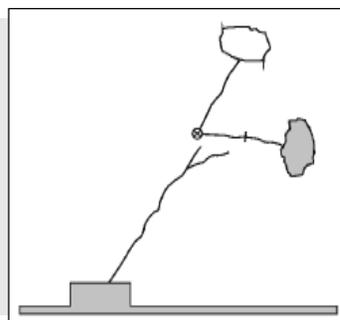
3. Abrir una trocha hasta el último árbol a ser talado en la ramificación. El camino debe ser lo más corto y de menor resistencia para el tractor (*Figura 3*).

**Figura 3.**  
Equipo de demarcación.



### Alterar las ramificaciones de arrastre

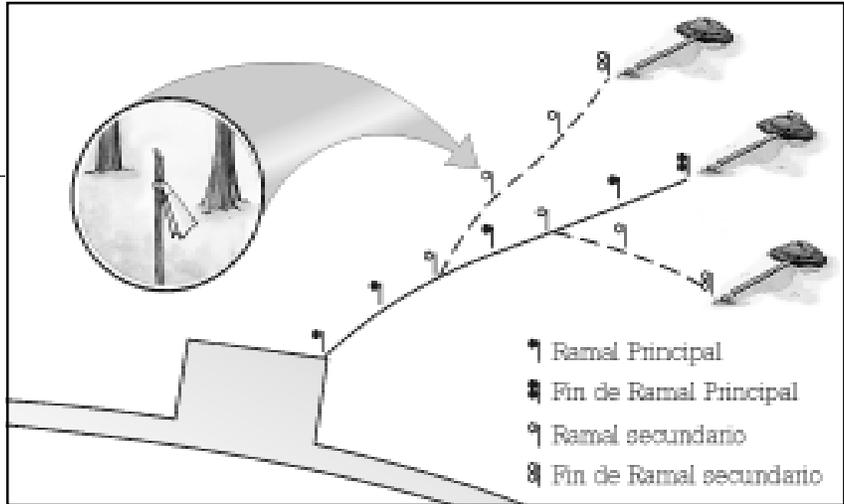
En los casos en que no es posible controlar la dirección de caída del árbol para evitar obstáculos en el arrastre, se puede trozar el tronco o cambiar completamente la trayectoria de la ramificación (*Figura 4*).



**Figura 4.**  
Alteración de la ramificación.

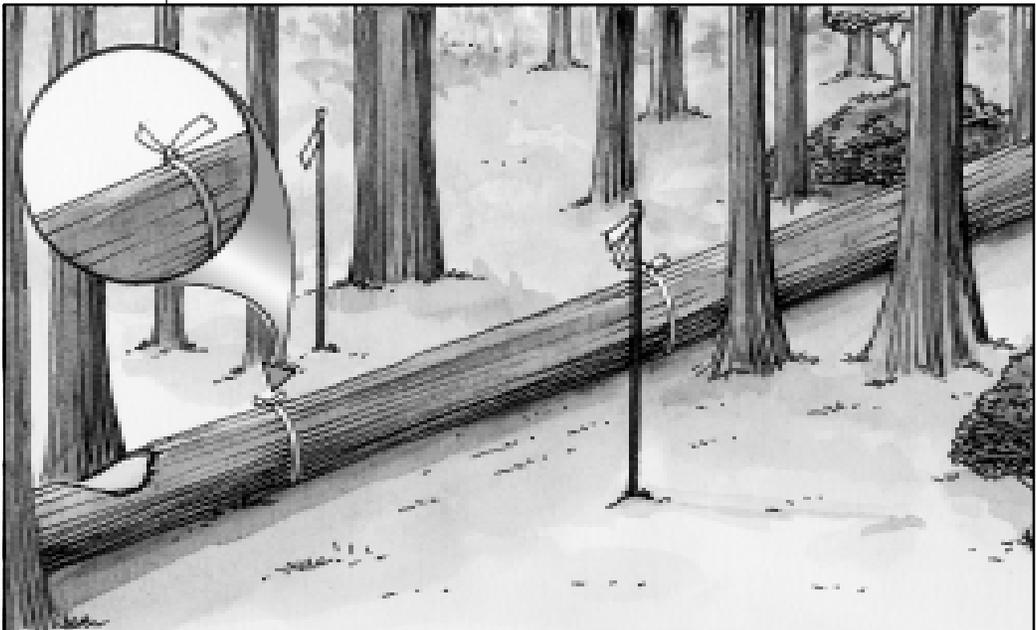
4. Delimitar las ramificaciones de arrastre (principal y secundarias) con cintas coloridas amarradas en las balizas con altura de 2 metros, permitiendo la visión del tractorista. El final de cada ramificación de arrastre es indicado por dos cintas coloridas, señalando dónde el tractor debe parar (*Figura 5*).

**Figura 5.**  
Demarcación  
de los ramales  
de arrastre



**Figura 6.**  
Delimitación  
de árbol caído  
naturalmente  
a lo largo del  
arrastre.

5. Escoger el punto de unión entre las ramificaciones secundarias y la principal en locales sin árboles caídos, troncos, árboles de regeneración o cualquier otro obstáculo al arrastre.
6. Delimitar con cintas coloridas los árboles caídos naturalmente a lo largo de la ramificación de arrastre (Figura 6). Estos árboles serán trazados y removidos durante las etapas de tala y arrastre, respectivamente.



### Sugerencia de colores<sup>5</sup> para la delimitación de las ramificaciones de arrastre

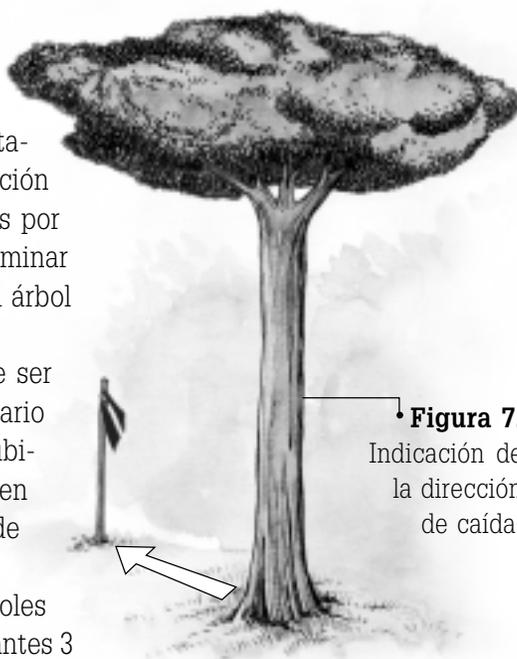
- Blanco:** Ramificación principal de arrastre.
- La ramificación central es indicada por una cinta blanca.
  - Al final de la ramificación (paradero de la máquina para el enganche de las trozas) es indicado por dos cintas blancas.
- Azul claro:** Ramificación secundaria de arrastre.
- La ramificación secundaria es indicada por una cinta azul.
  - El final de la ramificación secundaria es indicado por dos cintas azules.

### AJUSTE EN LA DIRECCIÓN DE LA CAIDA DE LOS ÁRBOLES

A veces, es necesario cambiar la dirección de caída para proteger los árboles de valor económico futuro (DAP entre 30 y 45 cm) y árboles matrices; igualmente, garantizar la seguridad de los trabajadores de la explotación, así como evitar desperdicios y formación de grandes claros. Los ajustes son hechos por el motosierrista con base en el mapa preliminar de explotación y en las características del árbol respecto al bosque aledaño.

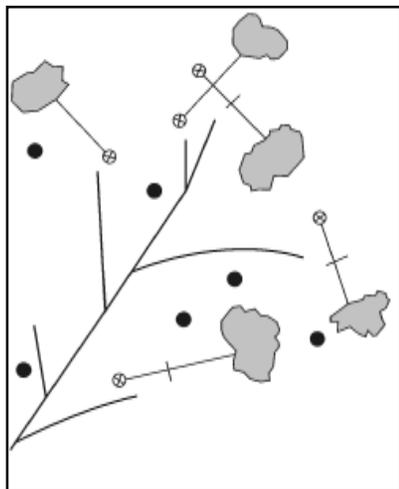
La dirección de caída de los árboles debe ser definida y anotada en ese mapa. Es necesario también modificar y anotar en el mapa la ubicación de la ramificación de arrastre. Pueden ocurrir cambios en la dirección de caída de otros árboles próximos.

Se señala la dirección de caída de los árboles con cintas coloridas fijadas en balizas distantes 3 metros del árbol (*Figura 7*).



**Figura 7.**  
Indicación de la dirección de caída.

<sup>5</sup> El principio para el uso de colores en la delimitación es que estos ejerzan un fuerte contraste con el tono verde dominante en el bosque. Los colores recomendados son naranja, rojo, amarillo, blanco y azul claro.



Por último, se verifica si la dirección de caída de los árboles dificultará el arrastre de las trozas. Si es el caso, se debe hacer un trazado sobre el diseño de estos árboles en el mapa preliminar de explotación indicando que ellos necesitan ser trozados (*Figura 8*).

• **Figura 8.**

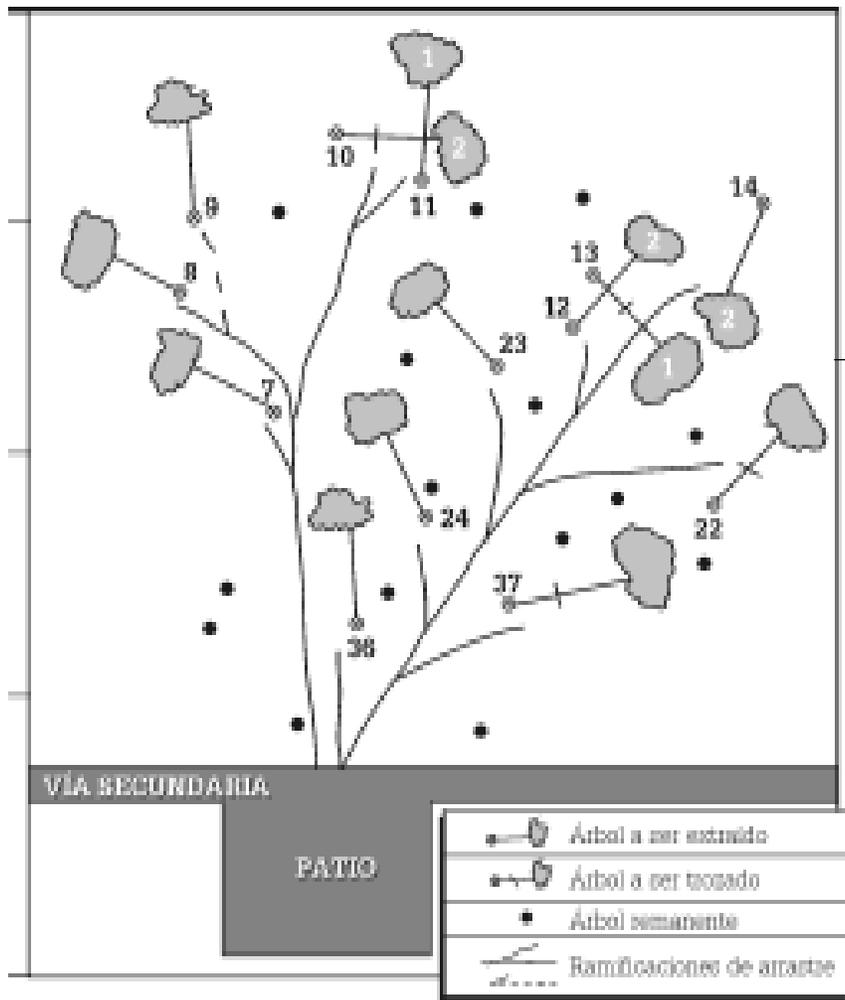
Indicación en el mapa del árbol a ser trozado.

## PREVENCIONES DE ACCIDENTES

La etapa de delimitación generalmente antecede la llegada de las máquinas en el área de explotación. No obstante, cuando el cronograma de trabajo indique que las operaciones de delimitación y apertura de las vías y patios deban ser simultáneas, los dos equipos deben trabajar distantes uno del otro con una distancia de intervalo de dos patios o, aproximadamente, 100 metros.

## CONCLUSIÓN

A partir de los cambios realizados durante la delimitación, se elabora un mapa de planificación (*Figura 9*). Ese mapa debe contener la trayectoria de la vía, el local de los patios, la trocha de las ramificaciones de arrastre y la dirección de caída de los árboles. En el bosque, a su vez, las delimitaciones con balizas orientarán los equipos de vías y patios, corte de los árboles y arrastre de las trozas. ■

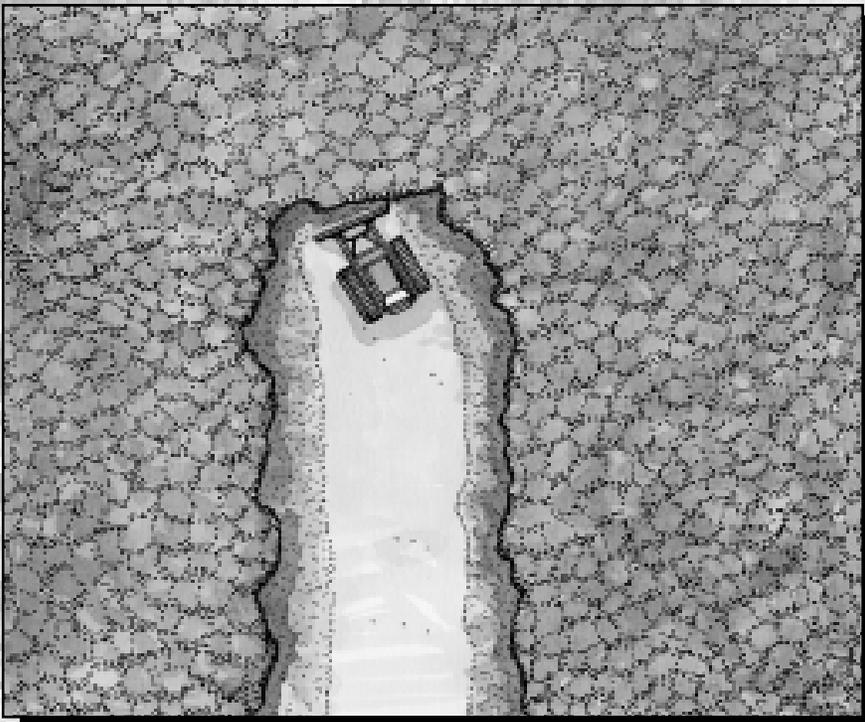


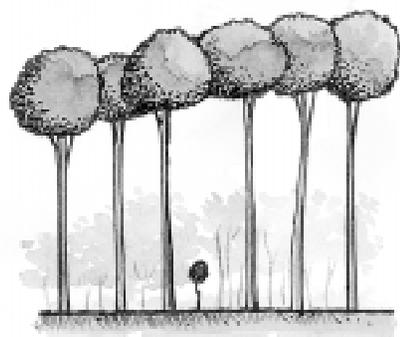
• **Figura 9.**  
Sección del  
mapa de pla-  
nificación.





*Apertura de Vías y  
Patios de Almacenamiento*





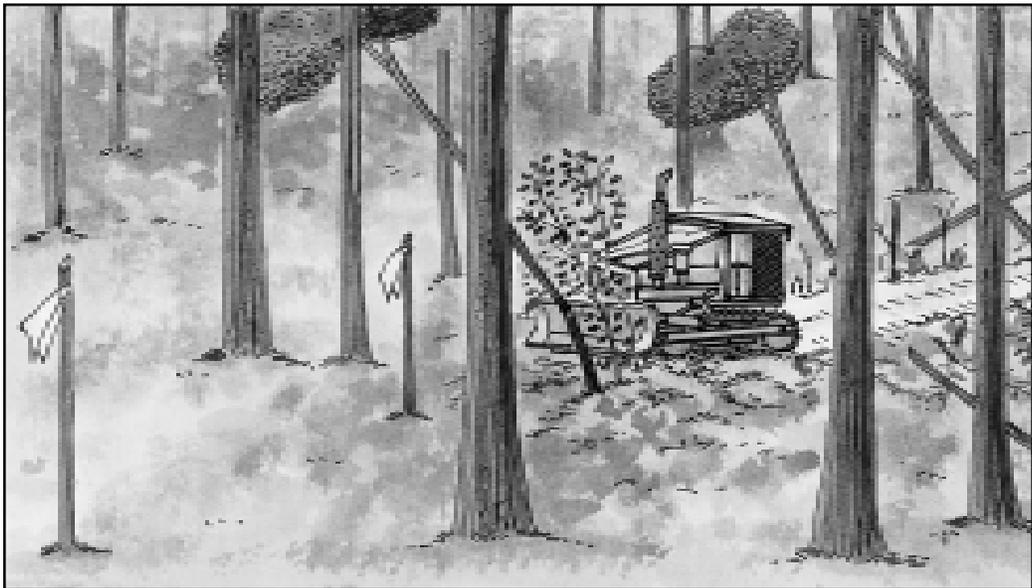
## PRESENTACIÓN

Las vías secundarias y los patios de almacenamiento deben ser construidos preferiblemente un año antes de la explotación, para que haya una buena sedimentación del terreno. Las vías posibilitan el acceso al área a ser explotada, mientras que los patios de almacenamiento sirven para almacenar las trozas.

La construcción de vías y patios es conducida por un tractorista (tractor estera) y un ayudante. Es necesario que el ayudante sepa operar una motosierra para la tala de posibles obstáculos en el camino.

## ETAPAS DE APERTURA DE VIAS

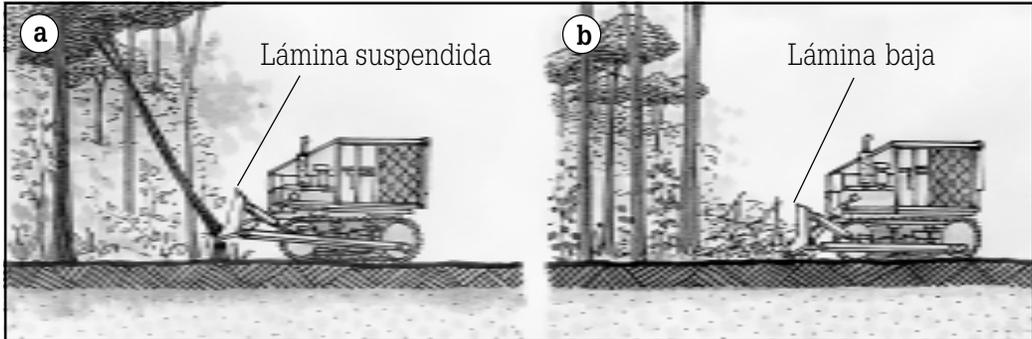
1. El tractor de estera inicia la apertura de las vías de acuerdo con el mapa de explotación y la demarcación del bosque (*Figura 1*). La vía debe tener un ancho alrededor de 3 a 4 metros, lo suficiente para el tránsito de camiones y máquinas, y una forma ligeramente convexa (más alta en la parte central), para facilitar el drenaje del agua durante la estación lluviosa.



2. Con la lámina suspendida, el tractor quiebra y empuja la vegetación para adelante (*Figura 2a*).
3. Con la lámina baja, el tractor raspa superficialmente la capa orgánica del suelo, cortando los troncos secos y las raíces. Esta técnica disminuye el volumen de material vegetal a ser depositado en el

**Figura 1.**  
El tractor siguiendo las demarcaciones en el bosque.

borde de la vía, pues la vegetación ya fue comprimida por la estera del tractor (*Figura 2b*).



**Figura 2.**  
Movimiento  
del tractor en  
el bosque

4. Por último, el tractor hace movimientos laterales para depositar el material vegetal (hojas, ramas y troncos de árboles pequeños) en los márgenes de las vías.

Posterior a la apertura, el ayudante debe cortar con un machete los tocones y raíces de los árboles que no fueron cortados por la lámina del tractor. El objetivo es evitar daños a las ruedas de los camiones



y de los tractores forestales tipo *skidder* (*Figura 3*).

**Figura 3.**  
Corte manual de  
los tocones.



**Figura 4.**  
Drenaje con  
árboles  
huecos.

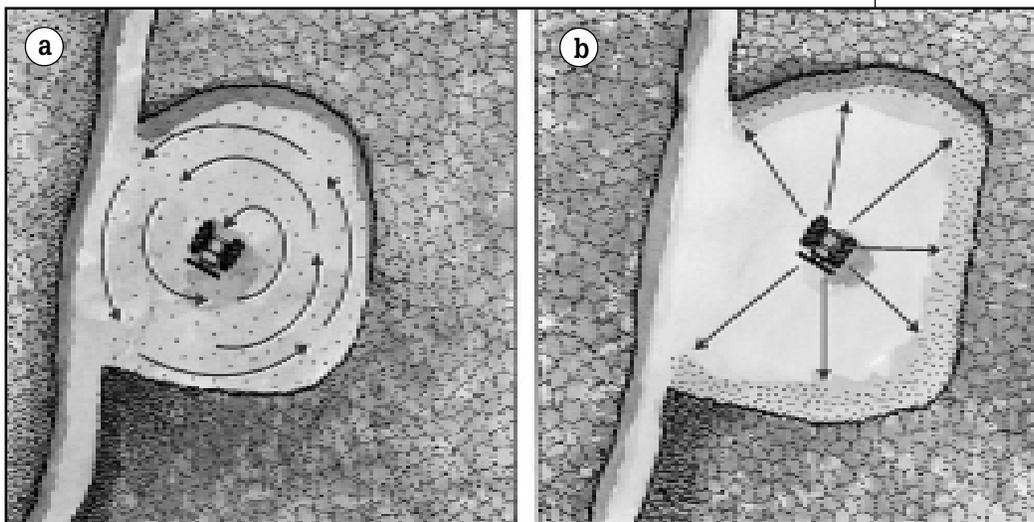
### Drenaje de la vía

El drenaje es necesario en los puntos a lo largo de las vías cortados por las quebradas, cursos de agua y áreas bajas. Se recomienda utilizar trozas huecas como “acapú” (*Voucapoua americana*), “maçaranduba” (*Manilkara huberi*) y “jatobá” (*Hymenaea courbaril*).

## APERTURA DE LOS PATIOS

1. El tractor de estera entra en el área designada para el patio y recorre con la lámina suspendida su perímetro, siguiendo la demarcación hecha con cintas coloridas.
2. A continuación, el tractor se mueve en espiral, a partir de los bordes en dirección al centro del patio, para derrumbar y quebrar el material vegetal (*Figura 5a*).
3. Por último, con una lámina baja, el tractor parte del centro para las extremidades del patio, raspando superficialmente el suelo y recostando el material vegetal en los bordes (*Figura 5b*).
4. Después de la apertura del patio, el ayudante camina en el área para verificar si existen tocones y puntas de raíces, que deben ser arrancados o cortados con machete.

• **Figura 5.** Movilización del tractor para la apertura de los patios.



## CONCLUSIÓN

La apertura de las vías y patios de almacenamiento es más rápida y segura en la explotación manejada, una vez que el área fue mapeada y delimitada previamente. La ruta del tractor preestablecida evita maniobras innecesarias, responsables por daños significativos en la explotación no manejada. Siguiendo la marcación de las balizas, los operadores son más productivos y pueden reducir el tiempo de uso de las máquinas en hasta 37%. ■



*Corte de los Árboles*





## PRESENTACIÓN

Las técnicas de tala de los árboles aplicadas en la explotación maderera manejada buscan evitar errores, como la tala arriba de la altura ideal y el despunte abajo del punto recomendado. Estos errores causan desperdicios excesivos de madera. El corte de los árboles en la explotación manejada también considera la orientación de la caída de los árboles para proteger la regeneración de árboles de valor comercial y facilitar el arrastre de las trozas.

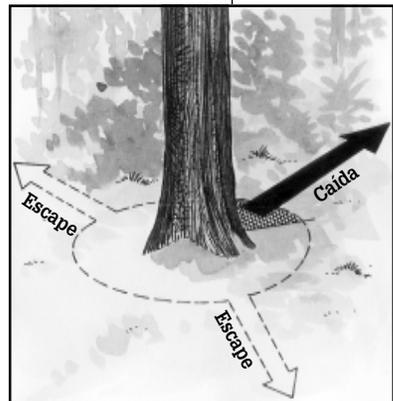
El equipo de tala está compuesto por uno o dos motosierristas y un ayudante. El ayudante ubica el árbol a ser tumbado, limpia el área y prepara el camino de escape. Uno de los motosierristas hace el corte del árbol, mientras que el otro separa el tronco de la copa, divide el tronco en trozas y elimina obstáculos en el arrastre.

## PRE-TALA

Los árboles deben ser preparados para la tala observando los siguientes casos:

1. Verificar si la dirección de caída recomendada es viable y si existen riesgos de accidentes, por ejemplo, ramas quebradas colgadas en la copa.
2. Limpiar el tronco a ser cortado. Cortar las lianas y árboles muy jóvenes, y remover eventuales casas de termitas, ramas quebradas u otros obstáculos ubicados próximos al árbol.
3. Realizar la prueba del hueco. Para certificarse que el árbol está hueco, el motosierrista introduce la espada de la motosierra en el tronco en sentido vertical. De acuerdo con la resistencia de entrada, se puede evaluar la presencia y el tamaño del hueco.
4. Retirar las puntillas y plaquetas de aluminio que hayan sido colocadas en los árboles durante el censo y transferirlos para la base del árbol (abajo de la línea de corte). La remoción es importante, ya que las puntillas pueden causar daños a la sierra de cinta durante el procesamiento de la madera.
5. Preparar los caminos de escape, por donde el equipo debe alejarse en el momento de la caída del árbol. Las vías deben ser construidas en sentido opuesto a la tendencia de caída del árbol (Figura 1).

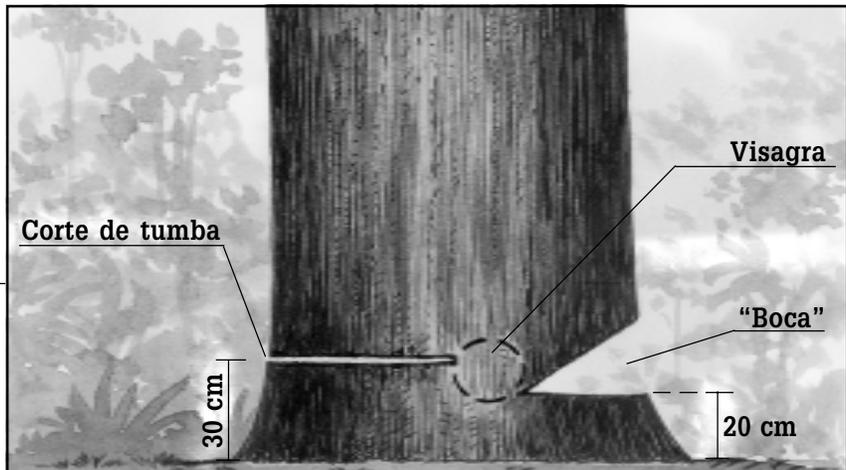
• **Figura 1.**  
Camino de fuga



Para árboles con troncos de buena calidad (poco inclinado, sin tabloides) y dirección natural de caída favorable a la operación de arrastre, se utiliza la técnica patrón de corte. Otras técnicas, clasificadas como “talas especiales”, son utilizadas para los árboles que presentan por lo menos una de las siguientes características: diámetro grande, inclinación excesiva, tendencia a la formación de grietas, presencia de tabloines, existencia de huecos grandes y dirección de caída desfavorable al arrastre.

## TÉCNICA PATRÓN DE TALA

La técnica patrón consiste en una secuencia de tres incisiones: apertura de la “boca”, corte diagonal y corte de tumba orientado (Figura 2).



**Figura 2.**  
Técnica patrón de tala.

1. La apertura de la “boca” es un corte horizontal en el tronco (siempre en el lado de caída del árbol) y a una altura de 20 cm del suelo. Este corte debe penetrar en el tronco, hasta alcanzar aproximadamente un tercio del diámetro del árbol.
2. Se hace otro corte en diagonal, hasta alcanzar la línea de corte horizontal, formando con esta un ángulo de 45 grados.
3. Por último, se hace el corte de abatimiento de manera horizontal, en el lado opuesto a la “boca”. La altura de este corte en relación con el suelo es de 30 cm y la profundidad alcanza la mitad del tronco. La parte no cortada del tronco (entre la línea de abatimiento y la “boca”), denominada visagra, sirve para apoyar el árbol durante la caída, permitiendo que esta caiga en la dirección de apertura de la “boca”. El ancho de la visagra debe acercarse al 10% de diámetro del árbol.

### TÉCNICAS ESPECIALES DE CORTE

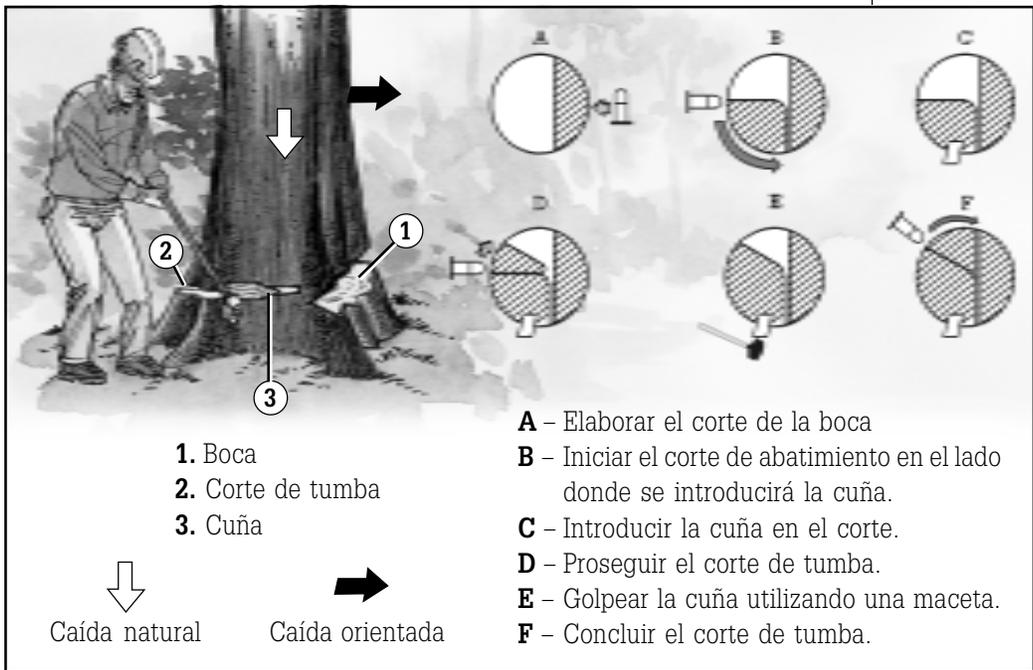
Las técnicas especiales de corte tienen como base la técnica patrón, siendo empleadas para las siguientes situaciones:

#### Árboles cuya dirección de caída requiere ser alterada

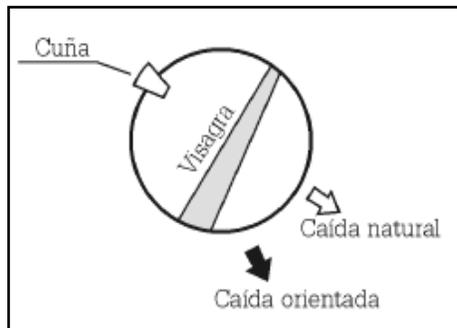
Para facilitar el arrastre y proteger árboles remanentes, en algunas situaciones es necesario orientar la caída del árbol a ser extraído hacia una dirección diferente de su tendencia natural.

El ayudante introduce la cuña en el corte de tumba orientando la caída del árbol; funciona como un soporte, dificultando la caída en esta dirección (Figura 3).

**Figura 3.** Uso de la cuña en la orientación de caída del árbol.



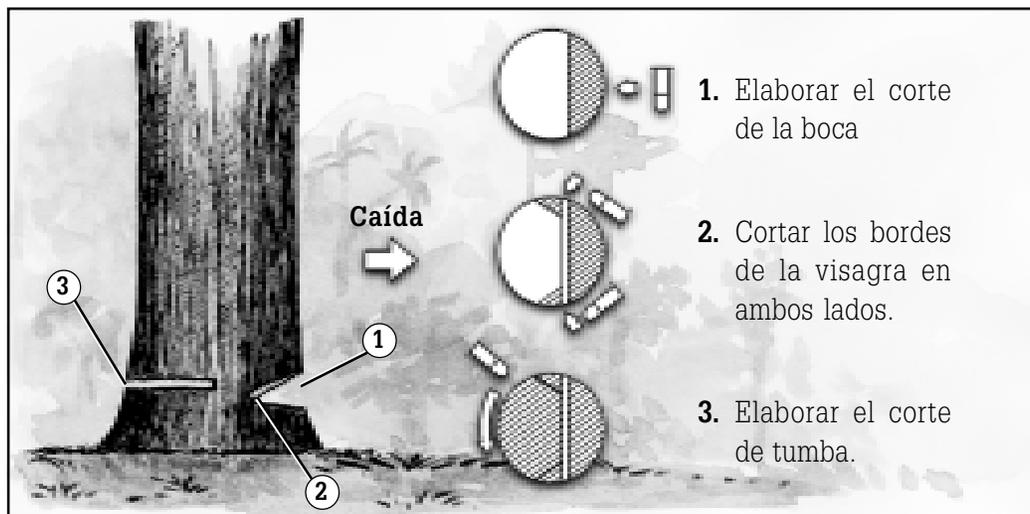
El control de la dirección de caída puede ser reforzado al dejar la visagra más estrecha en el lado de caída natural. Esta parte rompe primero, causando una torsión y orientando la caída del árbol para el lado deseado (Figura 4).



**Figura 4.** Ancho de la visagra

### Árboles con tendencia a hendiduras

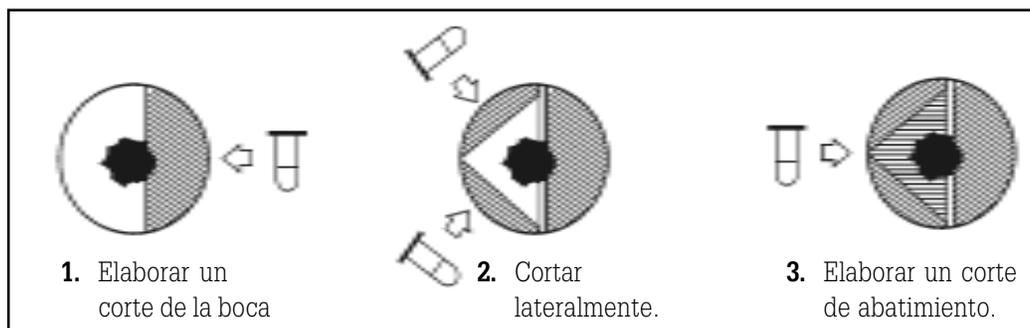
Algunas especies como “maçaranduba” (*Manilcara huberi*) y “jarana” (*Lecythis lurido*) están más propensas a hendiduras durante la tala. Para reducir la tensión y, consecuentemente, las posibilidades de hendiduras durante la operación de tala, se debe cortar los bordes de la visagra como ilustra la Figura 5.



**Figura 5.** Corte de los árboles con tendencia a la hendidura.

### Árboles con hueco

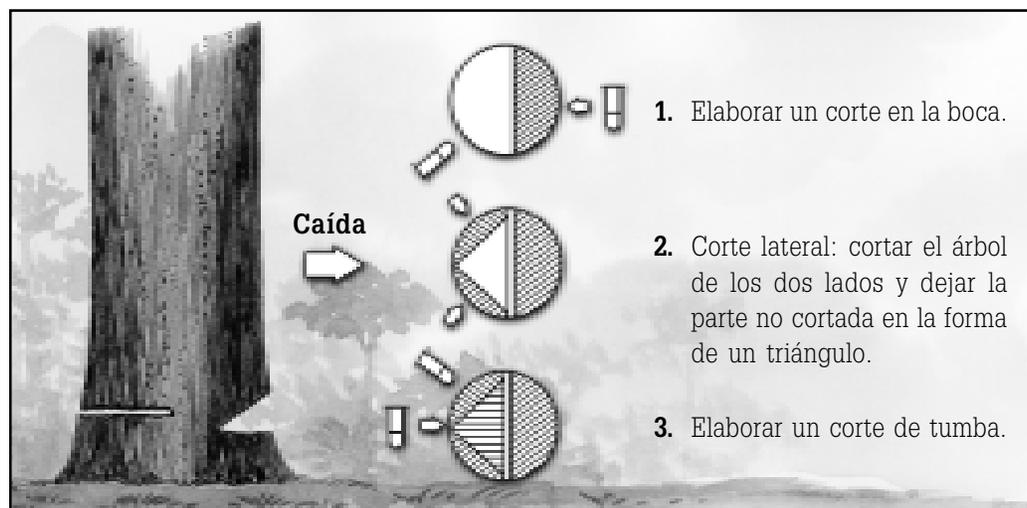
La mayor parte de los accidentes graves en la tala son causados por la caída de los árboles huecos, ya que estos tienden a caer rápidamente y en una dirección imprevisible. Si el árbol está hueco solamente en la base del tronco (un metro de altura), la tala arriba del hueco resuelve el problema. No obstante, si el hueco se extiende más de la base del tronco, es necesario adoptar un corte especial como indica la Figura 6.



**Figura 6.** Secuencia de corte para árboles huecos.

## Árboles grandes

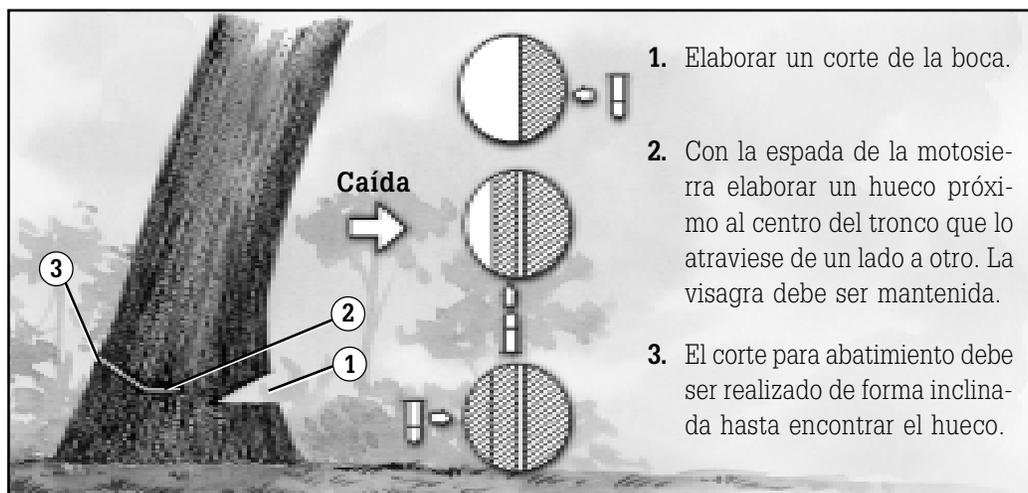
Los árboles grandes requieren ser talados en etapas, para facilitar el manejo de la motosierra y para evitar que la espada quede presa en el árbol. La Figura 7 muestra una secuencia de tres incisiones.



## Árboles con troncos muy inclinados

Los árboles con inclinación acentuada ofrecen mayores riesgos de accidentes durante el corte por causa de la rapidez con que ellos tienden a caer. Adicionalmente, las hendiduras causadas por errores en el corte son más comunes en estos árboles. Para reducir tales problemas, son utilizadas las siguientes técnicas de corte como muestra la Figura 8.

**Figura 7.** Etapas para el corte de árboles con diámetro grande.

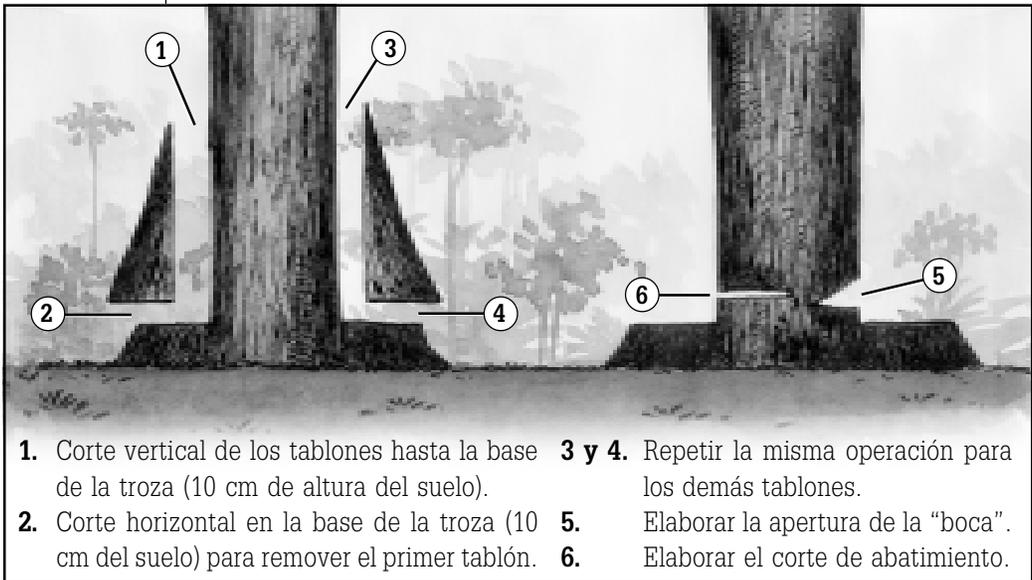


**Figura 8.** Etapas para el corte de árboles con inclinación excesiva.

## Árboles con tablones

En el bosque amazónico es relativamente común encontrar especies de valor maderero con tablones (raíces laterales ubicadas en la base del árbol). El tronco de algunas de las especies sigue sólido hasta la base del suelo. La adopción de las técnicas de corte presentadas en la Figura 9 permite un mejor aprovechamiento de madera de estas especies (alrededor del 0,12 m<sup>3</sup> por hectárea).

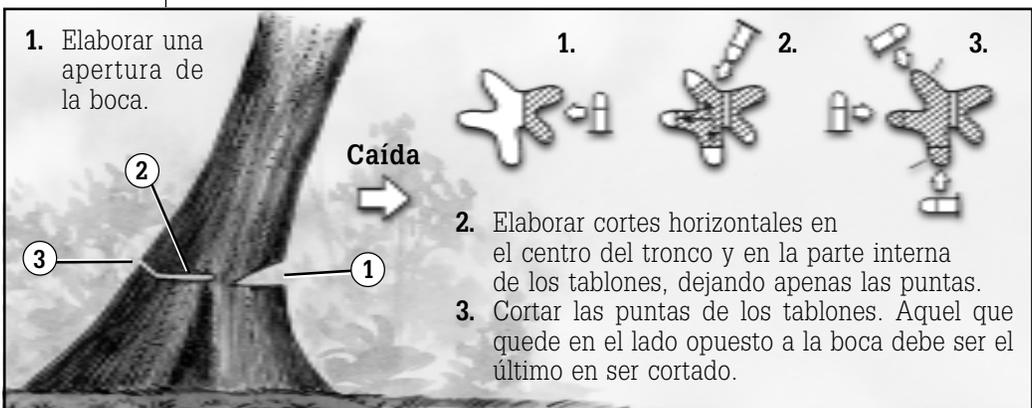
**Figura 9.** Técnica de corte para árboles con tablones.



**Figura 10.** Corte de los árboles inclinados y con tablones.

## ¿Cómo cortar árboles con inclinación acentuada y tablones?

Para los árboles con inclinación acentuada y tablones, el corte debe seguir las etapas descritas en la Figura 10.



### ERRORES TÍPICOS EN EL CORTE

*Error en la altura del corte:* En lugar de realizar el corte de tumba en la altura recomendada (30 cm), el operador de la motosierra, por falta de entrenamiento y también por comodidad, lo hace en la altura de la cintura (60 – 70 cm). Este error ocasiona un desperdicio de 0,25 m<sup>3</sup> por hectárea (Figura 11).



• **Figura 11.**  
Error en la altura del corte



#### Solución

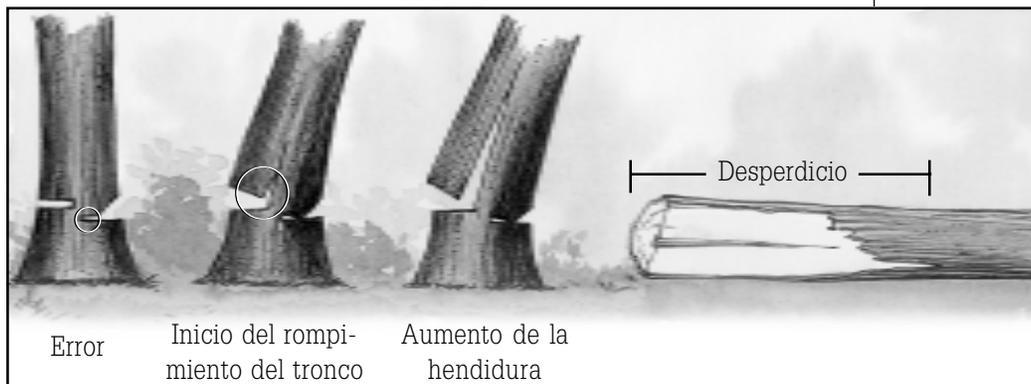
El operador de la motosierra alivia el peso del mismo doblando las rodillas, o apoya la motosierra sobre el árbol durante el corte (Figura 12).

• **Figura 12.**  
Posición correcta para el corte de abatimiento.

### ERRORES TÍPICOS EN EL CORTE

*Error en el corte de la "boca" (profundidad y ángulo):* Si el corte diagonal es menor que 45 grados y no intercepta el corte horizontal, las posibilidades del árbol de partirse durante la caída son mayores. Este error representa una pérdida promedio del 1,2 m<sup>3</sup> por hectárea (Figura 13).

• **Figura 13.**  
Desperdicio debido al rompimiento del tronco.



## POS-TALA

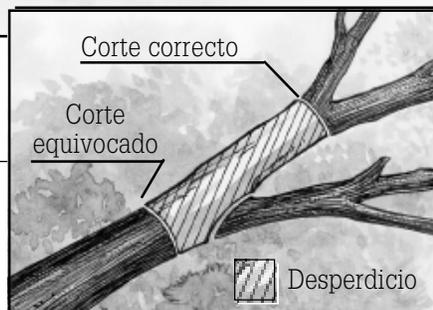
Las actividades pos tala consisten inicialmente en hacer el despunte (separar la copa del tronco del árbol) y dividir la troza en trozas menores (trozado). El número de trozas depende del largo inicial del tronco, de la densidad de la madera (trozas pesadas son difíciles de transportar), de las especificaciones del mercado, del tipo de vehículo de transporte y de la posición de la caída con relación a la ramificación de arrastre. En seguida, el operador de la motosierra debe observar si existen obstáculos potenciales en el guinchamiento de la troza como, por ejemplo, árboles pequeños o tocones en el camino. En caso de que existan, el operador debe eliminarlos (*Figura 14*).

**Figura 14.**  
Eliminación del obstáculo al arrastre.

El equipo de tala debe cortar en pequeñas partes los árboles que han caído naturalmente y que cruzan las trochas de arrastre. Estos árboles están indicados en el mapa de planificación y marcados en el campo con cintas coloridas.



**Figura 15.**  
Error en el despunte del árbol.



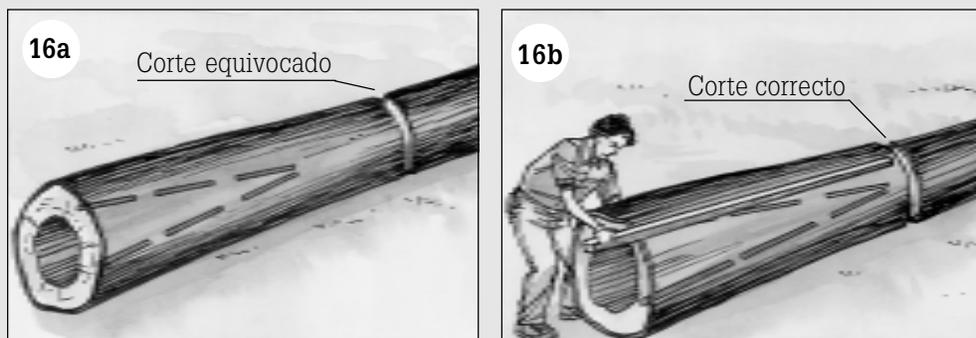
### Errores comunes en la pos tala

- **Error en el despunte:** corte realizado por debajo del recomendado (*Figura 15*). Ese tipo de error causa el desperdicio promedio de  $0,83 \text{ m}^3$  por hectárea.

• **Error en la estimación del hueco:** La sobrestimación del largo del hueco (Figura 16a) ocasiona un desperdicio promedio del 0,03 m<sup>3</sup> por hectárea.

### Solución

• **Prueba de la vara:** Consiste en introducir una vara en el hueco para definir su extensión. Generalmente, el corte en trozas menores es realizado 30 cm arriba del hueco, para retirar la madera podrida (Figura 16b). No obstante, en el caso de especies de alto valor, esta misma parte hueca puede ser aprovechada, siempre y cuando el hueco tenga un diámetro pequeño.



### PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN LA TALA

La mayoría de los accidentes en la explotación maderera (algunos fatales) ocurren en la etapa de la tala de los árboles. Para evitar tales accidentes, además de las técnicas adecuadas de tala, se debe adoptar las siguientes medidas preventivas:

• **Corte de lianas:** Es común encontrar árboles entrelazados por las lianas. De esta manera, bastaría que un árbol fuera derrumbado para que los demás árboles también cayeran. El corte de lianas reduce significativamente el número de riesgos de accidentes para los equipos de explotación (Capítulo 3).

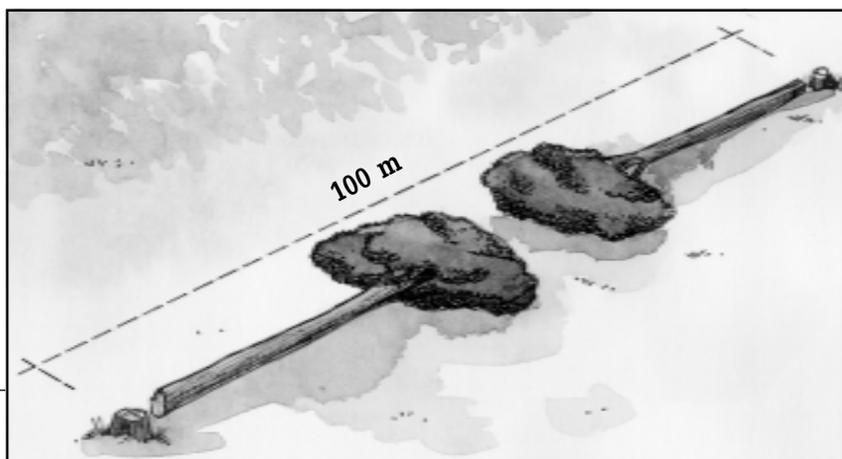
• **Construir camino para escape:** El equipo de corte limpia el área alrededor del árbol a ser extraído, removiendo los eventuales obstáculos como árboles pequeños y ramas quebradas. En seguida, se define y abre el camino para escape, fuera del radio probable de caída del árbol (Figura 17).

• **Mantener una distancia mínima entre los equipos de trabajo:** Cuando dos o más equipos están trabajando en una misma área de explota-

**Figura 16.** Prueba de la vara para estimar el hueco.



**Figura 17.** Utilizando el camino para huir sin obstáculos y con la motosierra desconectada.



**Figura 18.** Distancia mínima entre los equipos.

ción, es necesario que mantengan una distancia mínima entre sí de 100 metros (Figura 18). Adicionalmente, el gerente de la explotación puede utilizar la información del mapa de planificación para indicar donde deben estar ubicados los equipos en el bosque.

- **Uso de las herramientas de seguridad:** El equipo de tala debe utilizar ropas apropiadas para el trabajo forestal como botas antideslizantes con punta de acero, cascos y guantes. En el caso del operador de la motosierra, casco con protección para los ojos y oídos y pantalones de nylon (Anexo 1).

- **Uso correcto de la motosierra:** Las varias situaciones de riesgo durante el corte son causadas por el uso inadecuado de la motosierra. (Ver Anexo 2: reglas de seguridad el manejo de la motosierra).

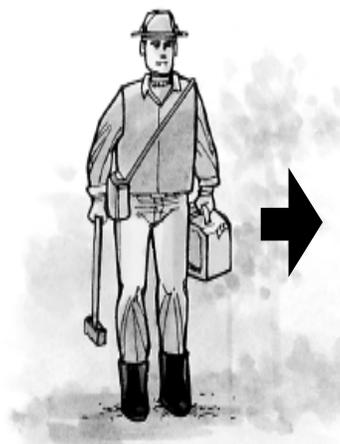
## CONCLUSIÓN

Las recomendaciones técnicas para la tala de los árboles presentadas en este capítulo, fueron probadas con éxito en el “Proyecto Piloto de Manejo Forestal”. La utilización de estas técnicas dieron como resultado tres grandes beneficios. Primero, se evitó que 1,8 m<sup>3</sup> de madera por hectárea fuera desperdiciado y contribuyó para la reducción de los daños ecológicos. Segundo, aumentó la seguridad del trabajo, reduciendo hasta 18 veces los riesgos de accidentes. Por último, aumentó la productividad del equipo de tala al comparar con el sistema convencional. ■



## ANEXO 1

## Equipos y materiales utilizados por el equipo de tala



AYUDANTE

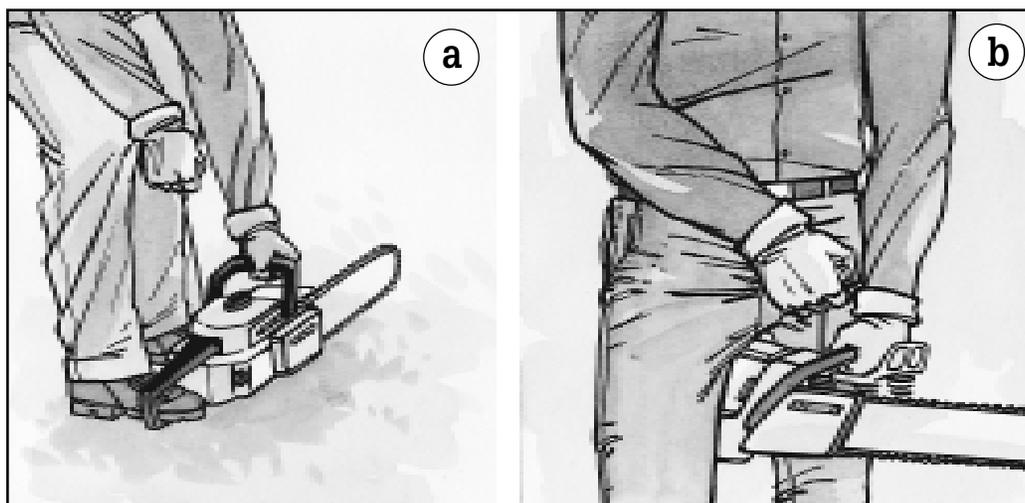
OPERADOR DE  
MOTOSIERRA

## ANEXO 2

### Reglas de seguridad para al uso de la motosierra

(Ver también el manual de instrucción de las motosierras)

**Para prender la motosierra:** Una manera correcta, es colocar la motosierra en el suelo, teniendo el pie derecho de la motosierra fijo al protector y la mano izquierda sosteniendo firme la manija. El arranque es accionado con la mano derecha (Figura 1a). La otra manera es apoyar la motosierra entre las piernas. El operador de la motosierra sostiene la manija con la mano izquierda y luego acciona el arranque con la mano derecha (Figura 1b). En los dos casos, la espada debe estar libre de cualquier obstáculo y con la punta hacia la dirección opuesta al cuerpo del operador de la motosierra.



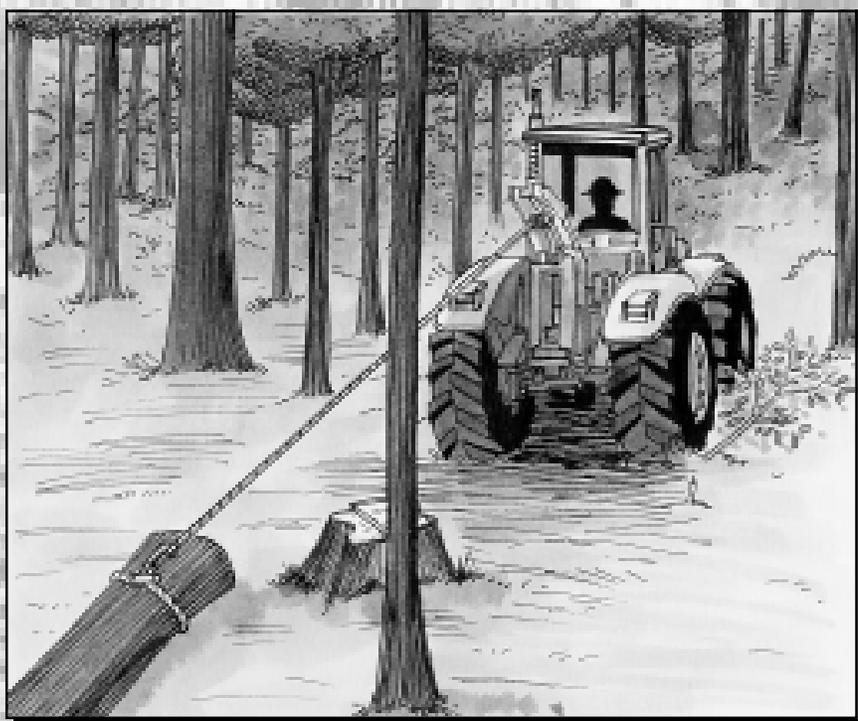
- **Para abastecer la motosierra:** Abastecer la motosierra con el motor apagado. Mantener el reservatorio de combustible distante por lo menos 3 metros del local de la operación de la motosierra. Esto evita los riesgos de incendio.

- **Para transportar la motosierra:** La motosierra debe estar apagada siempre que el operador de la motosierra se desplace dentro del bosque, principalmente durante el escape. El operador de la motosierra puede dejar la motosierra prendida mientras se mueva alrededor del árbol para la tala.

**Figura 1.**  
Cómo prender la motosierra.



*Arrastre de Trozas*





## PRESENTACIÓN

Para transportar las trozas del área de caída de los árboles hasta los patios de almacenamiento se utilizan los más variados vehículos de carga, desde la tracción animal, los tractores agrícolas y de esteras hasta el tractor forestal de ruedas neumáticas (*skidder*).

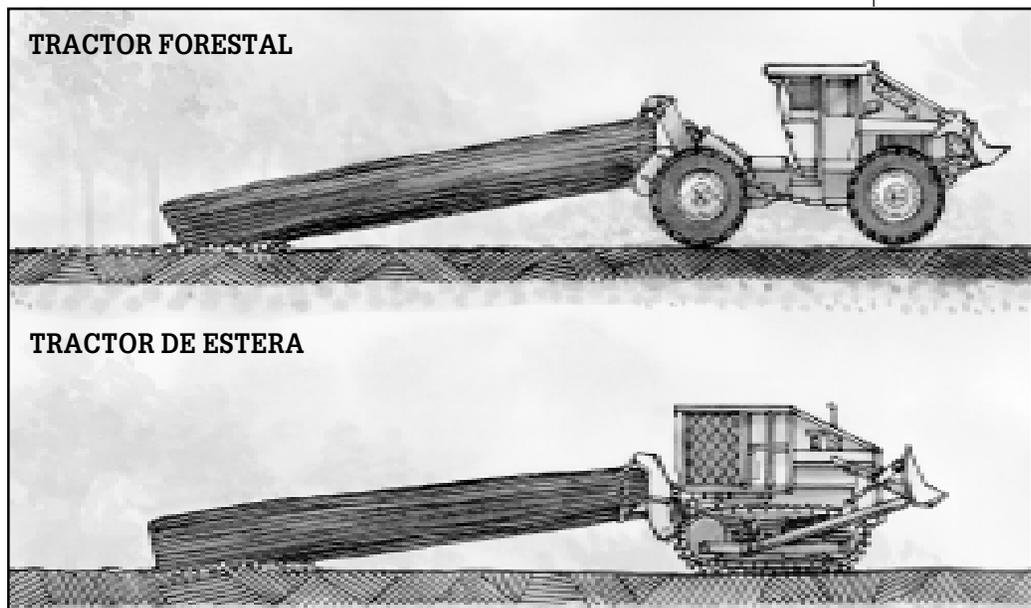
En la operación manejada, el equipo de arrastre utiliza el mapa de planificación y las demarcaciones en el bosque para ubicar los árboles talados y arrastrarlos. Este procedimiento, asociado con el uso de máquinas adecuadas, resulta en un aumento del 60% en la productividad, reducción significativa de los daños ecológicos al bosque y la disminución de los accidentes de trabajo.

## SISTEMA DE ARRASTRE

### Maquinaria y accesorios utilizados

• **Maquinaria:** El tractor forestal (*skidder*) y el tractor de estera adaptado con guinchos y torres, son las máquinas recomendadas para el arrastre de las trozas en una explotación manejada de tierra firme. En términos comparativos, el *skidder* tiene un mejor desempeño, una vez que fue desarrollado específicamente para las operaciones de explotación maderera. El tractor de estera, a su vez, fue proyectado para la apertura de vías (*Tabla 1*).

• **Figura 1.**  
Tipos de tractor para el arrastre.



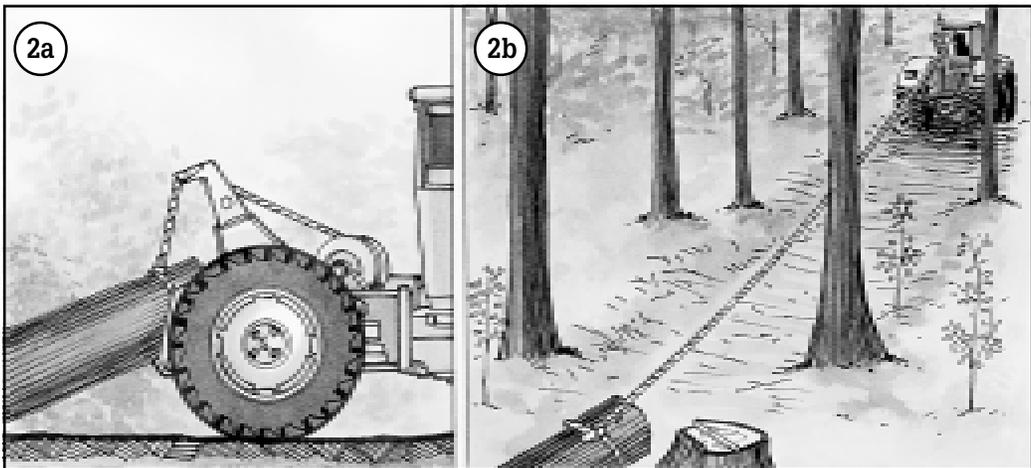
	Tractor forestal	Tractor de estera
Productividad (m <sup>3</sup> arrastrado/hora)	34	28
Madera comercial (m <sup>3</sup> damnificado/árbol extraído)	0,4	0,7
Número de árboles comerciales damnificados/árbol extraído <sup>6</sup>	1,3	2,4
Costo <sup>7</sup> (US\$/ m <sup>3</sup> )	1,3	1,4

**Tabla 1.**

Ventajas del tractor forestal con relación al tractor de estera.

• **Accesorios:** La torre y el guincho son accesorios acoplados a la parte trasera del tractor (forestal y de estera) que facilitan la recolección y el cargue de las trozas.

La torre hace que la punta de la troza quede suspendida durante el arrastre, reduciendo el impacto sobre el suelo (*Figura 2a*). El cable principal (30 metros de largo por 3/8 pulgadas de diámetro) atado al guincho, sirve para arrastrar la troza del claro hasta el tractor (*Figura 2b*).

**Figura 2.**

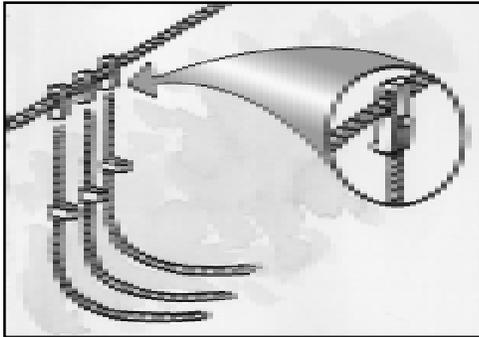
Guincho y torre acoplados al tractor.

El sistema de encendido está constituido por cables auxiliares (estrobos) y “castañas” (literalmente se traduce como nueces) que hacen la conexión entre el cable principal y la troza. El estrobo es un cable de acero con extensión máxima de 3 metros que sirve para enlazar la troza y conectarla al cable principal. Para cada estrobo hay dos “castañas”, una que permite el enganche o nudo en el enlace de la troza y la otra ubicada en la extremidad del estrobo, conectado al cable principal (*Figura 3a*). En el caso de no estar disponibles en el mercado, los estrobos y las “castañas” pueden ser sustituidos por un gancho pequeño, amarrado en la extremidad del cable principal (*Figura 3b*).

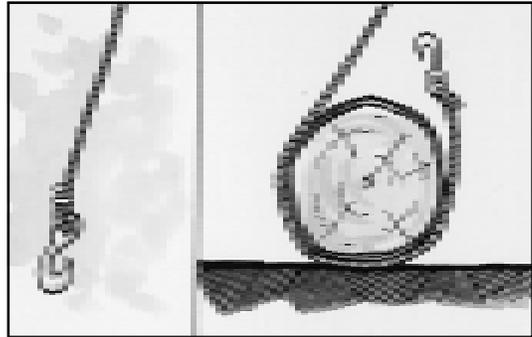
<sup>6</sup> Se consideran árboles con DAP mayor o igual a 10 cm.

<sup>7</sup> Ver Capítulo 11, Tabla 5.

a. Estrobo, "Castañas" y cabezas de acero.



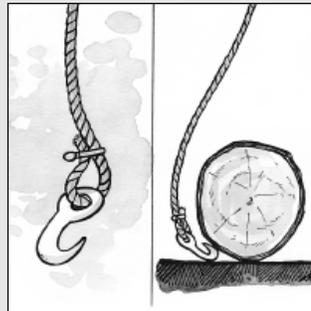
b. Gancho pequeño.



**Problemas del sistema convencional de enganche**

El arrastre de las trozas con tractor de estera sin la torre, aumenta el roce de la troza con el suelo, haciéndola más pesada. Por lo tanto, es necesario un cable grueso y un gancho grande para retirar el árbol del área de caída, generalmente en medio de copas, ramas caídas y lianas.

La espesura de los ganchos dificulta su paso por debajo de la troza (Figura 4). De esta manera, para hacer el enganche, el tractor requiere elevar y apoyar la extremidad de la troza en trozas menores, permitiendo el enlace del cable.



**Figura 3.** Sistemas de enganche.

**Figura 4.** Cable y gancho utilizados en el arrastre convencional.

**ETAPAS DE ARRASTRE DE TROZAS**

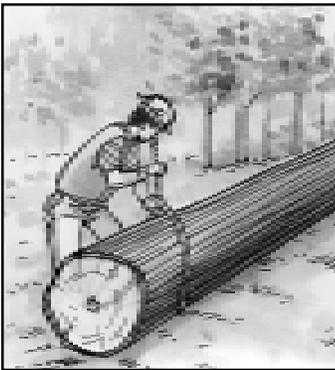
El arrastre por vehículos más rápidos como el tractor forestal requiere de un equipo de tres personas: un tractorista, un ayudante en el patio (se hace el enganche de las trozas) y el otro ayudante en el interior del bosque (busca y enlaza las trozas).

A continuación, se enumera los procedimientos para el arrastre con el tractor forestal:

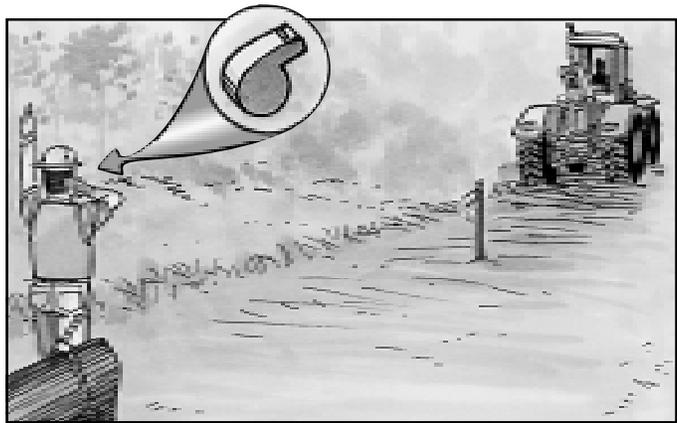
1. En el patio de almacenamiento, el tractorista y un ayudante se certifican, consultando el mapa de planificación sobre la ubicación de las ramificaciones de arrastre y el número de trozas a ser arrastradas por ramificación.
2. El tractorista abre la ramificación principal, siguiendo las orientaciones de las balizas. El ayudante, a su vez, orienta al tractorista hasta

el último árbol de la ramificación (primera a ser arrastrada) y se hace el enlace de la troza (Figura 5a). Para auxiliar en la maniobra del tractor y orientar sobre el área de parada, el ayudante puede utilizar un pito (Figura 5b).

3. El ayudante engancha el cable principal al estrobo de la troza enlazada (Figura 5c). En seguida, se aleja del área por donde la troza será guinchada y utiliza nuevamente el pito, para avisar que la troza está lista para ser guinchada (Figura 5d). El tractorista acciona el guincho que jala la troza hasta la parte trasera del tractor.



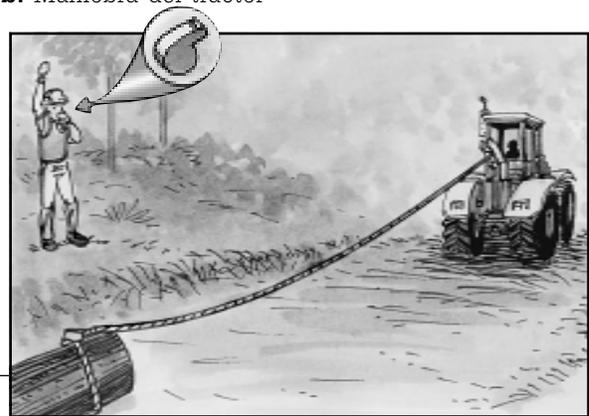
a. Enlace del estrobo



b. Maniobra del tractor



c. Enganche del cable principal



d. Guinchamiento de la troza

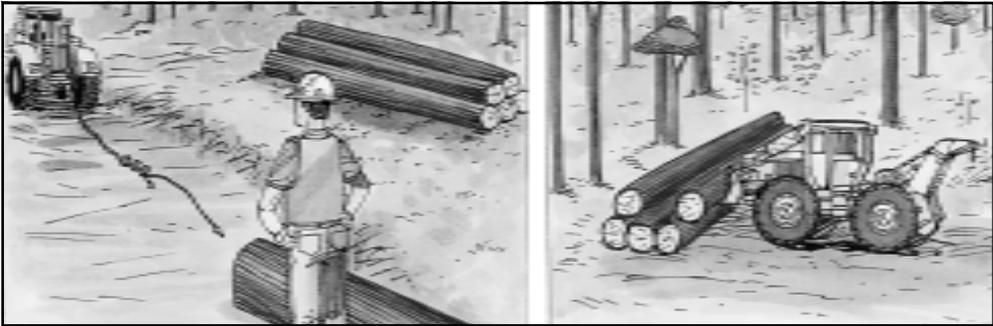
**Figura 5.** Secuencia del arrastre de las trozas.

El tractor carga la troza hasta el patio de almacenamiento, mientras que el ayudante en el bosque busca la próxima troza a ser arrastrada y se hace el enlace del estrobo. En los casos en que la troza al caer quede pegada al suelo, el ayudante puede cavar un hueco, con el fin de permitir el paso de la cabeza del estrobo.

4. En el patio de almacenamiento, el tractorista desengrana el guincho, soltando la troza. En seguida, el ayudante hace el desengrane del estrobo (*Figura 6a*). Inmediatamente, el tractorista acciona el guincho para enrollar el cable. Por último, las trozas son colocadas apiladas en el patio de manera que permita el movimiento de las máquinas y camiones. Las trozas quedarán almacenadas en el patio hasta ser transportadas para los aserríos (*Figura 6b*).

a. Desengranaje del estrobo.

b. Apilamiento de las trozas.



La operación es repetida hasta que todas las trozas de la ramificación hayan sido arrastradas. En caso de que una troza haya sido destrozada en dos o más pedazos, el tractorista debe regresar al mismo claro para retirarla.

El ayudante del patio, además de hacer el desengranaje, puede medir las trozas y llenar las hojas de control de producción de arrastre.

*Para las operaciones que utilizan tractor de estera, a su vez, se recomienda un equipo de dos personas (un tractorista y un ayudante). En este caso, el ayudante puede engranar la troza en el interior del bosque y desengranarla en el patio.*

**Figura 6.**  
Desengranaje y apilamiento de las trozas.

## SITUACIONES ESPECIFICAS DE ARRASTRE

### Situación 1. Árbol caído en el camino de arrastre

Se deben remover los árboles caídos naturalmente a lo largo de la ruta del tractor. Para este fin, el árbol debe estar destrozado como muestra la Figura 7.



**Figura 7.**  
Remoción  
de los  
obstáculos.

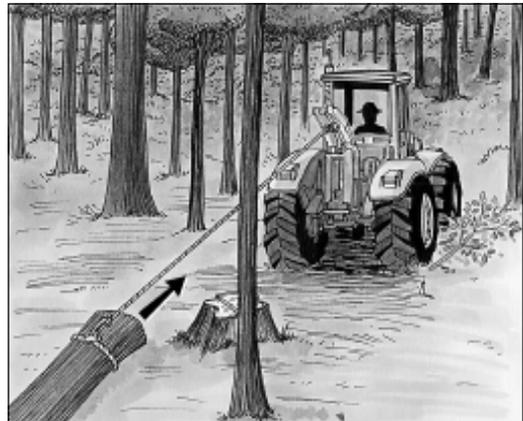
**Figura 8.**  
Cómo guin-  
char la troza  
próxima al  
tocón.

### Situación 2. Tocones dificultando el guinchamiento

En algunos casos, los tocones de los árboles quedan entre la troza y la dirección de arrastre, dificultando el guinchamiento. El enganche de la troza debe, por lo tanto, permitir que esta se ruede fácilmente y salga por uno de los lados del tocón. Para eso, el ayudante, en el momento de enlace del estrobo, orienta la “castaña” al máximo para el lado opuesto del rodamiento de la troza (Figura 8). En trozas con tabloncillos, el cable del tractor debe pasar por debajo de uno de los tabloncillos en el mismo lado donde está la “castaña”.



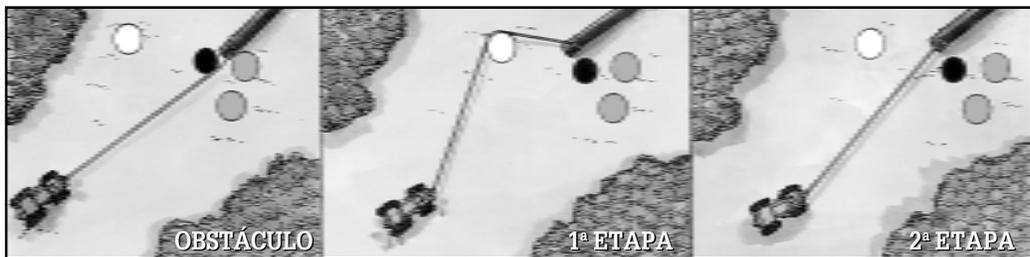
**a.** Rodando la troza para el lado.



**b.** Guinchamiento.

### Situación 3. Árboles y tocones dificultando el arrastre

Si entre el tractor y la troza a ser guinchada existen tocones y árboles, es necesario moverlo lateralmente desviándolo de estos obstáculos (*Figura 9*). Se utiliza un árbol (diámetro mayor que 25 cm y sin valor comercial) como apoyo para la desviación. El cable principal del tractor debe desviarse hacia el “árbol de apoyo” escogido, para ser amarrado en la troza (1a. etapa). En seguida, el tractorista acciona el guincho de manera tal que la troza se mueva lateralmente hasta quedar libre de los obstáculos. Posteriormente, el cable principal es desconectado de la troza, quedando libre para jalar la troza (2a. etapa). Por último, el guinchamiento es realizado normalmente.



● Tocón    ○ Árbol sin valor comercial    ● Árbol de valor comercial

### PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

La gran mayoría de los accidentes con heridas graves o mortales en la explotación maderera, son causados por la falta de cumplimiento de las normas de seguridad, especialmente en cuanto al mantenimiento de los equipos (consultar manual del fabricante).

### Cuidados en la operación de las maquinarias

- Sólomente el equipo de arrastre debe permanecer en el área durante las operaciones.
- El tractorista no debe operar el tractor cuando hay personas en la parte posterior o al frente del mismo.
- Parquear el tractor en superficie plana. En caso de que sea necesario, parquear en terreno inclinado, utilizar una cuña para garantizar el parqueo del tractor.
- Utilizar el freno de parqueo y poner la palanca de transmisión en posición neutral.
- Bajar todos los accesorios.

**Figura 9.**  
Operación para desviación de trozas de obstáculos durante el guinchamiento.

### **Equipos de seguridad de uso obligatorio**

- Cascos.
- Botas con punta de acero.
- Buzo con colores fosforescentes para el ayudante.
- Guantes para manejar los cables.

### **Prevención contra incendios y quemaduras**

- No fumar en el momento de abastecimiento del tanque o almacén de combustible.
- No derramar combustible sobre las partes eléctricas del motor del tractor caliente.
- Inspeccionar el nivel de agua del radiador con el motor desconectado. En caso de que sea necesario hacer un chequeo del motor, esperar que se enfríe la tapa del cilindro de abastecimiento hasta poder removerlo. Gire la tapa lentamente hasta disminuir la presión.

### **CONCLUSIÓN**

El tipo de equipo y las técnicas empleadas para el arrastre en la explotación manejada (guincho con torre y sistema de enganche con cables, estobos y “castañas”) asociados a técnicas de caída orientada, garantizan una mayor eficiencia en las operaciones y menor impacto en el bosque.

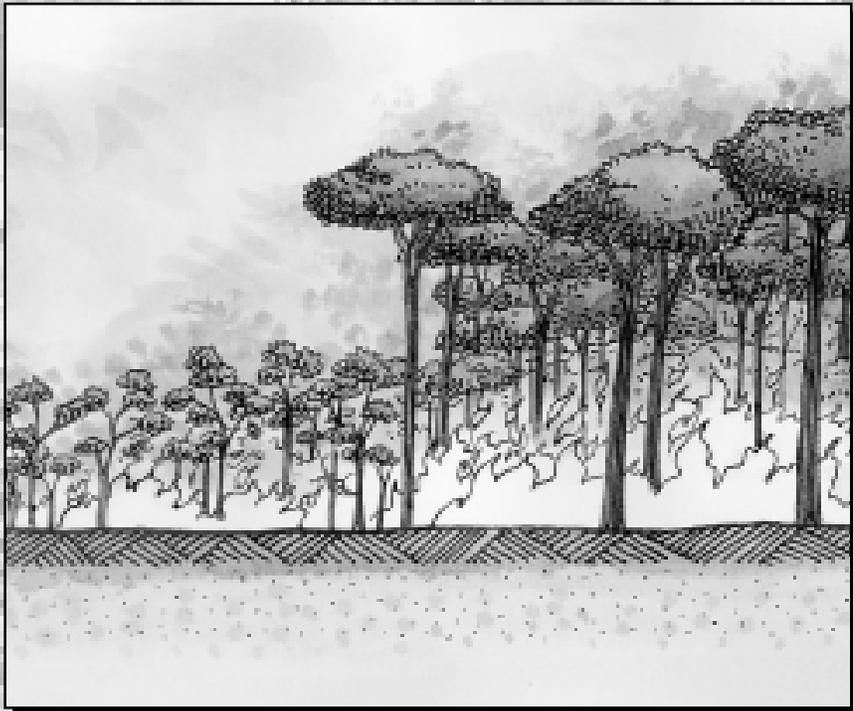
El uso del guincho con torres, permite que la maquinaria quede en promedio a 17 metros de la troza a ser arrastrada. La menor penetración del tractor hace que en el bosque se reduzca la cantidad de ramificaciones, disminuyendo los daños y los costos de arrastre. Adicionalmente, este sistema reduce el contacto de la troza con el suelo, disminuyendo los daños a la capa superficial. ■

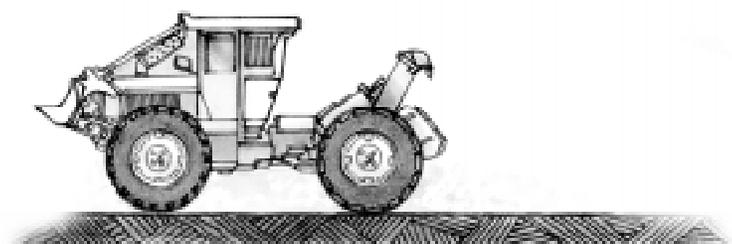


Capítulo

9

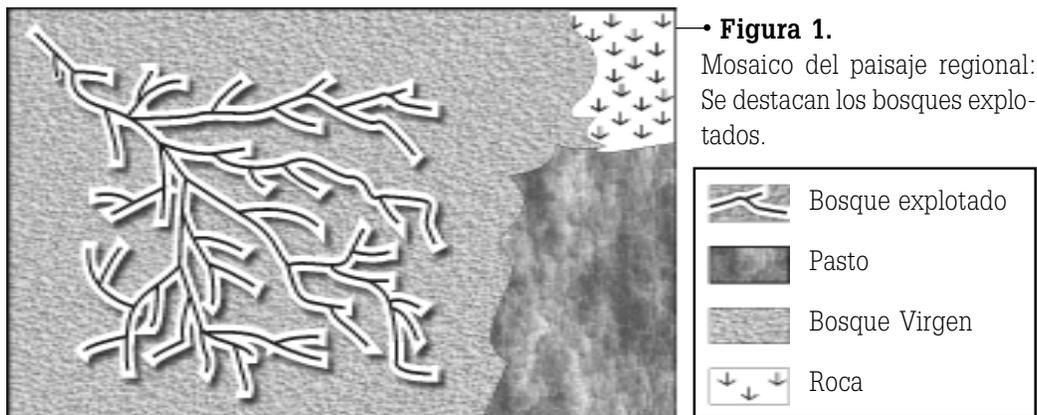
*Protección del Bosque  
Contra el Fuego*





## PRESENTACIÓN

El bosque Amazónico ha sufrido grandes transformaciones debido a la ocupación reciente de la región. Su paisaje natural es un mosaico compuesto por bosques intactos, bosques explotados para fines madereros, matorrales (“capoeiras”), mejoras (“capinas”) y pasto (Figura 1).



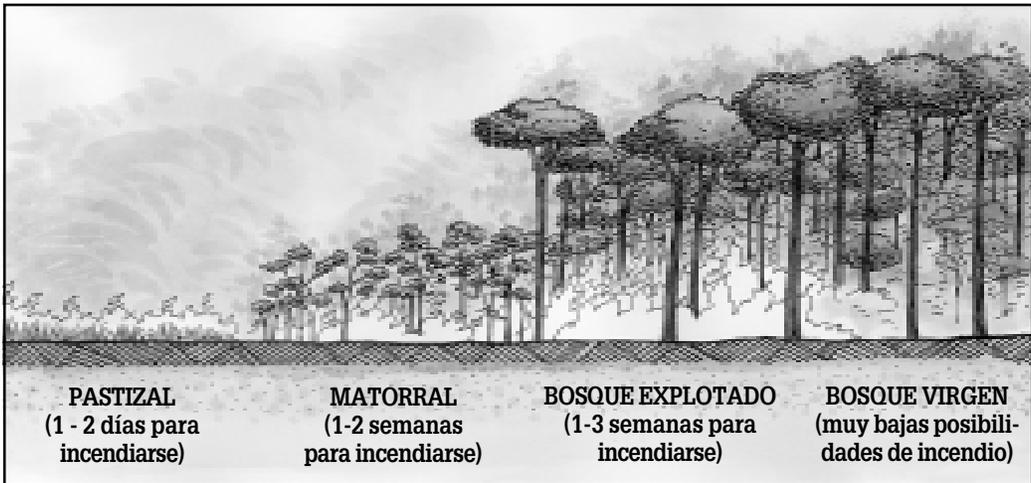
El bosque virgen en la Amazonía posee un dosel casi cerrado que protege el suelo y el sotobosque contra la incidencia de la luz solar. Esto hace que se mantenga siempre verde y húmedo, raramente ocurren incendios en este bosque. Sin embargo, en casos más severos, como ocurre durante los años de *El Niño*, el bosque puede perder la capacidad de mantenerse inmune al fuego. Por otro lado, las áreas de bosque explotado, matorrales, áreas para cultivo y pasto son susceptibles al fuego. En estas áreas, el fuego puede surgir de diversas maneras, incluso por medio de un rayo, quemas para el establecimiento del pasto o de cultivos, accidentalmente o aún de forma criminal.

## COMPORTAMIENTO DEL FUEGO EN DIFERENTES AMBIENTES

- **Pasto:** Durante el verano, las plantas bajas secas y el pasto se transforman en un gran depósito de material inflamable. En algunos casos, basta con uno o dos días sin lluvia para que el pasto se prenda. La ignición puede ser iniciada por medio de un fósforo prendido, o aún por medio de la quema en área vecina (Figura 2).
- **Matorral (“Capoeira”):** Los matorrales que hacen límite con los pastos son menos susceptibles al fuego, debido a que existe menos cantidad de material inflamable. Adicionalmente, este material está menos

expuesto al sol. De esta manera, son necesarios, por lo menos, de una a dos semanas sin lluvia para que sean creadas condiciones favorables a incendios.

No obstante, al final del verano, es común observar grandes extensiones de matorrales afectados por el fuego que se inició en el pastizal. La alta temperatura de los incendios seca rápidamente las áreas límites entre estos dos ambientes (*Figura 2*).



**Figura 2.** Comportamiento del fuego en diferentes ambientes.

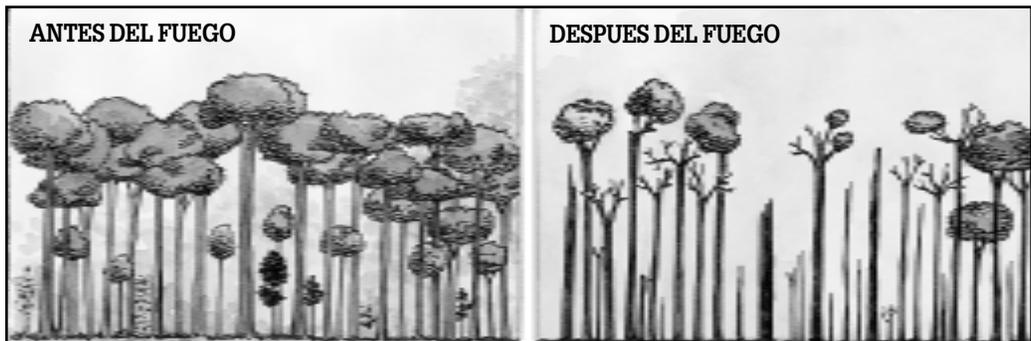
- **Bosque explotado:** Los claros, formados por la caída de los árboles, y la apertura de las vías y patios en la explotación maderera generan diferentes ambientes con áreas intercaladas de manchas de bosque. La caída de dos o más árboles en un solo lugar, por ejemplo, genera claros grandes (mayores que 300 m<sup>2</sup>), donde, generalmente, hay una gran acumulación de material inflamable y alta incidencia solar. En este ambiente, los incendios pueden ocurrir después de una semana sin lluvia en el verano, mientras que en los claros pequeños (menores que 150 m<sup>2</sup>), creados por la caída de un único árbol, el fuego puede ocurrir solamente después de dos o tres semanas sin lluvia (*Figura 2*).

Dentro del área de explotación quedan “manchas de bosques” (áreas que no fueron explotadas porque no tenían árboles de valor comercial). En este ambiente, la capa orgánica se seca de manera más lenta y, generalmente, necesita un verano de un mes para que el fuego pueda penetrar. Hay que recordar que los veranos de uno a dos meses son comunes en la Amazonía Oriental.

## IMPACTO DEL FUEGO EN EL BOSQUE EXPLOTADO

El fuego en el bosque explotado causa la pérdida de madera de valor que podría ser aprovechada en cosechas futuras. Investigaciones realizadas por el IMAZON constataron que los incendios en un bosque explotado, generalmente, ocasionan la muerte del 45% de los árboles remanentes con DAP mayor que 10 cm durante el año y medio siguiente al incendio (Figura 3).

Adicionalmente, los incendios en el bosque pueden destruir las plántulas de las especies comerciales (regeneradas naturalmente o plantadas) y, de esta manera, pueden afectar la capacidad productiva del bosque. Posterior al fuego, la regeneración predominante es formada por árboles pioneros sin valor económico, por ejemplo, la “embauba” (*Cecropia* sp.) y el “lacre” (*Vismia* sp.).



## MEDIDAS PARA PROTEGER EL BOSQUE EXPLOTADO DEL FUEGO

Es posible evitar la ocurrencia de incendios en el bosque explotado a través de tres medidas:

- Adopción del manejo forestal (específicamente, medidas para reducir la apertura del dosel y el volumen de madera dañada).
- Rompe – fuego (natural y aceras).
- Explotación de rodales intercalados.

### Manejo forestal

Las técnicas de manejo forestal, tales como la planificación de las vías y ramificaciones de arrastre, corte orientado y corte de lianas reducen la apertura del dosel y disminuyen el tamaño de los claros. De esta manera, hay menos material inflamable y una menor incidencia solar sobre el bosque explotado, reduciendo el riesgo de incendio.

**Figura 3.**  
Bosque antes y después del fuego.

Un estudio del IMAZON mostró que el tamaño de la apertura del dosel en el bosque es 50% menor en la explotación manejada, que en la explotación comercial. Consecuentemente, el número de días a lo largo del año en que el bosque es capaz de incendiarse, es mucho menor que en la explotación manejada.

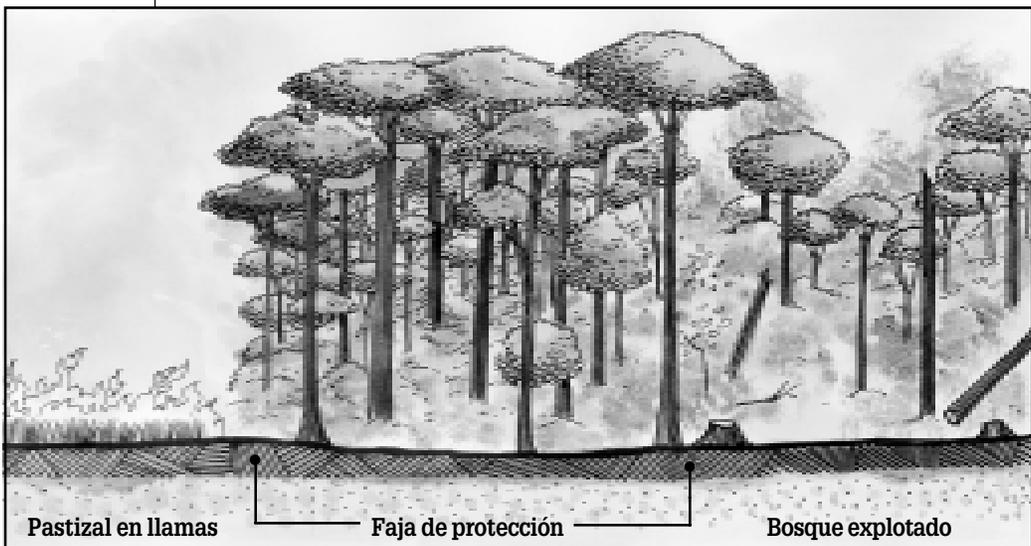
### Sistema de rompiefuegos

Se pueden establecer dos tipos de rompiefuegos para la protección del bosque: el rompiefuego natural y la acera. La implementación de rompiefuegos representa una inversión pequeña comparada con las pérdidas que el fuego causa. El costo se resume al valor de mantener una faja de bosque, en el caso del rompiefuegos natural, y en algunas horas de uso del tractor en caso de la acera.

Para implementar un rompiefuegos natural, se debe mantener intacta una faja de bosque virgen entre las aperturas (pastizal y áreas mejoradas para cultivo) y el bosque explotado. La faja de bosque virgen debe tener un mínimo de 100 metros de largo. La Figura 4 muestra que el fuego en los pastizales no llega a las áreas explotadas, ya que el bosque virgen, en virtud de su dosel casi cerrado, se mantiene húmedo, resistiendo a la entrada del fuego.

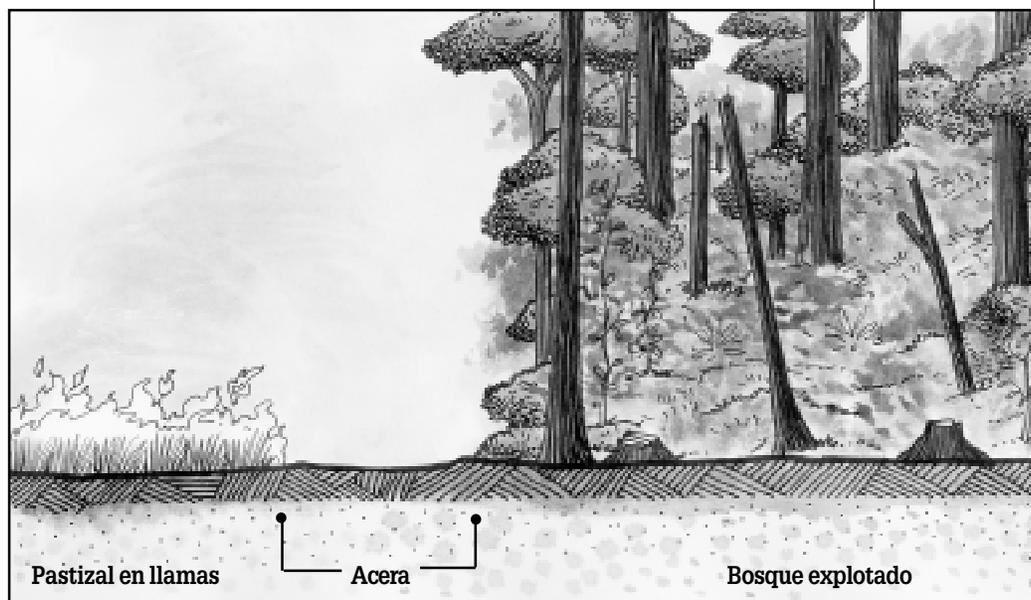
En caso de que el fuego amenace invadir el bosque, se puede retirar el material inflamable del suelo (hojas secas, ramas pequeñas), utilizando escobas de lianas para limpiar una faja de aproximadamente 1 metro de largo. Esta limpieza dificulta la propagación del fuego.

**Figura 4.**  
Rompiefuego natural.



Cuando no hay una faja de bosque virgen alrededor del bosque explotado se puede construir una acera, o sea, una faja sin ningún tipo de vegetación (3 a 5 metros de ancho), en el margen del área explotada. Se debe mantener siempre limpia la acera para que sea útil como protección permanente (Figura 5). En el caso de los matorrales, eliminar los árboles con altura mayor que el ancho de la acera, ubicados en el límite entre los dos ambientes, para que estos no sean conductores de fuego en el caso de incendios.

**Figura 5.**  
Uso de la acera como barrera contra el fuego.



**Explotación de rodales intercalados**

La explotación de rodales intercalados consiste en explotar rodales que no sean vecinos en cada año (ver cómo ordenar rodales en el Capítulo 1). Por ejemplo, en un conjunto de 12 rodales, cada rodal debe ser explotado por lo menos dos años después de la explotación de sus vecinos (Figura 6), pues pasado este período, el bosque vuelve a formar ambientes cerrados que dificultan la penetración de la luz y aumentan la humedad, generando de esta manera, una barrera natural contra el fuego.

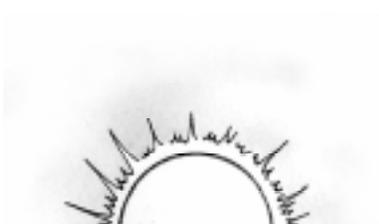
1°	7°	2°	8°
9°	3°	10°	4°
5°	11°	6°	12°

**Figura 6.**  
Explotación intercalada de rodales.

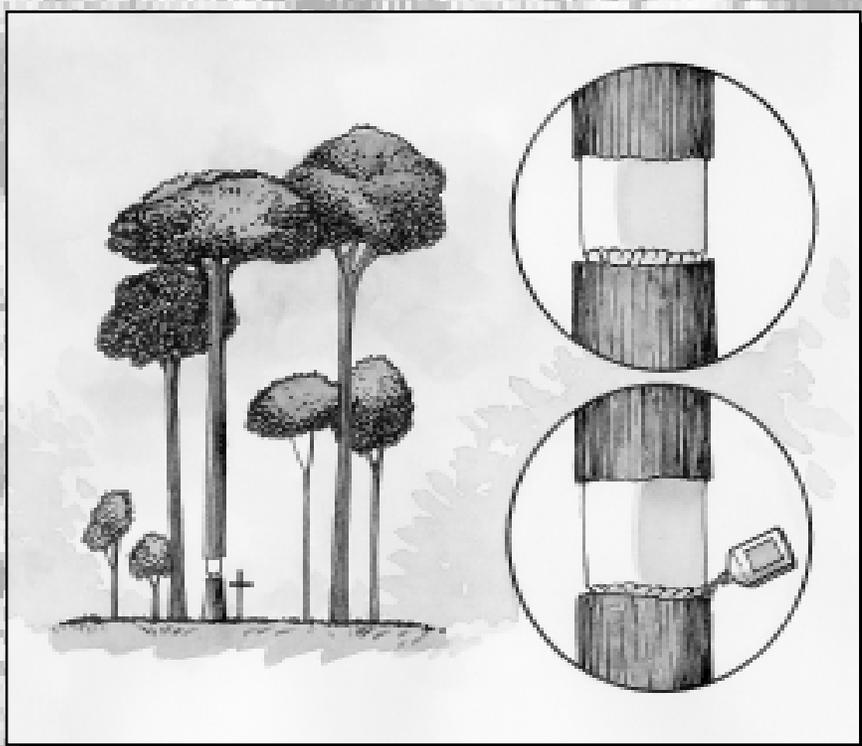
## CONCLUSIÓN

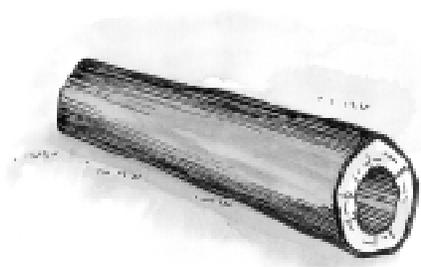
Los bosques explotados sin planificación en la Amazonía, al contrario de los bosques vírgenes, son susceptibles al fuego. La apertura de claros grandes comunes en este tipo de explotación, permite el aumento de la incidencia solar sobre el piso del bosque, secando el material inflamable allí depositado.

Para impedir que los bosques explotados para fines madereros sean afectados por el fuego, es aconsejable utilizar técnicas de manejo que favorezcan la reducción de la apertura del dosel en el bosque, así como adoptar medidas para conservar áreas de bosque virgen al lado de bosques explotados, tales como la implementación de rompefuegos y la explotación de rodales intercalados. ■



*Prácticas Silviculturales*





## PRESENTACIÓN

Uno de los objetivos del manejo forestal es garantizar la continuidad de la producción maderera a través del estímulo a la regeneración natural en los claros y la protección de la reserva de árboles remanentes (DAP entre 10 y 45 cm). Para este fin, se debe conservar árboles semilleros en el bosque y utilizar técnicas para reducir los daños ecológicos de la explotación. No obstante, es posible que en algunos claros, la regeneración natural posterior a la explotación sea escasa<sup>8</sup>. En este caso, es necesario efectuar la siembra de plántulas para garantizar la regeneración. Adicionalmente, los árboles remanentes pueden estar en condiciones desfavorables al crecimiento (por ejemplo, sombreados por árboles sin valor comercial). El crecimiento de estos árboles puede ser aumentado con la aplicación de tratamientos silviculturales.

## SIEMBRA DE ESPECIES DE VALOR MADERERO

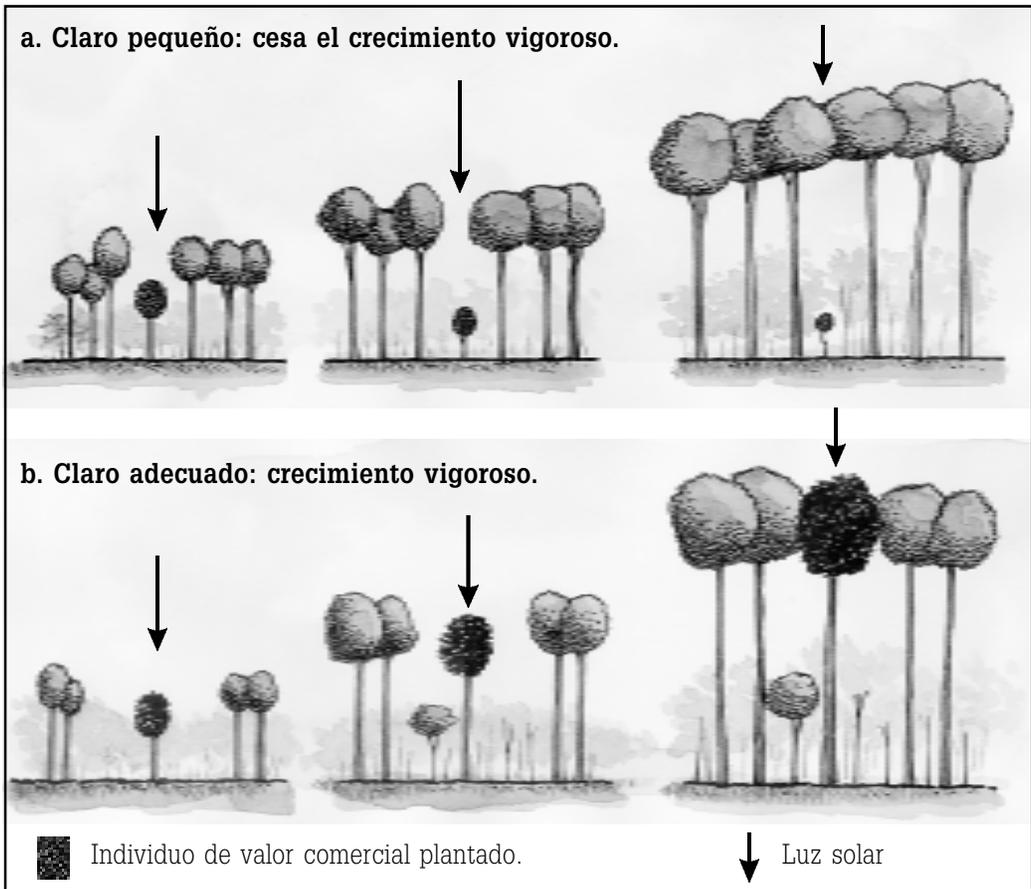
### Siembra de especies en claros

La siembra en claros abiertos por la explotación puede ser realizada por semillas directamente en el suelo o a través de plántulas (preparadas en viveros o colectadas en el bosque). Los claros deben ser mayores que 200 m<sup>2</sup>, para garantizar la entrada de luz y favorecer el crecimiento de las plántulas (*Figura 1*).

Las recomendaciones para la siembra en claros son las siguientes:

1. Sembrar de tres a cuatro plántulas para cada árbol adulto extraído.
2. Sembrar en el inicio de la estación lluviosa.
3. Utilizar la parte central del claro, excluyendo apenas alrededor de 5 metros de los bordes, para que las plántulas se beneficien de la mayor cantidad de luz posible.
4. Sembrar las especies que se dan en el propio bosque, ya que estas están adaptadas al terreno. La escogencia de las especies exóticas (originarias de otros tipos de bosque) debe ser restringida a las especies que obtuvieron acceso en las siembras similares.
5. En un mismo claro, sembrar apenas individuos de la misma especie o de especies con tasa de crecimiento similar. De esta manera, los árboles crecerán de tal manera que podrán ser explotados en la misma época.
6. Mantener la diversidad sembrando especies diferentes en los claros (una especie por claro).

<sup>8</sup> La evaluación del nivel de regeneración es obtenida a partir del levantamiento en parcelas permanentes, realizado en uno o dos años, posterior a la explotación maderera.



**Figura 1.**  
Crecimiento  
en función  
del tamaño  
del claro.

### Siembra de enriquecimiento en área de bosque juvenil

La siembra de enriquecimiento con especies de valor comercial es recomendada para las manchas de bosque juvenil (dominadas por árboles con DAP entre 5 y 15 cm), donde la densidad de especies de valor comercial es baja (por ejemplo, ocupando menos del 30% del área).

La Fundación "Floresta Tropical" ha probado una técnica específica de siembra para estas áreas, que consiste en: **a)** Preparar el área cortando la vegetación existente en la población juvenil (en general, inferior a 1 hectárea) con un tractor de estera. El procedimiento es el mismo adoptado para la apertura de patios, no obstante, se evita raspar el suelo. **b)** Sembrar mudas de árboles de valor comercial siguiendo las instrucciones adoptadas para la siembra en claros.

## TRATAMIENTOS PARA AUMENTAR EL CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES DE VALOR COMERCIAL

El crecimiento de los árboles de valor comercial depende del nivel de competencia por nutrientes, agua y luz con los árboles sin valor comercial. Los tratamientos silviculturales son aplicados para reducir o eliminar esta competencia, favoreciendo el aumento del crecimiento de árboles.

Se pronostica que el período de crecimiento hasta la cosecha con tratamientos sea la mitad de los sin tratamientos (*Tabla 1*). El intervalo de tiempo de cada proyección es largo, una vez que hay dificultad de elaborar una proyección exacta de la tasa de crecimiento de los árboles. Por ejemplo, después del primer corte, el período para realizar la próxima explotación oscila entre 20 y 40 años para árboles con DAP entre 225 y 45 cm.

Tipos de poblaciones (DAP en cm)	Tiempo hasta la cosecha (años) <sup>9</sup>	
	Sin tratamiento <sup>10</sup>	Con tratamiento <sup>11</sup>
Claros (menor que 5 cm)	130 – 140	65 – 70
Juvenil	120 – 130	60 – 70
Juvenil – intermedio (15 – 25)	100 – 110	50 – 60
Intermedio (25 – 45)	50 – 70	20 – 40

### Tratamientos en los claros

El estímulo al crecimiento de las plántulas y árboles pequeños de valor comercial en los claros puede ser realizado de la siguiente manera:

- **Limpieza:** La vegetación existente en un radio de 2 a 3 metros de los árboles de valor comercial debe ser eliminada antes que alcance 1,5 metro de altura, lo que generalmente ocurre entre el primer y el cuarto año, posterior a la explotación maderera (*Figura 2*). Esta variación en el tiempo es causada por la heterogeneidad del ambiente forestal, de la intensidad de la explotación maderera, del tipo del bosque (denso de tierra firme, abierto, varzea, etcétera) y de la clase de suelo (latosol amarillo, tierra roja, etcétera).

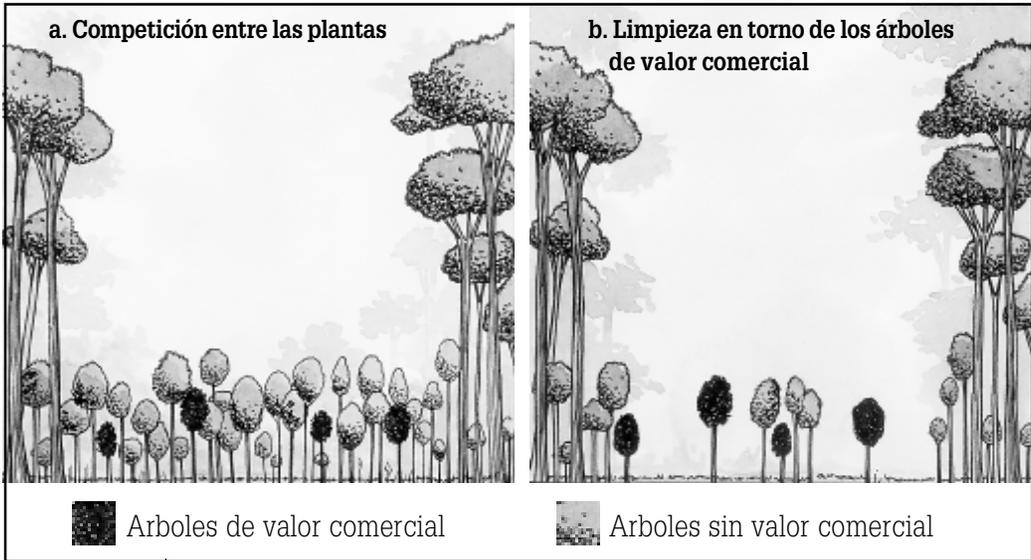
<sup>9</sup> Se asume que el DAP mínimo de corte es de 45 cm.

<sup>10</sup> Se asume que el crecimiento diamétrico promedio anual es de 0,35 cm.

<sup>11</sup> Se asume que el crecimiento diamétrico anual es alrededor de 0,6 cm.

**Tabla 1.**

Proyección del número de años hasta el corte de árbol de acuerdo con las etapas de desarrollo y la aplicación o no de tratamientos silviculturales.



**Figura 2.**  
Limpieza  
alrededor  
de las plantas de  
valor comer-  
cial

La limpieza con azadón es realizada de la siguiente manera:

1. Ubicar los claros en el bosque a partir del mapa de explotación.
2. Seleccionar las especies de valor comercial.
3. Limpiar con una hoz o machete la vegetación existente alrededor de las plantas seleccionadas.

- **Desbaste:** Donde la densidad de especies de valor comercial es muy alta, se puede hacer un desbaste (selección de plantas), eliminando el exceso de plantas de valor que no tendrán espacio suficiente para crecer. Aunque no existan estudios indicando la distancia ideal entre plantas de la misma especie, se recomienda un espacio de 5 metros entre las especies de plantas de crecimiento rápido y 3 metros para las de crecimiento lento.

- **Evitando ramificación:** Algunas especies de árboles de valor comercial tienden a ramificar excesivamente (*Figura 3a*). La ramificación reduce o puede eliminar el valor comercial de los árboles. Una manera de eliminar la ramificación es inhibir el retoño del árbol. Para eso, se mantienen, alrededor de su copa, plantas vecinas capaces de proyectar una sombra sobre su tronco (específicamente sobre las yemas laterales), evitando, de esta manera, el retoño (*Figura 3b*).

**a. Equivocado: bifurcación por falta de sombrero de las yemas.****b. Correcto: tronco recto debido al sombrero de las yemas**

• **Figura 3.**  
Limpieza para especies con tendencia a la ramificación.

### Tratamientos para aumentar el crecimiento en la fase juvenil e intermedia

Para acelerar el crecimiento de los árboles de valor comercial existentes en la población juvenil (árboles con DAP inferior a 15 cm), juvenil – intermedio (15 a 25 cm) e intermedio (25 a 45 cm) se pueden eliminar, selectivamente, los individuos sin valor comercial (árboles y lianas) ubicados alrededor de los árboles de valor comercial. (El Apéndice 1 presenta la lista de especies de valor comercial).

La selección de los árboles a ser beneficiados para el segundo corte (por ejemplo, DAP mayor que 30 cm) es realizada con base en los datos del censo forestal. Las plantas que eran sombreadas antes de la extracción deberán ser visitadas para la aplicación del tratamiento. Para los árboles con DAP menor que 30 cm, se puede elaborar un censo simplificado, en el cual se mide apenas el DAP, se identifica la especie y se anota su ubicación (rodal y faja) directamente en el mapa del censo con un símbolo específico.

## ¿Cómo eliminar los árboles sin valor comercial?

La eliminación de los árboles sin valor, para promover el crecimiento de los árboles de valor comercial puede ser realizada a través de un corte (tala) en el caso de árboles pequeños (DAP menor que 15 cm) o anillamiento (retirada de una faja de la corteza del tronco del árbol) para árboles medianos (DAP entre 15 y 45 cm) y grandes (DAP mayor que 45 cm).

El anillamiento es el método más utilizado para eliminar lentamente los árboles sin valor comercial. Esta técnica es más ventajosa que la tala, una vez que el árbol muere lentamente, reduciendo de manera significativa los daños típicos de caída de un árbol en el bosque. Existen dos tipos de anillamiento:

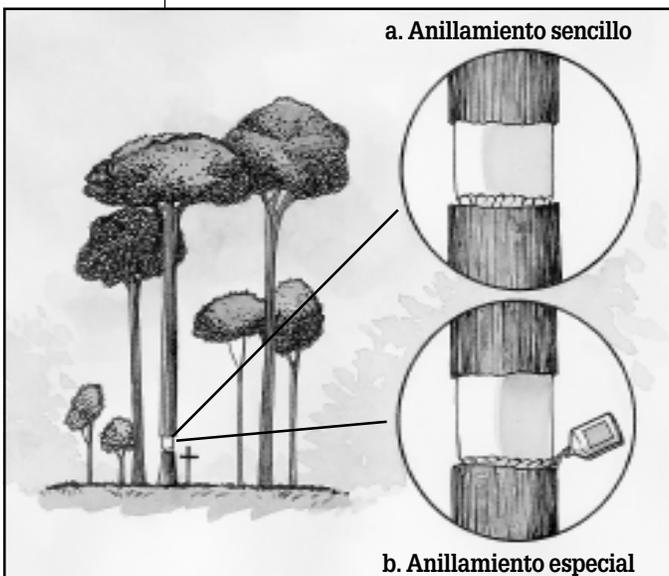
**1. Anillamiento sencillo:** Utilizando un machete pequeño, se retira una faja de 10 cm de ancho de la corteza del tronco (en la altura del DAP del árbol). Para garantizar la eliminación, se hace un pequeño corte en la base del tronco anillado (*Figura 4a*).

**2. Anillamiento especial:** Se utiliza el mismo procedimiento del anillamiento sencillo, no obstante se adiciona “aceite quemado” (aceite lubricante usado), combinado o no con plaguicida (*Figura 4b*).

El proyecto de manejo forestal del INPA (Proyecto Bionte) ha obtenido 80% de eficiencia en el anillamiento utilizando apenas “aceite quemado”. Luego de la retirada de la corteza, los árboles se mueren entre el primer y segundo año, dependiendo de la especie y del tipo de anilla-

miento. El anillamiento con “aceite quemado” produce una muerte más rápida. Para utilizar el anillamiento especial es necesario evitar contaminación en el bosque, entrenar el personal y utilizar equipos adecuados. El anillamiento debe ser realizado, preferiblemente, en la estación seca, ya que en este período los árboles están menos vigorosos debido a la escasez de agua, lo que los hace más vulnerables al anillamiento.

**Figura 4.** Anillamiento sencillo y especial



### Anillamiento: hacer o no hacer

Aunque existan ventajas en aplicar el anillamiento para promover el crecimiento de árboles de valor comercial, es necesario destacar posibles impactos negativos de esta práctica. El anillamiento puede reducir la diversidad de especies arbóreas en el área manejada. Adicionalmente, la fauna puede ser perjudicada, ya que algunas de estas especies anilladas funcionan como abrigo y fuente de alimento. Finalmente, algunas especies clasificadas como sin valor comercial en el presente, pueden tener valor en el futuro. En este caso, la eliminación significaría una pérdida económica.

### Frecuencia de aplicación de los tratamientos para aumentar el crecimiento

Para mantener el crecimiento más elevado a lo largo del tiempo es necesario repetir los tratamientos en la medida que aumente la competencia entre las plantas. La tabla 2 presenta una proyección de la probable frecuencia necesaria de tratamientos, de acuerdo a la etapa de desarrollo de la población. Por ejemplo, las poblaciones jóvenes (árboles con DAP entre 5 y 25 cm) posiblemente necesitan de tratamientos dos veces antes del corte de los árboles, mientras que para poblaciones intermedias (25 a 45 cm) apenas un tratamiento es suficiente (Tabla 2).

• **Tabla 2.**  
Año probable para aplicación de los tratamientos silviculturales de acuerdo con el desarrollo de la población.

Tipos de Poblaciones (DAP en cm)	Año de aplicación de los tratamientos <sup>12</sup>		
	Limpieza	Desbaste	Cortes de lianas <sup>13</sup>
Claros (menor que 5)	1 y 2	10 y 20	10 y 20
Juvenil (5 - 15)	1 y 15	1 y 15	
Juvenil - intermedia (15-25)	1 y 20	1 y 20	
Intermedia (25 -45)	1	1	

<sup>12</sup> El año cero sería el inicio del manejo del área.

<sup>13</sup> Ver Capítulo 3 (corte de lianas).

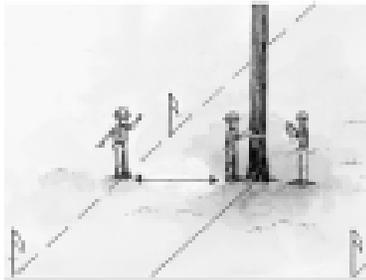


## CONCLUSIÓN

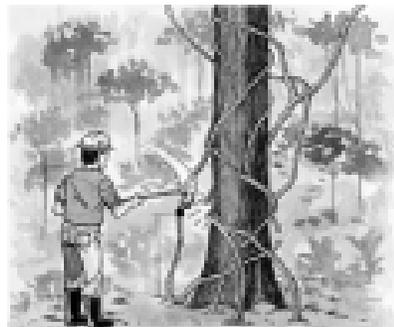
Es necesario garantizar la regeneración del bosque luego de la explotación. Una medida es la siembra en claros, donde la regeneración natural es escasa. Pueden ser aplicados tratamientos para aumentar el crecimiento de los árboles de acuerdo con el desarrollo del bosque, incluyendo la limpieza de claros, corte de lianas y el desbaste alrededor de los árboles juveniles e intermedios. No obstante, la viabilidad económica de los tratamientos para aumentar el crecimiento debe ser evaluada caso por caso. ■



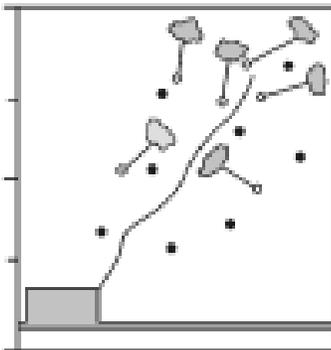
*Costos y Beneficios  
del Manejo Forestal*



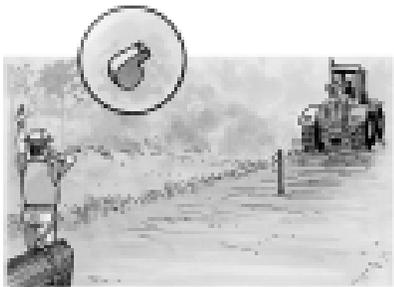
Censo



Corte de lianas



Planeamiento



Arrastre



## PRESENTACIÓN

Los costos y beneficios del manejo presentados en este capítulo, se basan en el “Proyecto Piloto de Manejo Forestal” (IMAZON/WWF), en Paragominas, Pará. El área de estudio (bosque denso de tierra firme) presenta una topografía plana (inclinación inferior a 5 grados) y una densidad de 17 árboles mayores que 45 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho) por hectárea, de los cuales 13 tienen valor comercial. De este total, apenas 5 árboles (40 m<sup>3</sup>/ha) fueron extraídos por hectárea.

Este capítulo presenta los costos asociados al plan operacional de manejo. En seguida, se describen los beneficios originados en el manejo en términos de productividad, reducción de desperdicios de madera y disminución de los daños ecológicos al bosque. Finalmente, integra estos beneficios en el análisis económico de corto y mediano plazo.

## COSTOS DEL MANEJO FORESTAL

- **Elaboración del Plan de Manejo:** El costo de la recolección de información, análisis y redacción del Plan de Manejo varía en función del tamaño del área a ser manejada. En la Amazonía Oriental, el valor promedio es de US\$1,0 por hectárea para áreas de manejo alrededor de 7.500 hectáreas. Adicionalmente, hay un costo de revisión previa del IBAMA (Instituto Brasileiro del Meio Ambiente - entidad ambiental del Brasil) estimado en US\$1,7 por hectárea (*Tabla 1*).
- **Censo forestal:** Para delimitar el rodal, abrir las trochas de orientación y hacer el censo de árboles, son gastados en promedio US\$22 por hectárea, de los cuales US\$1,8 son para delimitar el perímetro del rodal, US\$9,5 para apertura de trochas y finalmente, US\$10,3 para evaluar y mapificar los árboles (*Tabla 1*).
- **Corte de lianas:** El corte selectivo de lianas debe ser realizado por lo menos 18 meses antes de la explotación. El costo varía en función de la densidad de lianas en el bosque. En el caso de Paragominas, donde la densidad de lianas era alta (750 individuos, mayores de 2 cm de diámetro por hectárea) el costo de corte de lianas fue alrededor de US\$19 por hectárea (*Tabla 1*).
- **Consultoría:** Es común contratar los servicios de oficinas de consultorías forestales para analizar los datos del censo y producir el mapa de explotación. El costo de este servicio varía mucho. Para la región de Paragominas, el costo promedio fue de US\$ 3.500 para un área de



manejo alrededor de 250 hectáreas, o US\$ 14 por hectárea (US\$ 3.500/250 ha.) (Tabla 1).

**Tabla 1.**

Estimación de los costos de manejo forestal (excluyendo los costos de pos explotación), Proyecto Piloto de Manejo Forestal, Paragominas, Pará, 1996.

• **Delimitación:** La delimitación de las vías, patios y ramificaciones de arrastre, así como de la dirección de caída de los árboles a ser extraídos son realizados antes de la explotación. En Paragominas, el costo promedio de esta actividad fue de US\$ 14 por hectárea (Tabla 1).

• **Costos de manejo total:** Se estimó que el costo total del manejo en US\$ 72 por hectárea (Tabla 1), o aproximadamente US\$ 1,8/m<sup>3</sup> de troza extraída, considerando un volumen promedio explotado de 40 m<sup>3</sup> por hectárea (US\$ 72/40 m<sup>3</sup>/ha).

Es importante subrayar que el costo del manejo varía de acuerdo con el tipo de bosque. Por ejemplo, para un bosque con baja densidad de maderas de valor comercial (20 m<sup>3</sup>/hectárea), el costo sería de US\$ 3,6/ m<sup>3</sup> (US\$ 72/20 m<sup>3</sup>), o el doble del costo estimado en el área de estudio.

Época de desembolso	Actividad	Valor en US\$/ha	
		En el desembolso <sup>14</sup>	En el corte <sup>15</sup>
18 meses antes	Elaboración del plan de manejo	0,9	1,0
	<i>Censo forestal:</i>		
12 meses antes	- Demarcar rodal <sup>16</sup>	1,7	1,8
	- Abrir trochas de orientación <sup>17</sup>	8,8	9,5
	- Mapificación de los árboles <sup>18</sup>	9,4	10,3
18 meses antes	Corte de lianas <sup>19</sup>	17,5	19,0
12 meses antes	Tasa de revisión previa <sup>20</sup>	1,6	1,7
06 meses antes	Consultoría para análisis de los datos y elaboración del mapa de explotación	13,4	14,0
Durante la explotación	Demarcación de la explotación <sup>21</sup>	15,0	15,0
<b>TOTAL</b>		<b>68,3</b>	<b>72,3</b>

<sup>14</sup> Costos expresados en la época del desembolso. Ver anotación 2 para estimación del valor presente. Los valores se refieren al dólar americano en el cambio oficial. El costo de la mano de obra incluyó el valor del salario mínimo (US\$ 112/mes), así como las prestaciones sociales y beneficios (US\$ 50), totalizando US\$ 162/mes o US\$ 7,4/día (US\$ 162/22 días de trabajo en el mes). El gasto con alimentación por persona fue estimado en US\$ 2, incluyendo alimentos, gas y salario de cocinera. Se adicionó el equivalente al 10% de estos gastos para la parte administrativa.

## BENEFICIOS DEL MANEJO FORESTAL

La adopción del manejo forestal, da como resultados, entre otros, una reducción de desperdicios, aumento en la productividad de la explotación, disminución de la cantidad de árboles comerciales damnificados y mejoría significativa en la seguridad del trabajo.

• **Reducción de desperdicio de madera en la tala y arrastre:** Las pérdidas de madera en el volumen tumbado fueron reducidas en 26% sin manejo para apenas 1% en área manejada. Por tanto, para 1 m<sup>3</sup> en troza extraída en un bosque manejado, apenas el 0,75 m<sup>3</sup> es extraído en una explotación convencional. Utilizando este raciocinio, se estima que fueron salvados 10 m<sup>3</sup>/ha con manejo (Tabla 2).

<sup>15</sup> Muestra el valor presente de los costos en la época de la explotación, considerando tasas de interés del 8% al año y el número de meses pasados entre cada una de las actividades de manejo y la época de la explotación.

<sup>16</sup> Para delimitar 250 hectáreas de bosque por año, serían abiertos 6.330 metros de trochas, o 25 m/ha (6.330 m/250 ha). Un equipo de cinco personas delimita, en promedio, 170 m/hora a un costo de US\$ 11,5. Por tanto, el costo total sería de US\$ 1,7/ha (US\$ 11,5/170 m x 25 m/ha).

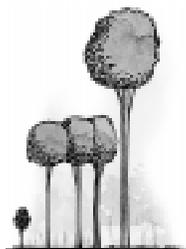
<sup>17</sup> Fueron abiertos alrededor de 173 metros de trocha por hectárea. El equipo de trabajo compuesto por un balizador y dos ayudantes abrió, en promedio, 170 metros de trochas por hora. El costo de este equipo fue de US\$ 7,7/hora. Por tanto, el costo total de la mano de obra fue de US\$ 7,9/ha (US\$ 7,7/170 m x 173 m). El costo de depreciación de los materiales utilizados (brújula, tripode, cinta métrica, machete, cintas coloridas) sumó US\$ 0,9/ha. De esta manera, el costo total fue de US\$ 8,8/ha.

<sup>18</sup> El costo para identificar, evaluar y mapear los árboles, considerando un anotador (3 salarios), un baquiano identificador (3 salarios) y dos ayudantes (1,5 salarios cada), fue de US\$ 8,0/ha. Los costos de materiales para delimitación de los árboles (puntillas y plaquetas) fueron US\$ 1,4/ha, totalizando, por lo tanto, US\$ 9,4/ha.

<sup>19</sup> Para cortar las lianas presentes en 1 hectárea de bosque fueron necesarias 10,3 horas/hombre a un costo hora de US\$ 1,7. Por lo tanto, el costo por hectárea fue de US\$ 17,5 (10,3 horas x US\$ 1,7 por hora).

<sup>20</sup> El IBAMA ("Instituto Brasileiro do Meio Ambiente" - entidad ambiental oficial de Brasil) cobró US\$ 1,7 por hectárea para las tasas de chequeo previo.

<sup>21</sup> Fueron gastados 0,003 jornales por hectárea para delimitar las carreteras y 0,27 jornales para orientar la delimitación de las ramificaciones de arrastre, patios de almacenamiento y ajustar la dirección de caída de los árboles. El costo del equipo fue US\$ 48 por día, incluyendo el orientador (3 salarios) y dos ayudantes (1,5 salario cada). El costo de delimitación de la vía por hectárea fue de US\$ 1,4 (0,03 día equipo/ha x US\$ 48 día equipo). El costo de la orientación de la tumba, delimitación de las ramificaciones y patios fue de US\$ 13 (0,27 día equipo/ha x US\$ 48 día/equipo). Para la delimitación de la explotación fueron gastados cerca de 30 metros de cinta plástica colorida/ha a un costo de US\$ 0,5 que, sumados a los costos de mano de obra, totalizan aproximadamente US\$ 15/ha.



Tipo de desperdicio	Pérdida en % del volumen tumbado	
	Manejado (%)	Convencional (%)
Error en la altura de la tala y tumba	0,0	0,7
Hendiduras	1,0	4,0
Error en el despunte	0,0	2,3
Trozos no ubicadas por el equipo de arrastre	0,0	19,0
Total de pérdidas en % <sup>22</sup>	1,0	26,0
<b>Total de pérdidas en m<sup>3</sup>/ha</b>	<b>0,40</b>	<b>10,4</b>

**Tabla 2.**

Volumen y proporción de madera desperdiciada en la explotación convencional y manejada, Proyecto Piloto de Manejo Forestal, Paragominas, Pará.

• **Mayor productividad en la apertura de vías y patios:** En la explotación manejada, hubo una ganancia de eficiencia (37%) en el tiempo de uso de la maquinaria para abrir vías y patios de almacenamiento. Esta diferencia con el manejo resultó, en gran parte, de la reducción de la densidad de vías (en 33%) y patios (en 70%) (Tabla 3).

Parámetros	Manejada	Convencional
<i>Apertura de vías secundarias:</i>		
Costo (US\$/m <sup>3</sup> )	0,22	0,23
Densidad (m/ha)	23,00	27
Densidad (m/ m <sup>3</sup> )	0,6	0,9
Tiempo (minuto maquinaria/ha)	11,6	11,4
Tiempo (minuto maquinaria/ m <sup>3</sup> ).	0,32	0,38
<i>Apertura de patios:</i>		
Costo (US\$/ m <sup>3</sup> )	0,07	0,18
Densidad (m <sup>2</sup> /ha)	61	153
Densidad (m <sup>2</sup> / m <sup>3</sup> )	1,6	5,2
Tiempo (minuto maquinaria/ha)	4,0	8,7
Tiempo (minuto maquinaria/ m <sup>3</sup> )	0,1	0,3
<i>Total (vías y patios):</i>		
Tiempo (minuto/ha)	16	20
Tiempo (minuto/ m <sup>3</sup> )	0,4	0,7
<b>Costo Total (US\$/m<sup>3</sup>)<sup>23</sup></b>	<b>0,29</b>	<b>0,41</b>

**Tabla 3.**

Productividad y costo de apertura de vías y patios en la explotación madereña manejada y convencional, Proyecto Piloto de Manejo Forestal, Paragominas, Pará, 1996.

<sup>22</sup> Considerando la explotación de 40 m<sup>3</sup>/ha.

<sup>23</sup> El costo de la operación de la maquinaria fue estimado con base en los levantamientos de campo y en los formatos e índices de Caterpillar, incluyendo los siguientes parámetros: i. Vida útil de la maquinaria (6,5 años) para un uso estimado de 1.230 horas año; ii. Precios del tractor de estera con guincho (US\$ 125.000) y sin guincho (US\$ 105.000); iii. Valor residual de reposición de la maquinaria igual a 10% del valor de la misma; iv. Tasa de

En la explotación convencional, la densidad de vías fue mayor porque estas fueron abiertas poco a poco, siguiendo la concentración de los árboles tumbados. Una práctica que lleva a la apertura de vías tortuosas y con ramificaciones innecesarias.

El número de patios en la explotación convencional fue mayor por dos razones:

1. Sin planeación, los operadores del tractor tienen apenas una vaga noción del número de árboles que serán extraídos de las cercanías del patio. Por tanto, el número de patios abiertos excede lo necesario.
2. Los tractoristas prefieren abrir patios mayores para facilitar la maniobra de las maquinarias y camiones.

En la operación manejada, los patios son menores en función de la información previa sobre el volumen a ser extraído y también en virtud de la planificación de la operación de tala y arrastre.

• **Mayor productividad en la tala:** El costo de la tumba fue similar en los dos tipos de explotación para el caso del equipo con dos personas: US\$ 0,31/m<sup>3</sup> con manejo y US\$ 0,30/m<sup>3</sup> en la explotación convencional, mientras que el costo de corte de un equipo de tres personas (dos motosierristas y un ayudante), actuando en un área manejada, fue apenas US\$ 0,25/m<sup>3</sup> (Tabla 4). Esta ventaja a favor del manejo, es resultado de una mayor productividad originada por la actuación de los motosierristas con funciones distintas: uno exclusivamente en la tala y el otro en el trozado de los troncos y remoción de los obstáculos para el arrastre.

• **Tabla 4.**  
Productividad y costos de tala de los árboles con y sin manejo, Proyecto Piloto de Manejo Forestal en Paragominas, Pará, 1996.

Tipo de operación	No. de árboles talados/día	M <sup>3</sup> talado por día	M <sup>3</sup> talado/hora-hombre	Costo (US\$/m <sup>3</sup> )
2 personas convencional	22	117	9,5	0,30
2 personas manejo	15	125	7,8	0,31
3 personas manejo	34	262	10,9	0,25 <sup>24</sup>

seguro igual a 2% del valor de la maquinaria; v. Impuesto de propiedad igual a 1% del valor de la maquinaria ; vi. Consumo de 9,8 litros de aceite diesel por hora para el tractor de estera; vii. Costos de lubricación, filtros y aceites fueron estimados en US\$ 0,35 /hora para los dos tipos de maquinaria; viii. Costo de reserva para reparación fue estimado en US\$ 4,5/hora (factor de extensión de vida útil igual a 1, multiplicado por factor básico de reparación igual a 4,5); ix. Costo de mano de obra para operar el tractor de estera fue estimado en US\$ 3,7/hora, incluyendo un operador y un ayudante.

<sup>24</sup> Los costos de mano de obra fueron estimados como está descrito en la nota de pie de la pagina 14 en la tabla 1. Los salarios de un motosierrista (2 salarios) y un ayudante

• **Mayor productividad en el arrastre de las trozas:** Con la adopción del manejo, hubo un aumento significativo en la productividad del arrastre (Tabla 5). Por ejemplo, en el área manejada fueron arrastrados 34 m<sup>3</sup>/hora contra 23 m<sup>3</sup>/hora en la explotación convencional, utilizando en los dos casos un tractor forestal (*skidder*). La diferencia a favor del manejo fue menor en el caso del arrastre con tractor de estera (28 m<sup>3</sup>/hora y 27 m<sup>3</sup>/hora con y sin manejo, respectivamente), una vez que el potencial de aumentar la velocidad de trabajo de esta maquinaria es limitada. La ganancia de productividad en el arrastre ocurrió debido a la planificación y al uso del mapa de explotación.

	Tractor Forestal ( <i>Skidder</i> )		Tractor de estera	
	Manejada	Convencional	Manejada	Convencional
• Volumen (m <sup>3</sup> ) halado/hora .....	34 .....	23 .....	28 .....	27
• Velocidad de desplazamiento sin carga (metros/minuto) .....	113 .....	80 .....	60 .....	63
• Velocidad de desplazamiento con carga (metros/minuto) .....	98 .....	73 .....	56 .....	48
• Distancia de arrastre (metros) .....	134 .....	159 .....	137 .....	157
• Volumen promedio arrastrado/viaje (m3) .....	5,4 .....	6,3 .....	4,9 .....	5,0
<b>Costo (\$/m<sup>3</sup>)<sup>25</sup> .....</b>	<b>1,31 .....</b>	<b>1,95 .....</b>	<b>1,41 .....</b>	<b>1,37</b>

**Tabla 5.**

Desempeño promedio y costo de arrastre de trozas en la explotación manejada y no manejada de acuerdo con el tipo de maquinaria utilizada, Proyecto Piloto de Manejo Forestal, Paragominas, Pará, 1996.

(1 salario) costaron US\$ 29/día. Un equipo compuesto por dos motosierristas y un ayudante costó US\$ 47/día. El costo de operación de una motosierra (Stihl modelo 051 AVE) fue estimado en US\$ 2,4/hora, siendo: US\$ 0,03 en intereses de capital, US\$ 0,58 en depreciación, US\$ 0,76 en combustible, US\$ 0,42 en aceite para lubricación de la corriente, US\$ 0,20 en depreciación de la espada y US\$ 0,4 para mantenimiento.

En la explotación convencional, el tiempo de funcionamiento de la maquinaria fue 2,4 horas/día. De esta manera, el costo diario de uso de la maquinaria fue US\$ 5,8 (US\$ 2,4 x 2,4). Entonces, el costo total del equipo tradicional fue US\$ 35/día que, dividido por la producción diaria (117 m<sup>3</sup>), resulta en US\$0,30/m<sup>3</sup>. El tiempo de uso efectivo de una motosierra fue 4 horas/día para los dos equipos en la explotación manejada. Así, el equipo con dos motosierristas tuvo un costo de maquinaria de US\$ 19/día (2 maquinarias x 4 horas x US\$ 2,4), en cuanto el equipo con un motosierrista tuvo la mitad de este costo con la máquina, o sea, US\$ 9,5/día. El costo del equipo con dos personas fue de US\$ 38,5 día (US\$ 29 con mano de obra y US\$9,5 con la maquinaria) que, dividido por la producción de 125 m<sup>3</sup>/día, resultó en aproximadamente US\$ 0,31/m<sup>3</sup>. El costo para el equipo con tres personas fue de US\$ 66/día (US\$ 47 con mano de obra y US\$19 con las motosierras) que, dividido por la producción de 262 m<sup>3</sup>/día, resultó en US\$ 0,25/m<sup>3</sup>.

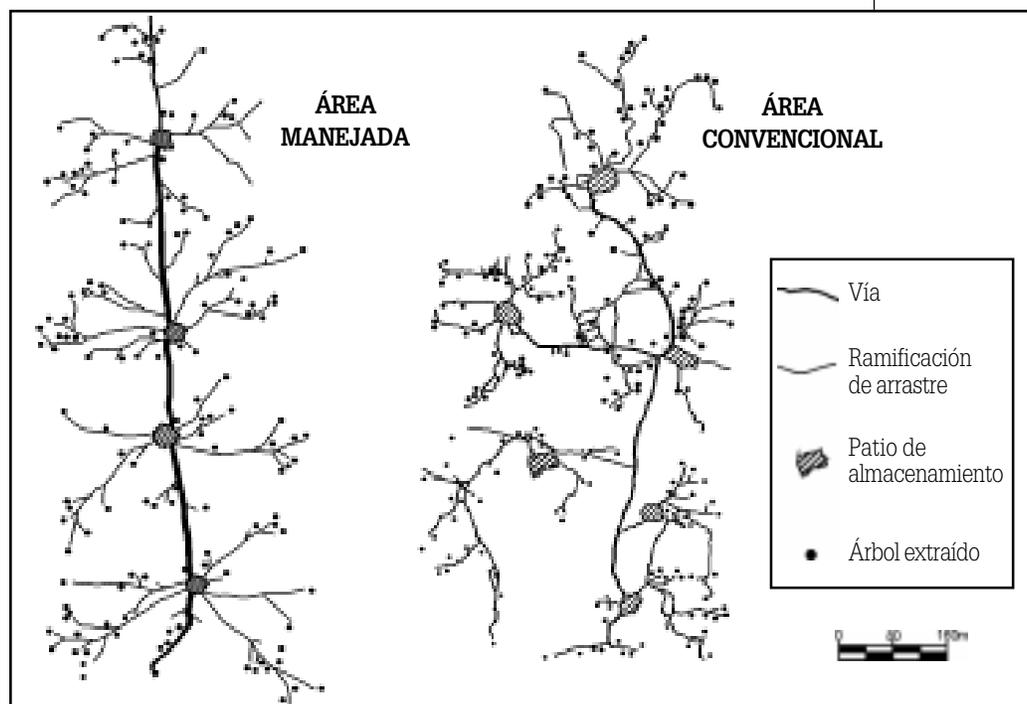
<sup>25</sup> Los costos operacionales del skidder fueron estimados en US\$ 44,4/hora o

• **Reducción de los daños ecológicos:** La adopción del manejo contribuyó de forma significativa para la reducción de los daños en el bosque. Esta reducción fue consistente entre todos los indicadores utilizados para expresar los daños de extracción, tales como el área del suelo afectado, la apertura del dosel y los daños a los árboles remanentes. La reducción de daños tiene implicaciones positivas para la regeneración del bosque y consecuentemente, para el volumen de madera disponible en el futuro. En la explotación convencional, la extracción de un árbol afecta 488 m<sup>2</sup> de bosque, mientras que en la explotación manejada afecta apenas 336 m<sup>2</sup> (arrastre con tractor de estera) y 370 m<sup>2</sup> (arrastre con skidder).

La apertura del dosel en la explotación convencional fue mayor (27 a 45%), comparada con la explotación con manejo (apenas 18%). Lo mismo ocurrió con relación al número de árboles dañados (DAP mayor o igual a 10 cm): 27 árboles en la explotación convencional, contra 14 árboles en la explotación manejada (Figura 1).

• **Mayor seguridad durante la tala:** La utilización de técnicas adecuadas y el entrenamiento del equipo de tala redujo significativamente (hasta 18 veces) los riesgos de accidentes de trabajo.

• **Figura 1.** Comparación de la densidad de infraestructura en la explotación manejada X convencional.



US\$ 0,74/minuto y los del tractor de estera fueron US\$ 0,61/minuto (sin guincho) y US\$ 0,66/minuto (con guincho).

## ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS DEL MANEJO

### Los costos y beneficios del manejo a corto plazo

El costo del manejo forestal (sin considerar tratamientos silviculturales posteriores a la explotación) fue, en promedio, US\$ 1,8/m<sup>3</sup> (Tabla 6). Tal costo fue compensado, con el aumento en la productividad de la explotación y la reducción de los desperdicios de madera.

Los costos de corte y de apertura de vías, patios y ramificaciones de arrastre fueron entre US\$ 1,8/ m<sup>3</sup> (*skidder*) y US\$ 1,9/ m<sup>3</sup> (tractor de estera), en cuanto en la explotación convencional estos costos sumaron US\$ 2,0/ m<sup>3</sup> (Tablas 3, 4 y 5).

Costos	Manejada US\$/1 m <sup>3</sup>	Convencional <sup>26</sup> US\$/0,75 m <sup>3</sup>
Tumba de la madera <sup>27</sup>	0,25	0,30
Apertura de vías secundarias <sup>28</sup>	0,21	0,17
Apertura de patios <sup>29</sup>	0,07	0,13
Arrastre de trozas hasta los patios <sup>30</sup>	1,31	1,03
Embarque de las trozas <sup>31</sup>	2,6	1,9
Transporte hasta el aserrío <sup>32</sup>	15,00	11,2
Precio de la madera en pie <sup>33</sup>	5,00	5,00
Costos de manejo <sup>34</sup>	1,8	0,00
Otros costos <sup>35</sup>	4,1	3,14
Costo total .....	30,3	23,8
Ingreso Bruto <sup>36</sup> .....	40,0	30,0
Ingreso Líquido .....	9,7	6,2

**Tabla 6.**

Estimación de costos, ingreso bruto y ganancia de la explotación de madera manejada y convencional, Proyecto Piloto de Manejo Forestal, Paragominas, Pará, 1996.

<sup>26</sup> En función de las pérdidas de madera en el corte y arrastre convencional solamente 0,75 m<sup>3</sup> de madera es extraído por m<sup>3</sup> tumbado. Para contabilizar esta pérdida de oportunidad de obtener el costo de oportunidad, los costos e ingresos de 1 m<sup>3</sup> extraído (manejo) son comparados con los costos e ingresos de la extracción de 0,75 m<sup>3</sup> (convencional). En las notaciones de pie de página abajo, a menos que sea anotado, el costo de la explotación convencional fue calculado por m<sup>3</sup> y después multiplicado por 0,75.

<sup>27</sup> El costo del corte de la madera en la explotación sin manejo fue estimado en US\$ 0,30 / m<sup>3</sup> de acuerdo con la Tabla 4. Este costo sería el mismo para 0,75 m<sup>3</sup>, dado que 25% de la madera es perdido (Tabla 2).

<sup>28</sup> En el caso de la explotación convencional, el costo de la apertura de vías fue US\$ 0,23/ m<sup>3</sup> (Tabla 3). Este costo, expresado por 0,75 m<sup>3</sup> sería 0,17 (US\$ 0,23 x 0,75). Un cálculo similar fue realizado para la apertura de los patios.

<sup>29</sup> Basado en los costos estimados en la Tabla 5.

<sup>30</sup> Fueron considerados los costos de cargamento de trozas documentados por el IMAZON en 11 áreas de explotación.

• **Desperdicio de madera:** El desperdicio de madera causa dos tipos de pérdidas económicas. En primer lugar, el costo de la madera extraída sin manejo es mayor porque un volumen menor de madera de valor comercial sería extraído, mientras que el precio del derecho de explotación por hectárea permanece el mismo. Para estimar esta pérdida se consideró el valor promedio del derecho de explotación en la región de Paragominas: US\$ 195 por hectárea. Considerando el volumen explotable con manejo alrededor de  $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ , el valor de la madera en pie sería alrededor de  $\text{US}\$5/\text{m}^3$  ( $\text{US}\$ 195/40 \text{ m}^3/\text{ha}$ ). Dado que en la explotación convencional 25% del volumen explotable son perdidos, se tiene que apenas  $30 \text{ m}^3/\text{ha}$  serían explotados. De esta manera, el costo promedio del derecho de la explotación de la madera en pie en el área convencional fue de hecho  $\text{US}\$ 6,5/\text{m}^3$  ( $\text{US}\$ 195/30$ ). Por lo tanto, la reducción de pérdidas de madera tendría un valor en el bosque de  $\text{US}\$ 1,5/\text{m}^3$  ( $\text{US}\$ 6,5/\text{m}^3 - \text{US}\$ 5,0/\text{m}^3$ ); este valor equivale alrededor del 83% del costo del manejo ( $\text{US}\$ 1,8 \text{ m}^3$ ).

En segundo lugar, el desperdicio de madera representa una pérdida de oportunidad de ganancia por la venta de madera para la industria. La ganancia de explotación con manejo fue estimado en  $\text{US}\$ 9,7/\text{m}^3$ , en cuanto la ganancia de la explotación convencional quedó en apenas  $\text{US}\$ 6,2/\text{m}^3$  pues cuando se realiza la explotación sin manejo es solamente de  $0,75 \text{ m}^3$ . Por tanto, el aumento de la ganancia debido al manejo ( $\text{US}\$ 3,5/\text{m}^3$ ) sería alrededor de dos veces mayor que los costos ( $\text{US}\$ 1,8/\text{m}^3$ ).

<sup>31</sup> Fue considerado que el bosque queda a 100 km del aserrío y que el costo de transporte por km fue  $\text{US}\$ 0,15/\text{m}^3/\text{km}$ , obtenido en entrevistas con extractores y madereras en Paragominas en 1996.

<sup>32</sup> El valor promedio de  $1 \text{ m}^3$  de madera en pie para una distancia de 100 km fue de  $\text{US}\$ 5/\text{m}^3$ .

<sup>33</sup> Se consideró el costo del manejo ( $\text{US}\$ 72,00$ , Tabla 1) dividido por el volumen explotado ( $40 \text{ m}^3/\text{ha}$ ).

<sup>34</sup> Existen otros costos asociados con la explotación maderera. Por ejemplo, las vías primarias son abiertas y mantenidas y un mayordomo dirige los trabajos de explotación. Se asumió que estos costos serían similares para las áreas con y sin manejo, aunque en un esquema de manejo en larga escala tales costos pueden ser diferentes.

<sup>35</sup> El ingreso del manejo sería el precio promedio por  $\text{m}^3$  ofrecido por los madereros por las trozas puestas en el patio del aserrío en 1996.

<sup>36</sup> El ingreso de explotación convencional fue obtenida multiplicando el precio en  $\text{m}^3$  multiplicado por  $0,75 \text{ m}^3$  ( $\text{US}\$ 40/\text{m}^3 \times 0,75 \text{ m}^3 = 30$ ).



### La variabilidad de los costos y beneficios

Los costos y beneficios de manejo varían, principalmente, en función del precio de la madera en pie y del volumen de madera comercial en el bosque.

El valor promedio de madera en pie varía en función de la distancia entre el bosque y la industria maderera. En Paragominas, el derecho de la explotación de un bosque ubicado a 20 km del aserradero valía US\$ 300/ha. La explotación de este bosque de forma manejada produciría un ingreso líquido de US\$ 20/m<sup>3</sup> contra una ganancia de US\$ 14/m<sup>3</sup> en la explotación sin manejo. Por otro lado, para una distancia de 130 km, el derecho de explotación sería de US\$ 125/ha, lo que resultaría en una ganancia de explotación manejada de US\$ 12,8/m<sup>3</sup> contra US\$ 10/m<sup>3</sup> de la convencional.

El costo del manejo sería mayor para un bosque con bajo volumen de madera comercial. En el caso de un bosque con 20 m<sup>3</sup>/ha, este costo sería de US\$ 3,6/m<sup>3</sup> (US\$ 72 m<sup>3</sup> por ha/20 m<sup>3</sup> por ha). Considerando el valor del derecho de explotación de este bosque igual a US\$ 195/ha y si los costos de explotación por m<sup>3</sup> fueran similares al estimado en el estudio en Paragominas, la explotación manejada daría US\$ 8/m<sup>3</sup> *versus* US\$ 6/m<sup>3</sup> sin manejo.

**La conclusión mas importante es que la ganancia de la explotación manejada es mayor que la explotación comercial en diversas situaciones.**

### Los costos y beneficios del manejo a largo plazo

Los beneficios del manejo a largo plazo pueden ser estimados a través del valor presente del ingreso líquido de la explotación de madera con y sin manejo para la primera y segunda tala. Para eso, es necesario estimar el volumen y el número de años para una segunda tala. Estudios del IMAZON muestran a través de simulaciones, la estimación del ciclo de corte y el volumen disponible en la segunda tala con manejo y convencional.

El volumen de madera disponible en el futuro depende del número de árboles remanentes después de la explotación y de la tasa de mortalidad y crecimiento de estos árboles.

La reserva inicial con manejo sería mayor en virtud de una reducción en 30% de los daños a los árboles. Fueron considerados dos situacio-



nes en cuanto al crecimiento de los árboles: 0,3 cm/año (sin aplicación de tratamientos para aumentar el crecimiento) y 0,6 cm/año (con tratamientos). La tasa de mortalidad fue del 2% al año posterior a la explotación para ambas áreas (manejada y convencional).

Para una simulación económica, se consideró que los costos de la explotación y los precios de la madera serían similares a los practicados en el presente. También se asumió que el bosque sin manejo solamente sería explotado en el mismo año de la explotación con el manejo.

• **Volumen explotable en segunda tala:** En el escenario con manejo, sería posible acumular, en 30 años, un volumen de madera explotable próximo al obtenido en la primera tala: 40 m<sup>3</sup>/ha (con tratamientos silviculturales) y 35 m<sup>3</sup>/ha (sin tratamientos). El volumen obtenido en el escenario sin manejo (también 30 años), a su vez, sería apenas de 17 m<sup>3</sup>/ha. El aumento del 84% en el volumen en el manejo se debe a la reducción de desperdicios y daños, mientras que apenas el 16% se debe a los tratamientos silviculturales.

• **El valor líquido presente de la explotación** de dos cosechas de madera con manejo sería 40% mayor (alrededor de US\$ 500/ha) que lo de la explotación convencional (US\$ 365/ha).

## CONCLUSIÓN

Los beneficios económicos del manejo superan los costos. A corto plazo, tales beneficios son resultado del aumento de la productividad del trabajo y de la reducción de los desperdicios de madera. A largo plazo, el efecto de los beneficios de manejo (reducción de desperdicios de madera, mayor crecimiento de los árboles y reducción de daños a los árboles remanentes) resultaría en un ingreso líquido mayor, asumiendo que sin manejo el bosque no sería explotado a corto plazo.





# *Apéndices*



---



## APÊNDICE 1

### Listado de Especies Maderables

NOMBRE COMÚN <sup>37</sup>	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
<b>A</b>		
Abacaterana	<i>Aniba burchellii</i> Kosterm	LAURACEAE
Abiu Brabo/Guajará Mole	<i>Pouteria sagotiana</i> (Baill) Eyma	SAPOTACEAE
Abiu Folha Peluda / Balatarana	<i>Ecclinusa abbreviata</i> Ducke	SAPOTACEAE
Abiu Preto	<i>Pouteria Krukovii</i> (A.C. Smith) Baehni	SAPOTACEAE
Abiu Casca Grossa	<i>Planchonella pachycarpa</i> Pires (ined.)	SAPOTACEAE
Abiurana Cutiti	<i>Pouteria macrophylla</i> (A.DC) Eyma	SAPOTACEAE
Acapu	<i>Vouacapoua americana</i> Aublet	CAESALPINIACEAE
Acapurana da Terra Firme/ Tento/Tenteiro	<i>Batesia floribunda</i> Spr. & Benth	CAESALPINIACEAE
Acapurana/Acapu Pixuna	<i>Chamaecrista adiantifoli</i> (Benth)I. & B. var. <i>pteridophylla</i> (Sandw) I. & B.	CAESALPINIACEAE
Acariquara Branca/		
Quinarana Folha Verde	<i>Geissospermum vellozii</i> All.	APOCYNACEAE
Acariquara/Quariquara	<i>Minquartia guianensis</i> Aublet	OLACACEAE
Almirante/Pau roxo	<i>Peltogyne paradoxa</i> Ducke	CAESALPINIACEAE
Amapá Amargoso	<i>Brosimum amplicoma</i> Ducke	MORACEAE
Amapá Amargoso	<i>Brosimum guianense</i> (Aublet) Huber	MORACEAE
Amapá Amargoso	<i>Macoubea guianensis</i> Aublet	APOCYNACEAE
Amapá Amargoso Verdadeiro	<i>Parahancomia amapa</i> (Huber) Ducke	APOCYNACEAE
Amapá Doce/		
Amapá de Terra Firme/ Garrote	<i>Brosimum potabile</i> Ducke	MORACEAE
Amapai/Janita/Muirapiranga Branca	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg.	MORACEAE
Amaparana	<i>Thyrsodium paraense</i> Huber	ANACADIACEAE
Anani da Terra Firme/Bacuri Falso	<i>Moronobea coccinea</i> Aublet	GUTTIFERAE
Andira-uchi/ Uchirana/ Morcegueira	<i>Andira inermis</i> H.B.K.	FABACEAE
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aublet	MELIACEAE
Angélica do Pará/ Tapaiuna	<i>Dicorynia guianensis</i> Amsh.	CAESALPINIACEAE
Angelim	<i>Hymenobium sericeum</i> Ducke	FABACEAE
Angelim Branco /Angelim Pedra	<i>Hymenobium heterocarpum</i> Ducke	FABACEAE
Angelim da Mata/Angelim Pedra	<i>Hymenobium modestum</i> Ducke	FABACEAE
Angelim Folha Grande	<i>Hymenobium nitidum</i> Benth	FABACEAE
Angelim Pedra	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	FABACEAE
Angelim Pedra Verdadeiro / Angelim Vermelho	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	MIMOSACEAE

<sup>37</sup> Los nombres comunes aparecen en portugués como en el original, debido a la diversidad de opciones para denominar las especies en cada región.

Angelim Rajado Verdadeiro	<i>Pithecelobium racemosum</i> Ducke	MOMOSACEAE
Angelim/ Angelim da Mata/Angelim Aroeira	<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	FABACEAE
Angelim/Angelim Pedra / Angelim Rajado da Mata	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	FABACEAE
Angelim/Favinha Amarela	<i>Hymenolobium flavum</i> Ducke	FABACEAE
Angico	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Spig.	MIMOSACEAE
Anoera	<i>Licania macrophylla</i> Benth.	CRYSOBALANACEAE
Apazeiro	<i>Eperua falcata</i> Aublet	CAESALPINIACEAE
Arapari	<i>Macrolobium acaciaefolium</i> Benth	CAESALPINIACEAE
Araracanga / Araracanga Preta	<i>Aspidosperma Album</i> (Vall.) R. Ben. Ex. Pichon	APOCYNACEAE
Araracanga	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth ex. Muell. Arg.	APOCYNACEAE
Araracanga Amarela	<i>Aspidosperma megalocarpum</i> Muell. Arg.	APOCYNACEAE
Araracanga Branca	<i>Aspidosperma sandwithianum</i> Mgf.	APOCYNACEAE
Arariba Rajado/Pau Rainha	<i>Centrolobium paraense</i> Tul.	FABACEAE
Aroeira	<i>Astronium urundeuva</i> (Fr. All.) Engl.	ANACARDIACEAE
Aroeira / Muiracatiara / Guarita	<i>Astronium gracile</i> Engler	ANACARDIACEAE
Axixá/Tacacazeiro/Capoteiro	<i>Sterculia speciosa</i> K. Schum	STERCULIACEAE

## B

Breu Grande	<i>Protium Apiculatum</i> Swartz	BURSERACEAE
Breu Manga	<i>Protium guacayanum</i> Cuatric	BURSERACEAE
Breu Sucuruba	<i>Trattinickia rhoifolia</i> Willd.	BURSERACEAE
Breu / Amescla / Breu Sucuruba Branco	<i>Trattinickia burseraefolia</i> Mart.	BURSERACEAE
Buiuçu/Buiussu	<i>Ormosia coutinhoi</i> Ducke	FABACEAE
Burra Leiteira	<i>Ficus pulchella</i> Schott	MORACEAE

## C

Cachinguba/Gameleiro	<i>Pradosia praealta</i> Ducke	SAPOTACEAE
Caju-açu, Cajuí	<i>Anacardium giganteum</i> Hanc. Ex Engl.	ANACARDIACEAE
Casca Doce	<i>Pradosia praealta</i> Ducke	SAPOTACEAE
Castanha de Arara/Munguba Grande	<i>Joannesia heveoides</i> Ducke	EUPHORBIACEAE
Castanha de Macaco/Macacarecuia	<i>Couroupita guianensis</i> Aublet	LECYTHIDACEAE
Castanha Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess. Subdsp. Usitata (Miers) Mori & Prance	LECYTHIDACEAE
Caxinguba	<i>Ficus anthelmintica</i> Mart.	MORACEAE
Caxinguba	<i>Ficus insipida</i> Willdenow var. insipida	MORACEAE
Caxiguba	<i>Ficus maxima</i> P. Miller	MORACEAE
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	MELIACEAE
Cedro - Branco	<i>Cedrela huberi</i> Ducke	MELIACEAE

Cedro-Rana/Tomillo	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	MELIACEAE
Cerejeira/Imburana	<i>Torresia acreana</i> Ducke	FABACEAE
Copaíba	<i>Capifera reticulata</i> Ducke	CAESALPINIACEAE
Copaíba/Copaíba Mari-Mari	<i>Copaifera duckei</i> Dwyer	CAESALPINIACEAE
Copaibarana	<i>Copaifera martii</i> Hayne	CAESALPINIACEAE
Coração de Negro	<i>Swartzia corrugata</i> Benth	CAESALPINIACEAE
Corripixá	<i>Micropholis melinoniana</i> Pierre	SAPOTACEAE
Cuiarana/Tanimbuca	<i>Terminalia guianensis</i> Eichl.	COMBRETACEAE
Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i> Willd.	FABACEAE
Cumaru	<i>Dipteryx polyphylla</i> Huber	FABACEAE
Cumaru de Cheiro	<i>Dipteryx intermedia</i> Ducke	FABACEAE
Cumaru Ferro	<i>Dipteryx ferrea</i> Ducke	FABACEAE
Cumaru Rosa	<i>Dipteryx magnifica</i> Ducke	FABACEAE
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aublet	CELASTRACEAE

## E

Envira Amarela	<i>Xylopia benthami</i> R.E.Fries	ANNONACEAE
Envira Branca/Envira Cana	<i>Xylopia nitida</i> Dun.	ANNONACEAE
Envira Preta	<i>Diclinanona calycina</i> (Diels) R. E. Fries	ANNONACEAE
Envira Preta	<i>Guatteria poppigiana</i> Mart.	ANNONACEAE
Envira Preta	<i>Guatteria procera</i> R.E.Fries	ANNONACEAE
Envira Preta	<i>Onychopetalum amazonicum</i> R.E.Fries	ANNONACEAE
Envira Preta Folha Grande	<i>Guatteria livaceae</i> R.E.Fries	ANNONACEAE
Envira Preta-Cheirosa	<i>Guatteria chrysopetala</i> (Stend) Miq.	ANNONACEAE
Escorrega-Macaco/Pau Mulato	<i>Capirona huberiana</i> Ducke	RUBIACEAE

## F

Faveira/Louro Faia	<i>Panopsis sessilifolia</i> (Rich.) Sandw.	PROTEACEAE
Fava Amargosa/Angelim amargoso	<i>Vataireopsis speciosa</i> Ducke	FABACEAE
Fava Amargosa/Faveira Amargosa	<i>Vatairea paraensis</i> Ducke	FABACEAE
Fava Ataná/Core Grande/Angelim Côco	<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	MIMOSACEAE
Fava Bolacha/Faveira Tamboril	<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	MIMOSACEAE
Fava Bolacha/Impingeira	<i>Vatairea guianensis</i> Aublet	FABACEAE
Fava Bolota/Visgheiro	<i>Parkia pendula</i> Benth ex. Walp.	MIMOSACEAE
Fava Orelha de Negro/Fava de Rosca	<i>Enterolobium schomburgkii</i> Benth	MIMOSACEAE
Fava-Arara-Tucupi	<i>Parkia multijuga</i> Benth	MIMOSACEAE
Faveira 1	<i>Parkia nitida</i> Miq.	MIMOSACEAE
Freijó	<i>Cordia sagoti</i> L.M. Johnston.	BORAGINACEAE
Freijó Branco	<i>Cordia bicolor</i> D.C.	BORAGINACEAE
Freijó Branco/Chapéu de Sol	<i>Cordia Exaltata</i> Lam.	BORAGINACEAE

Freijó/Freijorana	<i>Cordia scabrifoia</i> A.DC.	BORAGINACEAE
Freijó/Frei Jorge/Freijó-Cinza	<i>Cordia goeldiana</i> Huber	BORAGINACEAE
Frutão	<i>Eglerodendron parryi</i> (Ducke) Baehni	SAPOTACEAE
Fura-Fura	<i>Clarisia ilicifolia</i> (Spreng.) W. Burger	MORACEAE

## G

Glicia/Pau Doce/Mirindiba-Doce	<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	EUPHORBIACEAE
Gombeira/Coração de Negro	<i>Swartzia grandifolia</i> Benth	CAESALPINIACEAE
Guajará	<i>Neoxythece robusta</i> (M. & Eichl.) Aubr. & Pell.	SAPOTACEAE
Guajará Bolacha	<i>Syzygopsis oppositifolia</i> Ducke	SAPOTACEAE
Guajará Mole	<i>Franchetella samgotiana</i> (Baill) Eyma	SAPOTACEAE
Guajará Pedra	<i>Neoxythece elegana</i> (A. DC.) Aubret	SAPOTACEAE
Guajará/Abiurana Branca	<i>Pouteria guianensis</i> Aublet	SAPOTACEAE
Guariuba/Oiticica Amarela	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz e Pav.	MORACEAE

## I

Imbauarana Bengué	<i>Pourouma guianensis</i> Aublet	CECROPIACEAE
Ingá-Xixi-Vermelh/Ingá Pretinho	<i>Ingá heterophylla</i> Willd.	MIMOSACEAE
Ipê Roxo/Pau D'arco Roxo	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. Ex DC.) Standl.	BIGNONIACEAE
Ipê/Pau D'arco	<i>Tabebuia insignis</i> (Miq.) Sandw.	BIGNONIACEAE
Iperana	<i>Macrolobium bifolium</i> (Aublet) Pers.	CAESALPINIACEAE
Itaúba/Itaúba Abacate	<i>Mezilaurus lindaviana</i> Schw. & Mez.	LAURACEAE
Itaúba Amarela/Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taubert ex Mez.	LAURACEAE

## J

Jacarandá do Pará	<i>Dalbergia spruceana</i> Benth	FABACEAE
Jacareúba/Granandi/Cedro do Pantanal	<i>Caophyllum brasiliense</i> Camb.	GUTTIFERAE
Jarana	<i>Lecythis latifolium</i> I.A.C. Smith Rich	LECYTHIDACEAE
Jarana	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) Mori	LECYTHIDACEAE
Jatereu/Matá-matá Vermelho	<i>Lecythis icatimon</i> Aublet	LECYTHIDACEAE
Jatobá/Jutaí-Açú/Jutaí-Grande	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	CAESALPINIACEAE
Jutaí da Várzea	<i>Hymenaea oblongfolia</i> Huber	CAESALPINIACEAE
Jutaí-Cica/Muirapixuna	<i>Martiodendron elatum</i> (Ducke) Gleason	CAESALPINIACEAE
Jutaí-Mirim/Jutaí Peluda/Jatobá	<i>Hymenaea palustris</i> Ducke	CAESALPINIACEAE
Jutaí-Mirim/Jatobá/Jutaí Vermelho	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	CAESALPINIACEAE
Jutaí-Pororoca/Pororoqueira	<i>Dialium guianensis</i> (Aublet.) Sandwith	CAESALPINIACEAE

## L

Louro	<i>Nectandra pichurim</i> Mez.	LAURACEAE
Louro	<i>Ocotea glomerata</i> (Ness) Mez.	LAURACEAE

Louro Abacaterana	<i>Ocotea costulata</i> (Nees) Mez.	LAURACEAE
Louro Amarelo/Louro/Falsa Preciosa	<i>Licaria rigida</i> Kosterm	LAURACEAE
Louro Branco/Louro Prata	<i>Ocotea guianensis</i> Aublet	LAURACEAE
Louro Canela	<i>Ocotea fragrantissima</i> Ducke	LAURACEAE
Louro Cheiroso	<i>Aniba paraense</i> Mez.	LAURACEAE
Louro Faia	<i>Adenostephanus guianensis</i> Meissan	PROTEACEAE
Louro Faia	<i>Euplassa pinnata</i> (Lam.) Johnston	PROTEACEAE
Louro Faia/Louro Pimenta	<i>Ocotea canaliculata</i> Mez.	LAURACEAE
Louro Inamuí	<i>Ocotea cymbarum</i> H.B.K.	LAURACEAE
Louro Pimenta	<i>Licaria ameniaca</i> (Ness) Kost.	LAURACEAE
Louro Preto	<i>Licaria camnella</i> (Meissn.) Kosterm	LAURACEAE
Louro Preto	<i>Ocotea baturitensis</i> Vattimo	LAURACEAE
Louro Preto	<i>Ocotea caudata</i> Mez.	LAURACEAE
Louro Preto Casca Vermelha	<i>Ocotea petalantha</i> (Meiss) Mez	LAURACEAE
Louro Rosa	<i>Aniba Parviflora</i> Mez.	LAURACEAE
Louro Roxo	<i>Licaria brasiliensis</i> (Ness) Kost.	LAURACEAE
Louro Tamanco/Louro Bosta	<i>Nectandra cuspidata</i> Ness	LAURACEAE
Louro-Vemelho/Louro Gamela	<i>Ocotea rubra</i> Mez.	LAURACEAE

## M

Macacauba	<i>Platymiscium filipes</i> Benth	FABACEAE
Macacauba	<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth	FABACEAE
Macacauba	<i>Platymiscium ulei</i> Harms	FABACEAE
Maçaranduba da Folha Grande	<i>Manilkara inundata</i> Ducke	SAPOTACEAE
Maçaranduba Verdadeira/Maparajuba	<i>Manilkara huberi</i> Standley	SAPOTACEAE
Maçaranduba/Balateira	<i>Manilkara bidentata</i> D.C. Chev.	SAPOTACEAE
Maçaranduba/Maparajuba	<i>Manilkara amazonica</i> (Huber) Standley	SAPOTACEAE
Maçaranbubinha	<i>Manilkara paraensis</i>	SAPOTACEAE
Mandioqueira	<i>Qualea cf. lancifolia</i> Ducke	VOCHYSIACEAE
Mandioqueira Azul	<i>Qualea coerulea</i> Ducke	VOCHYSIACEAE
Mandioqueira da Várzea	<i>Qualea acuminata</i> Spruce	VOCHYSIACEAE
Mandioqueira Escamosa	<i>Qualea paraensis</i> Ducke	VOCHYSIACEAE
Mandioqueira Lisa	<i>Qualea albiflora</i> Warm.	VOCHYSIACEAE
Mangabarana Folha Miúda	<i>Dipollon venezuelana</i> Aubret	SAPOTACEAE
Mangirana/Mangueirana	<i>Tovomita brevistaminea</i> (Mart.) Walp.	GUTTIFERAE
Marindiba	<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	COMBRETACEAE
Marinheiro/Jataúba	<i>Guarea trichiloides</i> L.	MELIACEAE
Marupá/Tamanqueira/Paraíba/Gaxeta	<i>Simaruba amara</i> Aublet	SIMARUBACEAE
Mata-Calado	<i>Lacistema aggregatum</i> (Berg.) Rusby	LACISTEMACEAE
Matá-matá Preto	<i>Eschweilera blanchetiana</i> (Berg) Miers	LECYTHIDACEAE

Matá-matá Preto	<i>Eschweilera odorata</i> (Poepp) Miers	LECYTHIDACEAE
Matá-matá Preto/Matá-matá Liso	<i>Eschweilera pedicellata</i> (Richard) Mori.	LECYTHIDACEAE
Melancieira	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	FABACEAE
Mogno/Aguano/Araputanga	<i>Swietenia macrophylla</i> king.	MELIACEAE
Muiráuba	<i>Mouriria brevipes</i> Hook	MELASTOMATACEAE
Muiracatiara/Aroeira	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	ANARCADIACEAE
Muirajibóia-Amarela	<i>Swartzia recurva</i> Poepp	CAESALPINIACEAE
Muirajuba	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Mac. Br.	CAESALPINIACEAE
Muirajuba/Muirataua /Amarelão	<i>Apuleia molaris</i> Spruce et. Benth	CAESALPINIACEAE
Muirapiranga	<i>Eperua shomburgkiana</i> Benth.	CAESALPINIACEAE
Muirapiranga/Mururé	<i>Brosimum acutifolium</i> Huber	MORACEAE
Muirapixuna/Coração de Negro	<i>Cassia scleroxylon</i> (Ducke) C. C. Berg.	CAESALPINIACEAE
Muiratinga – Folha – Fina/ Capinuri/Rapé de Índio	<i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) C.C. Berg	MORACEAE
Muiratinga – Folha - miúda	<i>Maquira guianensis</i> (Aublet) Hub	MORACEAE
Muiratinga/ Capinuri/Muiratinga da Várzea	<i>Maquira coriaceae</i> C.C. Berg	MORACEAE
Muiráuba	<i>Mouriria plasschaerti</i> Pulle.	MELASTOMATACEAE
Muiráuba-Amarela	<i>Mouriria collocarpa</i> Ducke	MELASTOMATACEAE
Muiraximbé/Cumarú	<i>Emmotum fagifolium</i> Desv. Ex. Hamilt.	ICACINACEAE
Murupita/Burra Leiteira	<i>Sapium mammieri</i> Huber R.	EUPHORBIACEAE
Mururé	<i>Brosimum obovata</i> L.	MORACEAE
Mururé	<i>Trymatococcus amazonicus</i> P. & E.	MORACEAE

## P

Pará-Pará/Caroba	<i>Jacaranda copaia</i> (Aublet) D. Don	BIGNONIACEAE
Paricá Grande/Pinho Cuiabano	<i>Shizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke	CAESALPINIACEAE
Pau Amarelo	<i>Euxylophora paraensis</i> Huber	RUTACEAE
Pau Branco	<i>Auxemma oncocalyx</i> (F. Allem) Taub.	BORAGINACEAE
Pau Branco	<i>Drypetes amazonica</i> Steyem	EUPHORBIACEAE
Pau Branco	<i>Raputia paraenses</i> Ducke	RUTACEAE
Pau Branco/Maparana	<i>Drypetes variabilis</i> Vitt.	EUPHORBIACEAE
Pau D'arco Amarelo/Ipê Amarelo	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nicholes	BIGNONIACEAE
Pau de Bicho	<i>Tapura amazonica</i> Poepp. Et Engl.	DICHAPETALACEAE
Pau Ferro/Pau Santo	<i>Zollemia paraensis</i> Huber	CAESALPINIACEAE
Pau Preto/Maxirimbé	<i>Cenostigma tocantinum</i> Ducke	CAESALPINIACEAE
Pau Rainha/Muirapiranga/Amapá	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	MORACEAE
Pau Rosa/Louro Rosa Verdadeiro	<i>Aniba rosaeodora</i> Ducke	LAURACEAE
Pau Roxo	<i>Peltogyne lecointei</i> Ducke	CAESALPINIACEAE
Pau Vermelho	<i>Chaunochiton Kappleri</i> (Sag. ex Engl.) Ducke	OLACACEAE

Pau-Jacaré / Piriquiteira / Apijó/Pirarucu	<i>Laetia procera</i> (P. et E.) Eichl.	FLACOURTIACEAE
Piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aublet) Pers.	CARYOCARACEAE
Piquiarana	<i>Caryocar glabrum</i> (Aublet) Pers.	CARYOCARACEAE
Piquiarana	<i>Caryocar microcarpum</i> Ducke	CARYOCARACEAE
Pitaica	<i>Swartzia acuminata</i> Willd.	MIMOSACEAE
Pracuúba	<i>Mora paraensis</i> Ducke	CAESALPINIACEAE
Pracuúba da Terra Firme /Cachuá	<i>Trichillia Lecoitei</i> Ducke	MELIACEAE

## Q

Quaruba	<i>Vochysia maxima</i> Ducke	VOCHYSIACEAE
Quaruba	<i>Vochysia obscura</i> Wam.	VOCHYSIACEAE
Quaruba Cedro da Terra Firme	<i>Vochysia inundata</i> Ducke	VOCHYSIACEAE
Quaruba Vermelha	<i>Vochysia vismiaefolia</i> Spruce ex Wam.	VOCHYSIACEAE
Quaruba-Rosa	<i>Vochysia surinamensis</i> Staf.	VOCHYSIACEAE
Quarubarana/Japura	<i>Erismalanceolatum</i> Staf.	VOCHYSIACEAE
Quarubarana/Quaruba Vermelha	<i>Erismalanceolatum</i> Wam.	VOCHYSIACEAE

## S

Saboeiro	<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton Phillip var. <i>jupunba</i>	MIMOSACEAE
Saboeiro Amarelo	<i>Pithecolobium decandium</i> Ducke	MIMOSACEAE
Sapucaia	<i>Lecythis paraensis</i> Ducke	LECYTHIDACEAE
Seringa Itaúba	<i>Hevea guaianensis</i> Aublet	EUPHORBIACEAE
Seringarana	<i>Micrandra elata</i> Benth	EUPHORBIACEAE
Sorva	<i>Couma guianensis</i> Aublet	APOCYNACEAE
Sorva	<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	APOCYNACEAE
Sucupira Amarela / Sapupira / Sucupira Escamosa	<i>Bowdichia nitida</i> Spruce ex Benth	FABACEAE
Sucupira da Várzea	<i>Diploptropis martiusii</i> Benth	FABACEAE
Sucupira Preta	<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K.	FABACEAE
Sucupira Preta	<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amsh.	FABACEAE
Sumaúma	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	BOMBACACEAE

## T

Tacacazeiro/Achichá	<i>Sterculia pilosa</i> Ducke	STERCULACEAE
Tachi	<i>Sclerolobium goeldianum</i> Huber	CAESALPINIACEAE
Tachi Branco/Tachi Preto sem Formiga	<i>Tachigalia alba</i> Ducke	CAESALPINIACEAE
Tachi Branco/Tachi Branco da Terra	<i>Sclerolobium paraense</i> Huber	CAESALPINIACEAE
Tachi Pitomba/Tachi Folha Dourada	<i>Sclerolobium chrysophyllum</i> Poepp. & Endl.	CAESALPINIACEAE
Tachi Preto	<i>Tachigalia paniculata</i> Aublet	CAESALPINIACEAE

Taichi Preto Folha Granden / Tachi Pitomba	<i>Tachigalia myrmecophilla</i> Ducke	CAESALPINIACEAE
Tachi Vermelho	<i>Sclerobium melanocarpum</i> Ducke	CAESALPINIACEAE
Tachi-Branco	<i>Sclerobium guianensis</i> Benth	MIMOSACEAE
Tachi/Carvoeiro	<i>Sclerobium paniculatum</i> P. et Endl.	CAESALPINIACEAE
Tamanqueira 2	<i>Zanthoxylum regneliana</i> Engl.	RUTACEAE
Tamaquaré	<i>Caraipa richardiana</i> Camb.	GUTTIFERAE
Tanimbuca	<i>Buchenavia capitata</i> Eichl	COMBRETACEAE
Tanimbuca Alta	<i>Terminalia argentea</i> C. Martins	COMBRETACEAE
Tanimbuca Amarela/Carara	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	COMBRETACEAE
Tatajuba/Bagaceira	<i>Bagassa guianensis</i> Aublet	MORACEAE
Tauari	<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke et. Kunth.	LECYTHIDACEAE
Tauari	<i>Couratari stellata</i> A. C. Smith	LECYTHIDACEAE
Tauari Folha Grande	<i>Couratari guianensis</i> Aublet	LECYTHIDACEAE
Tauari Folha Miúda	<i>Couratari multiflora</i> (Smith) Eyma	LECYTHIDACEAE
Tento	<i>Ormosia micrantha</i> Ducke	FABACEAE
Tento	<i>Ormosia paraensis</i> Ducke	FABACEAE
Tento Grande	<i>Ormosia nobilis</i> Tul.	FABACEAE
Tento Preto	<i>Ormosia flava</i> Ducke	FABACEAE
Timborana/Fava Folha Fina	<i>Newtonia suaveolens</i> (Miq.) Brenan	MIMOSACEAE
Timborana/Fava Folha Graúda	<i>Newtonia psilostochya</i>	

## U

---

Uchi Loiro/Uchi	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatr.	HUMIRIACEAE
Uchirana/Paruru	<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	HUMIRIACEAE
Ucuúba	<i>Virola cuspidata</i> Warb.	MYRISTICACEAE
Ucuúba Branca / Ucuúba da Várzea	<i>Virola surinamensis</i> (Rol. Werb.	MYRISTICACEAE
Ucuúba da Terra Firme /Ucuúba Preta	<i>Virola michelii</i> Hechell	MYRISTICACEAE
Ucuúbão	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A. DC.) Warb.	MYRISTICACEAE
Ucuubarana	<i>Iryanthera sagotiana</i> (Benth.) Warb.	MYRISTICACEAE
Ucuubarana	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	MYRISTICACEAE
Ucuubarana	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	MYRISTICACEAE
Uxirana	<i>Sacoglottis amazonica</i> Benth	HUMIRIACEAE
Uxirana	<i>Sacoglottis ceratocarpa</i> Ducke	HUMIRIACEAE
Uxirana/Achuá/Paruru	<i>Sacoglottis guianensis</i> Beth	HUMIRIACEAE

## X

---

Xixá/Axixá	<i>Sterculia chicha</i> St. Hil.	SPTERCULIACEAE
------------	----------------------------------	----------------

## APÉNDICE 2

### Impactos de la Explotación de Madera Sobre las Principales Especies Explotadas

Se pueden enumerar tres principales impactos de la actividad maderera sobre las especies explotadas en la Amazonía:

1. Eliminación de los individuos de gran porte, los cuales son importantes para la producción de semillas.
2. Daños a los individuos jóvenes durante la explotación, causando perjuicios a la reserva de remanentes y, de esta manera, reducir la población de ciertas especies.
3. La apertura del dosel crea condiciones para la entrada del fuego en el bosque, comprometiendo las especies menos resistentes al fuego.

De esta manera es importante, para el buen manejo del bosque, conocer cuales son las especies maderables que pueden estar sufriendo reducción poblacional debido a la actividad maderera. Para contestar esta cuestión, un estudio del IMAZON (Adriana Martini, Nelson Rosa y Chirstopher Uhl, 1993) levantó las características biológicas de 305 especies maderables de un total de 350 explotadas en la región. Las características cruciales para su supervivencia frente a los impactos de la explotación maderera son:

1. Capacidad de dispersar las semillas a largas distancias.
2. Gran cantidad de individuos jóvenes en la regeneración, principalmente en claros.
3. Crecimiento rápido.
4. Capacidad de retoñar cuando son dañados por la explotación.
5. Corteza de espesor grueso, apta para resistir al fuego.
6. Presencia en toda la Amazonía.
7. Densidad poblacional alta.
8. Presión de explotación.

Se utilizó un sistema de puntajes para estas características, en el cual fueron atribuidos tres puntos para aquellas especies de árboles más capaces de soportar los impactos de la explotación maderera; un punto para las especies mas vulnerables; y dos puntos para las clasificadas como intermedias.

La suma de los puntos de las ocho características de cada especie revela el grado de susceptibilidad de las mismas a los impactos de la



explotación. Las especies con menor puntaje poseen características mucho más desfavorables y, por tanto, potencialmente amenazadas por los impactos de la explotación. Por otro lado, mientras mayor sea el número, mejores serán las posibilidades de la especie para mantener su población frente a la actividad maderera. De las 305 especies evaluadas por el estudio, 41 son potencialmente amenazadas por la explotación (13%) (Tabla 1).

El “pau amarelo” es un ejemplo de especie potencialmente amenazada por la explotación, ya que reúne muchas características desfavorables a la supervivencia. Sus semillas son dispersas generalmente en un radio de apenas 100 metros; cuando sufre daños o corte, tiene dificultad de germinar y sus plántulas y árboles jóvenes son difícilmente encontrados en la regeneración natural del bosque. Adicionalmente, ocurre principalmente en la Amazonía Oriental (de Brasil), donde la extracción maderera es cada vez más intensiva. Finalmente, es una especie con poca capacidad de aprovechar la apertura del dosel causada por la actividad maderera.

#### **Recomendaciones para el manejo forestal:**

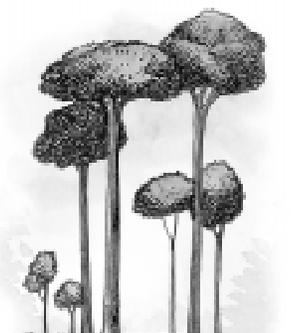
- Controlar la retirada de maderas de las especies clasificadas como potencialmente amenazadas, hasta que existan datos suficientes para su monitoreo o que se aleje del peligro de impactos negativos sobre sus poblaciones.
- Delimitar áreas de protección para mantener las poblaciones de las especies madereras.
- En caso de que se confirme que ya están ocurriendo pérdidas en la diversidad genética, es urgente comenzar a pensar en la creación de un banco de germoplasma de individuos seleccionados de estas especies, con el fin de asegurar la preservación de las características que les dan valor comercial.



**Tabla 1.** Listado de especies potencialmente amenazadas por la explotación maderera en la Amazonía (en orden alfabético).

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Acapu	<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.
Acapurana/Acapu pixuna/Coração de negro	<i>Chamaecrista adiantifolia</i> (Benth.)
Acapurana T. F./Tento/Tenteiro	<i>Batesia floribunda</i> Spr. et Benth.
Acariquara/Quariquara	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.
Achua pequeno/Umiri	<i>Humiriastrum execelsum</i> Ducke
Almirante/Pau roxo/Guarabu	<i>Peltogyne paradoxa</i> Ducke
Amapa amargoso	<i>Brosimum amplicoma</i> Ducke
Amapa doce/Amaparama/Sande	<i>Brosimum parinarioides</i> Duke
Angelim rajado verdadeiro	<i>Pithecellobium racemosum</i> Duke
ApuchiQUI/MapuchiQUI	<i>Pithecellobium pedicellare</i> (D.C.) Benth.
Araracanga	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth.
Araracanga	<i>Aspidosperma album</i> Jacq.
Araracanga branca	<i>Aspidosperma sadwithianum</i> Mgf.
Arariba rajado/Paurainha	<i>Centrolobium paraense</i> Tul.
Cerejeira/Imburana	<i>Torresia acreana</i> Ducke
Copaíba	<i>Copaifera reticulata</i> Ducke
<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Cumarú	<i>Dipteyx magnifica</i> Ducke
Curitibá Grande	<i>Richardella macrocarpa</i> (Hub.) Aubl.
Fava bolota/Visgueiro	<i>Parkia pendula</i> Benth.
Frutão/Pariri	<i>Pouteria pariry</i> (Ducke) Baehni
Gombeira/Coração de negro	<i>Swartzia grandifolia</i> Benth.
Jacareuba/Ganandi/Cendro do pant	<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.
Jutá-cica/Muirapixuna	<i>Martiodendron elatum</i> (Duke) Gleason
Louro Aritu	<i>Licaria aritu</i> Duke
Louro fava	<i>Euplassa pinnata</i> (Lam.) Johnston
Louro preto	<i>Licaria cannella</i> (Meissn.) Kosterm
Louro vermelho/Louro gamela	<i>Ocotea rubra</i> Mez.
Mandioqueira azul	<i>Qualea coerulea</i> Duke
Maúma	<i>Clinostemon Mahuba</i> (A. Samp.) Kihalm.
Mogno/Aquano/Araputanga	<i>Swietenia macrophylla</i> King.
Muirapixuna/Coração de negro	<i>Cassia scleroxylon</i> Ducke
Parkia velutinia/Esponjeira	<i>Parkia velutinia</i> R. Benoist
Pau amarelo	<i>Euxylophora paraensis</i> Huber
Pau de bicho	<i>Tapura singularis</i> Ducke

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Pau rainha/Muirapiranga/Amapa	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.
Roxinho	<i>Peltogyne maranhensis</i> Hub. & Ducke
Sucupira da várzea	<i>Diploptropis martiusii</i> Bth.
Tanimbuca amarela/Carara	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke
Ucumbarana	<i>Irganthera grandis</i> Ducke
Uxirana	<i>Sacoglottis amazonica</i> Benth.



# *Referencia Bibliográfica*





- Alencar, J. C., Araújo, V. C., 1980. Comportamento de espécies florestais amazônicas quanto a luminosidade, *Acta Amazônica* 10 (3): 435 – 444.
- Andrew, D.J. 1985. Selective Logging and Wildlife Conservation in Tropical Rainforest: Problems and Recommendations, *Biological Conservation*, 31:355-375.
- Andrew, D.J. 1986. Effects of Habitat Disturbance on Rain Forest Wildlife in Brazilian Amazonia, Final Report, Wildlife Fund U.S. Washington, 106 p.
- Barreto, P. Uhl, C. & Yared, J., 1993. O potencial de produção sustentável de madeira em Paragominas-PA, Amazônia Oriental: considerações ecológicas e econômicas. En: Congresso Florestal Brasileiro, 7, 1993. Anais, São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1993, vol. 1, p. 387 – 392.
- Barreto, P., Amaral, P., Vidal, E., & Uhl, C., en impresión. Custos e beneficios do manejo florestal para produção de madeira na Amazônia Oriental, *Série Amazônia*, IMAZON, Belém.
- Barros, A.C. & Veríssimo, A. (Editores). 1996. A Expansão da Atividade Madeireira na Amazônia: Impactos e Perspectivas para o Desenvolvimento do Setor Florestal no Pará, IMAZON, Belém, 168 p.
- Brasil, Departamento Nacional de Produção Mineral, 1980. Projeto Radambrasil – Programa de Integração Nacional, Rio de Janeiro, Vols. 3-20.
- Carvalho, J.O.P., 1981. Anelagem de árvores indesejáveis em floresta tropical densa da Amazônia, EMBRAPA/CPATU, Boletim de Pesquisa, Belém, vol. 22, 11 p.
- Claussi, A., Marmillod, D., Jürgen, B., 1992. Descripción Silvicultural de las Plantaciones Forestales de Jenaro Herrera, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos, Peru, 334 p.
- Daly, D. C., Prance, G.T., 1989. Brazilian Amazon, Florestic Inventory of Tropical Countries. David G. Campbell & David Hammamond. The New York Botanical Garden, 402 – 424.
- Dykstra, D.P. & Heinrich, R., 1996. FAO Model Code of Forest Harvesting Practice, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 77 p.



- Erhard D., 1995. Guia Práctica y Teórica para el Diseño de un Inventario Forestal de Reconocimiento, Santa Cruz, Bolivia.
- Forest Products Accident Prevention Association, 1992. The Cutting Edge, North Bay, Ontario, 106 p.
- Frunhof, P. C., 1995. Conserving Wildlife in Tropical Forests Managed for Timber, *Bioscience*, 45:456-464.
- Graaf, N.R. de, 1986. A Silvicultural System for Natural Regeneration of Tropical Rainforest in Suriname, Wageningen Agricultural University, Wageningen, 247 p.
- Holdsworth, A. R. & Uhl, C., 1997. Fire in Amazonian Selectively-logged Rain Forest and the Potential for Fire Reduction, *Ecological Application*, 7(2):713-725.
- Howard, A.F. & Valério, J., 1996. Financial Returns from Sustainable Forest Management and Selected Agricultural Land Use in Costa Rica, *Forest Ecology and Management*, 81:35-49.
- IBAMA, 1995. Conhecimento Científico para a Gestão Ambiental: Amazônia, Cerrado e Pantanal. Tomo II, Legislação e Meio Antrópico, Brasília, 317.
- IBGE, 1992. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Série Manuais técnicos em Geociências N1, Rio de Janeiro, 89 p.
- INPA/DFID, 1997. Projeto Bionte. Relatório Final, Manaus, 345 p.
- Institute of Tropical Forestry, 1987. Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technologies. En: Colón, F.J.C., Wadsworth F. H., Branham, S. (eds.), Rio Piedras, Puerto Rico, 449 p.
- Johns, J., Barreto, P. & Uhl, C., en impresión. Impactos ecológicos da exploração tradicional e manejada e as implicações para o manejo florestal na Amazônia Oriental. *Série Amazônia*. IMAZON, Belém.
- Kao, C., Yang, Y.C., 1991. Measuring the Efficiency of Forest Management, *Forest Science*, Vol.37, No.5, 1239-1252.
- Lamprecht, H., 1990. Silvicultura nos Trópicos: Ecossistemas Florestais e Respectivas Espécies Arbóreas – Possibilidades e Métodos de Aproveitamento Sustentado [Trad. De Guilherme de Almeida – Sedas e Gilberto Calcagnotto], Dt. Ges. Für Techn. Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, 332 p.



- Martini, A., Rosa, N. & Uhl, C., 1993. Espécies Madeireiras: Primeira Tentativa de Avaliar a Resistência aos Impactos da Exploração, *Ciencia Hoje*, 16(93):11-13.
- O'Brien, P.M.J., O'Brien, C.M., 1995. Ecologia e Modelamento de Florestas Tropicais, FCAP, Belém, 400 p.
- Silva, J.N.M., 1996. Manejo Florestal. EMBRAPA, Belém, 46 p.
- Silva, J.N.M., Carvalho, J.O.P. de, Lopes, J. do C. A., Almeida, B. F. de, Costa, D. H. M., Oliveira, L.C. de, Vanclay, J. K., Skovsgaard, J. P., 1994. Growth and Yield of a Tropical Rain in the Brazilian Amazon 13 Years After Logging, *Forest Ecology and Management*. 71 (1995)267-274.
- Smith, D., 1986. The Practice of Silviculture, John Wiley & Sons, New York, 517 p.
- Souza Junior, C., Veríssimo, A., Stone, S. & Uhl, C. 1997. Zoneamento da atividade madeireira na Amazônia: um estudo de caso para o Estado do Pará, *Série amazônica*, no.8, IMAZON, Belém, 26 p.
- SUDAM, 1977. Exploração Mecanizada de Floresta em Terra Firme. (Elaborado por técnicos do PRODEPEF, SUDAM e IBDF, com colaboración del PNUD/FAO), Belém.
- Vanclay, J.K., 1995. Growth Models for Tropical Forests: A Synthesis of Models and Methods, *Forest Science*, Vol. 41, no.1, 7-42.
- Ventura, V.J. & Rambeci, A. M., 1996. Legislação federal sobre o meio ambiente. 2a. Edición, Taubaté, São Paulo.
- Vidal, E., Barreto, P., Johns, J. & Uhl, C., En impresión. Manejo de cipós em áreas de exploração madeireira na Amazônia Oriental, *Série Amazônica*, IMAZON, Belém.
- Wenger, K.F., 1984. Forestry Handbook, Second Edition, Society of American Foresters, Washington, D.C., 1319 p.



Todos los derechos reservados

Para mayor información

**IMAZON** (Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia)

Rodovia do Coqueiro - Conj. Resid. Pau D'Arco - Casa 22

67113-000 - Ananindeua, PA.

Teléfono: (091) 235 4214

Fax: (091)235 0122

Correo-e: [cuhl@ufpa.br](mailto:cuhl@ufpa.br)

[phca@ufpa.br](mailto:phca@ufpa.br)

**WWF** (Fundo Mundial para a Natureza, Brasil)

SHIS EQ 06/08

Conjunto E - 2o. Andar

71620-430 - Brasília, DF

Teléfono: (061) 248 2899

Fax: (061)346 3057

<http://www.wwf.org.br>

**Fondo Mundial para la Naturaleza**

WWF Oficina del Programa Colombia

Carrera 35 No. 4A-25 San Fernando

Cali, Colombia

Teléfono: + 57 (2) 558 2577

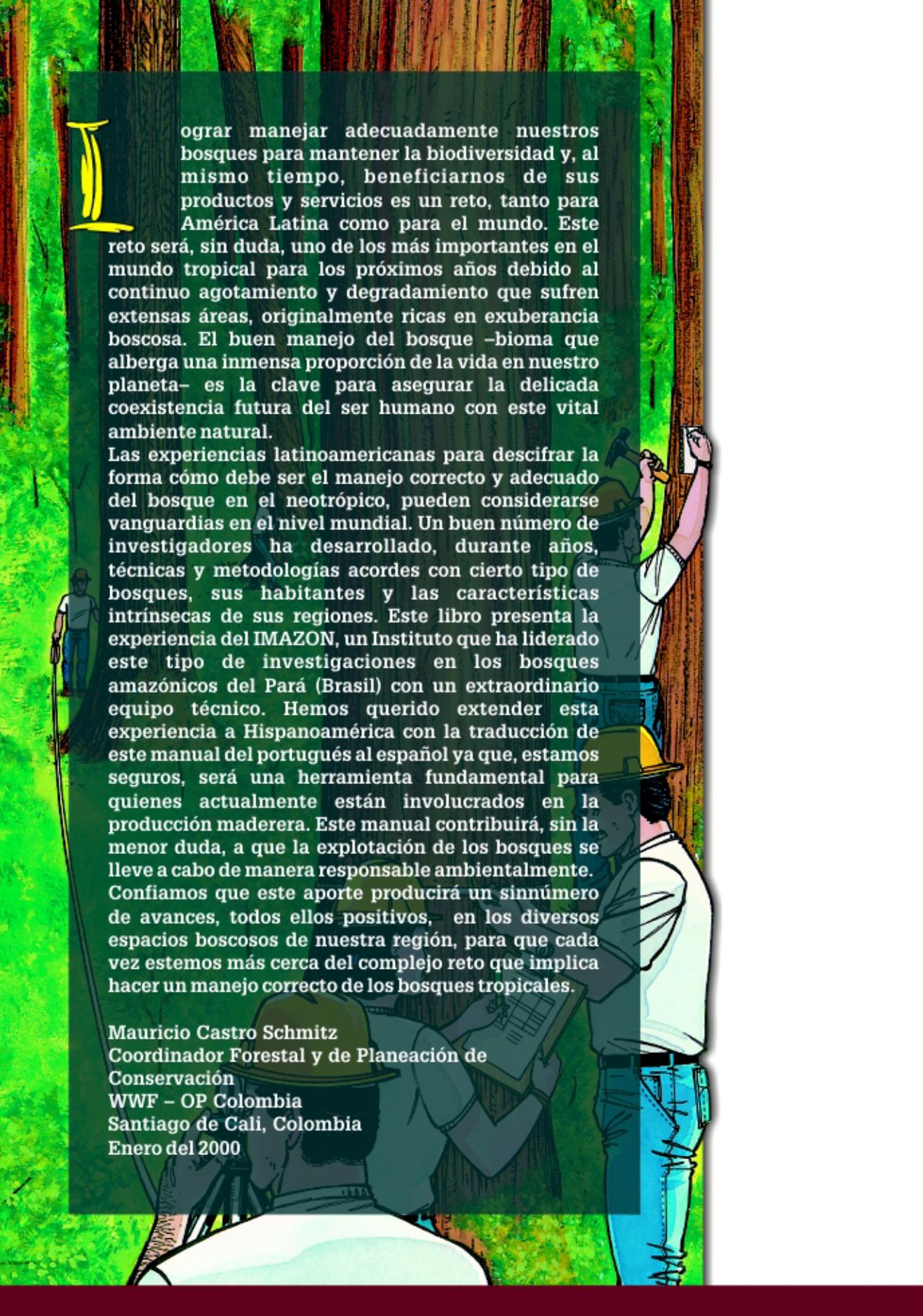
Fax: + 57 (2) 558 2588

Correo-e: [info@wwf.org.co](mailto:info@wwf.org.co)

---

Este libro se imprimió en Lima,  
Perú, en los talleres Gráficos de  
Artegrafía Impresiones SRL, en  
enero de 2005.

---



**I**ngresar a manejar adecuadamente nuestros bosques para mantener la biodiversidad y, al mismo tiempo, beneficiarnos de sus productos y servicios es un reto, tanto para América Latina como para el mundo. Este reto será, sin duda, uno de los más importantes en el mundo tropical para los próximos años debido al continuo agotamiento y degradamiento que sufren extensas áreas, originalmente ricas en exuberancia boscosa. El buen manejo del bosque –bioma que alberga una inmensa proporción de la vida en nuestro planeta– es la clave para asegurar la delicada coexistencia futura del ser humano con este vital ambiente natural.

Las experiencias latinoamericanas para descifrar la forma cómo debe ser el manejo correcto y adecuado del bosque en el neotrópico, pueden considerarse vanguardias en el nivel mundial. Un buen número de investigadores ha desarrollado, durante años, técnicas y metodologías acordes con cierto tipo de bosques, sus habitantes y las características intrínsecas de sus regiones. Este libro presenta la experiencia del IMAZON, un Instituto que ha liderado este tipo de investigaciones en los bosques amazónicos del Pará (Brasil) con un extraordinario equipo técnico. Hemos querido extender esta experiencia a Hispanoamérica con la traducción de este manual del portugués al español ya que, estamos seguros, será una herramienta fundamental para quienes actualmente están involucrados en la producción maderera. Este manual contribuirá, sin la menor duda, a que la explotación de los bosques se lleve a cabo de manera responsable ambientalmente. Confiamos que este aporte producirá un sinnúmero de avances, todos ellos positivos, en los diversos espacios boscosos de nuestra región, para que cada vez estemos más cerca del complejo reto que implica hacer un manejo correcto de los bosques tropicales.

Mauricio Castro Schmitz  
Coordinador Forestal y de Planeación de  
Conservación  
WWF – OP Colombia  
Santiago de Cali, Colombia  
Enero del 2000