

# EXPERIENCIAS DEL CATIE EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL DE BAJO IMPACTO

**David Quirós**

Proyecto CATIE/COSUDE Silvicultura de Bosques Naturales. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. CATIE, Turrialba, Costa Rica

**José Joaquín Campos, Fernando Carrera, Robin aus der Beek**

Proyecto CATIE/USAID Producción en Bosques Naturales. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. CATIE<sup>1</sup>, Turrialba, Costa Rica

**Froylán Castañeda**

FAO, Roma, Italia. Oficial de Manejo de Bosque Tropical

## 1. RESUMEN

Esta ponencia presenta las experiencias del CATIE en el desarrollo de operaciones de aprovechamiento forestal que pretenden reducir el impacto en el bosque. Se analizan los factores principales que afectan las operaciones de aprovechamiento en la región (estructura y composición del bosque, condiciones de sitio, factores culturales, económicos, institucionales y políticos). Se comprueba que las operaciones tradicionales de aprovechamiento del bosque en la región son, en general, altamente destructivas, principalmente debido a la falta de una planificación adecuada y de supervisión durante la ejecución de las operaciones, y a la falta de capacitación y motivación de la fuerza laboral.

Se analizan las diferentes prácticas de aprovechamiento que han sido implementadas por el CATIE. Estas prácticas se agrupan en tres fases: pre-aprovechamiento, aprovechamiento y post-aprovechamiento. La fase de pre-aprovechamiento incluye las siguientes actividades: inventario preliminar de la unidad de manejo, preparación del plan general de manejo forestal (incluyendo la determinación de áreas de protección y de producción), inventario de planificación de la unidad por aprovechar, preparación del plan de aprovechamiento y capacitación de los obreros. El plan de aprovechamiento incluye, entre otras actividades: la selección y ubicación de todos los árboles comerciales, semilleros, de especies en peligro, importantes para la vida silvestre y árboles de futura cosecha; el diseño de caminos forestales y la eliminación de lianas. La fase de aprovechamiento incluye: construcción de caminos forestales, apeo, arrastre, troceo,

carga y transporte, así como la supervisión de la ejecución de cada tarea. Finalmente, la fase de post-aprovechamiento incluye la recuperación de residuos, reparación y cierre de caminos y actividades generales de limpieza.

## 2. INTRODUCCION

Desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED'92), ha habido varias iniciativas para mejorar el manejo, conservación y desarrollo sostenible de todo tipo de bosques (CIFOR 1995). En América Central, donde casi dos tercios de los bosques han sido eliminados (Pedroni y Flores 1992) --y particularmente los húmedos tropicales-- cada vez es más evidente que el manejo de estos bosques se ha convertido en una disciplina que aumenta en complejidad y exigencia día con día. En consecuencia, el diseño e implementación de operaciones forestales que protejan el medio ambiente debe considerar la múltiple variedad de recursos en estos bosques.

Cuatro elementos son esenciales en relación con los sistemas de aprovechamiento forestal de bajo impacto: una planificación detallada, una implementación y control eficaz de las operaciones, una completa evaluación post-aprovechamiento, y una buena capacitación al personal de campo (Dykstra 1994).

Desde 1990, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) viene realizando investigación aplicada en diferentes aspectos relacionados con el manejo sostenible de los bosques tropicales de

<sup>1</sup> CATIE es una institución de carácter científico y educacional, sin fines de lucro. Su propósito fundamental es realizar, promover y estimular la investigación, educación, capacitación y cooperación técnica en agricultura y manejo de los recursos naturales en el trópico americano, particularmente en los países de América Central y el Caribe.

América Central. La investigación realizada por CATIE tiene como fin contribuir al desarrollo y adopción de sistemas de manejo forestal que sean ecológicamente sostenibles, técnicamente factibles y económicamente rentables. El objetivo de esta ponencia es describir las experiencias del CATIE en el desarrollo de prácticas de aprovechamiento forestal de bajo costo y de bajo impacto para los bosques húmedos latifoliados de la región.

## **2. APROVECHAMIENTO DE BOSQUES HUMEDOS LATIFOLIADOS EN AMERICA CENTRAL**

Para entender mejor la problemática relacionada con la actividad maderera en la región, se analizarán rápidamente los principales factores que la afectan.

### **2.1 Factores que influyen en la actividad maderera en América Central**

#### **2.1.1 Biomasa del bosque**

Los bosques primarios latifoliados húmedos de la región se caracterizan por presentar una distribución exponencial negativa (curva en forma de J invertida) con respecto al número de árboles por clase diamétrica. Básicamente, esta distribución describe un bosque con pocos árboles grandes por hectárea y una abundancia de regeneración natural y de vegetación en el sotobosque.

En promedio, estos bosques contienen alrededor de 400 árboles/ha con dap superior a 10 cm y entre 30 y 40 individuos con más de 50 cm dap; este último es el diámetro mínimo de corta en la región. De los árboles aprovechables, normalmente se extraen de dos a diez árboles por aprovechamiento.

Los bosques latifoliados en Centroamérica son ricos en especies forestales; generalmente se encuentran entre 100 y 150 especies por hectárea, aunque el número de especies aprovechables es muy inferior. No obstante, con la reciente escasez de madera en muchos países se han empezado a utilizar algunas especies no tradicionales.

#### **2.1.2 Factores geofísicos**

La precipitación anual promedio en la mayoría de los bosques húmedos de Centroamérica no baja de 3000 mm; los meses de mayo a diciembre son la época de mayor precipitación. Esta larga estación de lluvias limita las operaciones de extracción de madera a los meses más secos del año.

Los suelos en áreas con bosques, en general, son poco fértiles, con alto contenido de arcilla, lo que los vuelve muy susceptibles a la compactación, especialmente cuando están mojados. Este factor restringe el uso de maquinaria.

La combinación de los factores mencionados hace que la explotación forestal en bosques tropicales sea mucho más difícil que en zonas templadas, sin tener en cuenta las diferencias topográficas. Los bosques remanentes disponibles, fuera de parques nacionales, en general se encuentran en áreas inaccesibles con pendientes fuertes, sin caminos de acceso o pobremente mantenidos. La falta de tecnologías adecuadas en toda la región complica aún más las actividades madereras. La suma de estos factores, junto con la ampliación constante de la frontera agrícola deja solo pequeñas manchas de bosques no explotados.

Las caminos forestales comúnmente son construidos por los madereros para tener acceso a árboles valiosos; sin embargo, la población rural aprovecha esos caminos para colonizar nuevas tierras.

#### **2.1.3 Factores socioeconómicos**

En la población centroamericana predomina una cultura agrícola y ganadera. En consecuencia, los bosques han sido considerados no como recursos renovables sino como un impedimento al desarrollo.

La disponibilidad de mano de obra calificada es otro factor limitante para la explotación maderera de bajo impacto. La mayoría de los operarios de equipo pesado y motosierristas no reciben ninguna capacitación; las habilidades que tienen las han desarrollado con la práctica.

El aumento constante de la población hace que se incrementen las demandas por madera, y por lo tanto, disminuyan las áreas con bosque. Esta situación ha hecho que se exploten áreas de difícil acceso, lo que complica las labores de aprovechamiento y aumenta los precios de la madera aserrada; pero por otro lado, promueve la utilización de nuevas especies y el manejo de bosques secundarios.

#### **2.1.4 Factores legales e institucionales**

En la mayoría de las explotaciones, el maderero no es el propietario, y por lo tanto, no recibe ningún incentivo financiero por proteger los árboles remanentes. Muchos dueños de bosque ven la explotación como un medio barato de conseguir caminos de acceso a su propiedad; en consecuencia, venden los árboles en pie a precios muy bajos con la idea de eventualmente cambiar el uso de la tierra a ganadería o agricultura intensiva.

La tenencia de la tierra es uno de los principales problemas que afectan el manejo sostenible de los bosques en América Central. Los servicios forestales nacionales no autorizan permisos de corta y extracción

a menos que el solicitante demuestre ser el dueño de la tierra. La mayoría de los pobladores rurales no pueden costear los trámites necesarios para obtener los derechos de propiedad, lo que aumenta la tala ilegal en sus terrenos.

Las políticas gubernamentales, en general, no han favorecido el manejo de los bosques. Todavía hace menos de una década, los solicitantes de préstamos bancarios tenían que demostrar que habían "mejorado" sus tierras, frecuentemente deforestando y sembrando pastos. En algunos países centroamericanos, los árboles eran considerados propiedad estatal; y por lo tanto, los oficiales gubernamentales eran quienes decidían cuándo y cuántos árboles vender. Recientemente en algunos países de la región se ha empezado a ofrecer incentivos económicos a los propietarios que sometan sus bosques a manejo sostenible. Si bien esta actitud es loable, faltan fondos para implementar con éxito estos programas.

Otro impedimento a las prácticas de manejo forestal apropiadas es el papeleo burocrático largo, confuso y costoso requerido por los servicios forestales para otorgar permisos de tala. Debido a esto, una buena parte de la madera vendida es ilegal, lo que agrava la corrupción gubernamental.

## **2.2 Características del maderero tradicional en la región**

### **2.2.1 Carácter destructivo**

La falta de planificación y control de las actividades de maderero en la mayor parte de los países centroamericanos hace que estas sean de carácter destructivo, y que no tomen en cuenta los principios de sostenibilidad. En general, el maderero asume las responsabilidades administrativas relacionadas con la extracción, bajo la condición de que los árboles en pie sean vendidos a bajo precio, muy por debajo del precio real de mercado.

En algunos países esta situación empieza a cambiar con la creación de nuevas leyes que exigen a los forestales planificar y supervisar mejor las operaciones de tala. Al principio muchos madereros se resistían a los cambios, pero poco a poco se han dado cuenta de que una operación bien planificada en realidad les favorece en términos económicos.

### **2.2.2 Selección de especies**

En la región, la extracción de madera es altamente selectiva, y el número de especies aprovechadas es inversamente proporcional al área todavía cubierta de bosques. Por ejemplo en Costa Rica, donde solo el 4,3% de la superficie total posee cobertura boscosa (excluyendo las áreas protegidas), se aprovechan muchas especies, como en el caso de La Tirimbina en

la zona norte del país, donde 36 especies son consideradas comerciales (Manta 1988). En contraste, en Nicaragua, con 18,2% de cobertura boscosa, especies como gavián (*Pentaclethra maculosa*) y almendro (*Dipteryx panamensis*) no son consideradas comerciales. Un ejemplo extremo son los extensos bosques de El Petén, Guatemala, donde hasta hace poco solo dos especies eran aprovechadas como madera: *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*.

### **2.2.3 Ausencia de una industria forestal integrada**

La falta de integración entre los procesos extractivos e industriales de la madera es otra característica de la actividad maderera en América Central. La industria forestal en la mayoría de los casos no se relaciona directamente con la etapa de corta, extracción y transporte sino que contrata estos servicios con madereros informales. Por esta razón, la industria tiene muy poco interés en cómo se realizan las operaciones, a pesar de que a largo plazo, sus intereses se verán afectados por la reducción de la cobertura forestal.

### **2.2.4 Equipo obsoleto y subutilizado**

La extracción mecanizada con tractores agrícolas y forestales se usa en toda América Central. Sin embargo, la mayoría de la maquinaria es obsoleta y subutilizada, lo que eleva los costos de operación y aumenta el daño ambiental. Los bueyes, por otra parte, son utilizados para el arrastre por las comunidades rurales que hacen manejo y por pequeños madereros independientes. Aunque este método pareciera anticuado, de hecho es un buen ejemplo de tecnología apropiada de bajo costo y poco impacto ambiental.

### **2.2.5 Exceso de madera residual**

La gran cantidad de trozas que se quedan botadas en el bosque es otra característica del maderero tradicional. En general, los madereros pagan impuestos sobre el volumen extraído y no por el volumen en pie, entonces del bosque sacan solamente las trozas más largas y sin defectos; ramas grandes y trozas con defectos no son aprovechadas. El maderero debe extraer las mejores trozas en el menor tiempo, en consecuencia sobre el terreno queda no menos del 20% de la madera cortada.

## **3. DESARROLLO DE SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO PARA BOSQUES TROPICALES LATIFOLIADOS**

En el proceso de manejo forestal, las operaciones relacionadas con la tala requieren el mayor cuidado y planificación y ejecución prudentes. Para tener éxito,

los planes operativos anuales deben detallar cada actividad por realizar.

Esta sección describe las operaciones de manejo relacionadas con el aprovechamiento de bajo impacto implementadas por el CATIE en sus bosques experimentales. Dada la complejidad del tema, no se hará referencia al manejo de la biodiversidad, aún cuando este es un objetivo del manejo en muchos sitios experimentales.

### 3.1 Marco técnico y operativo

Las técnicas de aprovechamiento forestal de bajo impacto han sido utilizadas por el CATIE en varios sitios, desde bosques secundarios hasta bosques primarios muy degradados. Estos bosques sirven no solo para desarrollar y validar técnicas silviculturales, sino también para efectos de extensión y demostración. La red de áreas demostrativas y de investigación se localiza en los siguientes países: Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. En 1996 se incorporarán áreas demostrativas en Honduras.

El marco técnico puede ser dividido en tres fases: pre-aprovechamiento, aprovechamiento y post-aprovechamiento.

#### pre-aprovechamiento

- inventario preliminar de la unidad de manejo
- plan general de manejo
- inventario de planificación de la unidad de aprovechamiento
- plan de aprovechamiento
- capacitación de los obreros

#### aprovechamiento

- construcción de caminos forestales
- tala dirigida
- arrastre
- troceo, carga y transporte
- control

#### post-aprovechamiento

- aprovechamiento de madera residual
- operaciones de mantenimiento

#### 3.1.1 Actividades pre-aprovechamiento

##### Inventario preliminar de la unidad de manejo

Este tipo de inventario es normalmente realizado con el fin de recabar información para desarrollar o revisar un plan general de manejo. El objetivo general es cuantificar y calificar la población arbórea, específicamente la distribución de abundancia, área basal y volumen por clase diamétrica y por grupo comercial por hectárea.

Las parcelas de inventario se establecen al azar o sistemáticamente (con o sin estratificación). Generalmente se calcula la intensidad de muestreo, de manera que el error de muestreo no supere el 20% del volumen real de madera. En Costa Rica, con parches de bosque entre 50 y 100 ha de extensión, la intensidad de muestreo es del 5% del área inventariada, y el tamaño de parcela es de 0.3 ha (100 x 30 m). Normalmente, con esta intensidad se muestrean árboles con más de 30 cm dap, con una submuestra del 2% para árboles de 10 cm dap.

En resumen, este tipo de inventario da una idea general del potencial de manejo en un área dada (composición de especies y su diámetro mínimo de corta para el aprovechamiento), a la vez que da información de cuándo y cómo ejecutar las actividades de manejo en las diferentes áreas del bosque muestreado.

##### Plan general de manejo

Este plan abarca toda la unidad de manejo, y es escrito no solo desde un punto de vista técnico, sino también teniendo en mente una perspectiva social, política y administrativa.

Los aspectos técnicos obviamente son la parte principal; entre estos está la presentación de mapas detallados que muestren los compartimentos de corta anual, las áreas de protección donde no se permitirá la corta, los volúmenes de madera por ser aprovechados, las especies y diámetros mínimos de corta, estimaciones de crecimiento, ciclos de corta y un calendario de actividades.

Los planes de manejo en América Central tradicionalmente han sido documentos muy largos, costosos y escritos no como guía para el propietario sino como un requisito burocrático necesario para obtener el permiso de tala (Sabogal *et al.* 1995).

CATIE, con el apoyo económico del Plan de Acción Forestal para Centroamérica (PAFCA) y del Fondo Mundial para la Conservación (WWF), organizó una iniciativa para simplificar los planes de manejo de los bosques latifoliados de la región. Mediante un taller regional, y en consulta con diferentes proyectos e instituciones, se desarrolló una guía para la elaboración de planes de manejo (CATIE 1994). Esta ha sido modificada y aprobada por la Dirección General Forestal de Costa Rica (MIRENEM 1994), y está pendiente de aprobación en los otros países. La guía consiste de los siguientes componentes:

- resumen ejecutivo
- objetivos de un plan de manejo

- duración y revisión de un plan de manejo
- información básica sobre la propiedad
- resultados del inventario forestal
- limitaciones para el manejo forestal y posibles soluciones
- actividades de manejo
- actividades de protección
- sistema de registro con formularios sugeridos
- calendario de actividades
- mapas
- anexos

### Inventario de planificación de la unidad de aprovechamiento

Este componente, también llamado censo comercial, es esencial para escribir el plan operativo anual, y es un inventario al 100% de todos los árboles aprovechables en el compartimento de tala. Fue aplicado por primera vez por el CATIE en 1990 (Quirós y Finegan 1994) y adoptado en Costa Rica en 1992 (MIRENEM 1991).

El censo comercial se realiza caminando por toda la unidad de manejo, marcando las especies comerciales que tengan un diámetro mínimo de corta dado. Para encontrar y marcar los árboles aprovechables más eficientemente, el compartimento de tala se divide en franjas o pequeños bloques de 50 a 100 m de ancho, dependiendo de la topografía.

La ejecución de este tipo de inventario se divide en dos etapas: indicación del volumen comercial y elaboración de mapas de sitio.

En la primera etapa, se anota en formularios estandarizados, el dap, la altura comercial, la dirección natural de caída y la ubicación de cada árbol aprovechable en el compartimento de tala. También se anota el grado de dificultad para extraer el árbol, la presencia de lianas y los árboles de futura cosecha.

En la segunda etapa, se mapea en detalle la unidad de aprovechamiento para ilustrar las particularidades topográficas e hidrológicas, esenciales en un aprovechamiento de bajo impacto. La información necesaria para generar estos mapas se recaba al mismo tiempo que el inventario de planificación (censo comercial). El mapa base debe mostrar las curvas de nivel, ubicación de los árboles aprovechables y ríos y arroyos. Con este mapa, es posible planificar un buen aprovechamiento de bajo impacto que excluya áreas con pendientes muy fuertes y cursos de agua (áreas de protección) y ubicar las pistas de arrastre y patios de acopio de manera que se minimicen los procesos erosivos.

El costo de realizar un inventario de este tipo en La Tirimbina, Costa Rica fue de US\$27,00/ha (Quirós y Reiche *En prensa*). Este inventario es una herramienta útil para el éxito de las operaciones de aprovechamiento forestal.

En el Anexo se presenta un mapa que muestra la distribución de todos los árboles comerciales con más de 60 cm dap, ríos y arroyos y caminos forestales propuestos. Tal mapa aumenta significativamente la eficiencia para localizar los árboles que van a ser aprovechados y aquellos que quedarán como reserva.

### Plan de aprovechamiento

El plan de aprovechamiento, o plan anual de operaciones, propuesto por el CATIE es una guía que establece las operaciones que deben realizarse en un año dado, incluye mapas y cuadros. Para que este plan operativo realmente sirva como guía de actividades para la persona que va a ejecutar las operaciones de manejo, debe ser escrito de manera simple, evitando la jerga técnica.

Los mapas detallados de las zonas que van a ser aprovechadas y las que se reservan como áreas protegidas son elementos claves, ya que muestran dónde se ejecutará cada actividad de corta, construcción de caminos u otras. Las decisiones se toman considerando la ubicación de los árboles comerciales que se van a aprovechar (incluso la dirección de caída recomendada), de los árboles semilleros, árboles de especies en peligro, árboles importantes para la vida silvestre y árboles de futura cosecha. Este plan también debe establecer cómo se arrastrarán, cargarán y transportarán las tucas.

Otro objetivo del plan de aprovechamiento es asegurar que las recomendaciones del plan de manejo en relación con la sostenibilidad de la producción sean tomadas en cuenta. Esto significa que el plan anual debe incluir instrucciones precisas sobre cuántos árboles (o volumen) cortar en cada compartimento y guías para reducir los costos operativos y el impacto en la vegetación, vida silvestre, suelos y cursos de agua.

### Capacitación de los trabajadores

Antes de iniciar las operaciones de corta, se diseña un plan simple de capacitación para los trabajadores que no cuenten con la experiencia necesaria. El objetivo es darles razones convincentes, en condiciones de campo, para aplicar técnicas de aprovechamiento de bajo impacto, técnicas de tala dirigida y de prevención de la erosión, mantenimiento del equipo y primeros auxilios.

### 3.1.2 Actividades de aprovechamiento

#### Construcción de caminos forestales

El sistema de caminos y viales debe considerar la topografía y concentración de árboles por ser extraídos. La distancia máxima de arrastre con el equipo que va a utilizarse también debe ser considerada en el diseño de caminos. En la construcción deben preferirse las zonas con menor pendiente; deben evitarse las áreas frágiles, como ríos y arroyos, y los suelos inestables. El tamaño y potencia de los equipos debe ser compatible con las necesidades de cada operación, de manera que los costos y daños al bosque sean mínimos.

El sistema de caminos puede ser temporal o permanente, dependiendo principalmente del potencial para futuras cosechas y de los objetivos de manejo a largo plazo. Los caminos temporales se construyen en sitios donde el volumen aprovechable no justifica el costo adicional que representa un camino permanente.

El sistema de caminos forestales propuesto engloba los siguientes elementos.

#### Caminos forestales primarios

Son caminos permanentes que permiten el acceso de equipo pesado durante todo el año a los patios de acopio. Normalmente estos caminos tienen 3 m de ancho, con cunetas y con un diseño 'bombeado'; en algunos casos se pone una capa de piedrilla de 30-40 cm de espesor. Los desagües se distribuyen según la pendiente. Se recomienda una inclinación mínima de 3% y máxima de 20-25% para evitar la erosión excesiva. El costo total de este tipo de camino permanente, con una capa de 30-40 cm de piedrilla en Villa Mills, Costa Rica, fue de US\$10,00/m.

#### Caminos forestales secundarios

Sirven para el acceso de tractores agrícolas o forestales al bosque; por lo general no son utilizables durante todo el año (solo durante la estación seca). Al igual que en el anterior, también se emplea un diseño 'bombeado'; los desagües se construyen en las secciones de mayor pendiente para controlar la erosión. La inclinación máxima recomendada depende de la capacidad del equipo (tractor agrícola o forestal) y de las características del terreno. El ancho de estos caminos es de 2,5 m. El costo total de construcción de este tipo de camino en La Tirimbina, Costa Rica fue de US\$0,50/m (Quirós y Reiche *En prensa*).

#### Pistas de arrastre

Estas se diseñan de manera tal que se logre localizar y arrastrar el máximo de trozas (árboles) a los caminos secundarios o sitios de acopio; en general, las pistas deben seguir las curvas de nivel evitando cruzar pendientes fuertes y suelos inestables. La distribución de las pistas debe considerar el largo del cable usado con el winche; como norma, debe evitarse que la máquina se salga de la pista. El ancho normal de las pistas de arrastre es de 2,5 m. A travez y a la orilla de la pista se cava una zanja para reducir la escorrentía. El uso de estas pistas se limita a la época seca.

La construcción de caminos es la causa principal de erosión y de daño a la vegetación remanente; el objetivo, entonces, debe ser maximizar el área cubierta con un mínimo de caminos. En América Central la construcción de caminos ha recibido poca atención, debido en parte a la tendencia de maximizar las ganancias a corto plazo.

#### Tala dirigida

Si el mapa base muestra claramente los árboles que deben ser aprovechados, los motosierristas no perderán tiempo buscándolos. Esto es especialmente importante en sitios donde los árboles aprovechables están aislados (ej. El Petén, Guatemala). La tala dirigida exige una serie de pasos previos:

1. eliminar la maleza alrededor de la base del árbol, incluyendo lianas
2. determinar la dirección natural de caída del árbol y decidir la dirección más conveniente
3. determinar la ruta de escape; limpiar de maleza si fuera necesario
4. cortar el árbol, usando cuñas si fuera necesario
5. limpiar el tronco, trocear y arrastrar.

Los objetivos de la tala dirigida se basan en los siguientes criterios.

Protección del rodal remanente. El énfasis principal es minimizar el daño a la vegetación circundante, principalmente a los árboles de valor comercial. También debe evitarse la creación de grandes claros y la caída del árbol en cursos de agua.

Facilidad de extracción. Siempre que sea posible, los árboles deben voltearse de manera tal que se facilite el arrastre. Idealmente, las trozas deben quedar en un ángulo de 30 a 60° en relación a la pista de arrastre. Este proceso también minimiza el daño a la vegetación remanente.

Protección del producto. Es conveniente usar técnicas especiales de corta para evitar que los árboles caigan en sitios con condiciones difíciles de terreno u otros impedimentos que podrían hacer que la troza se raje o quiebre, o que imposibiliten la extracción.

**Seguridad del operario.** Debe tenerse mucho cuidado para reducir los riesgos de accidente; los operarios deben estar bien informados de donde se encuentran los demás compañeros y de las rutas de escape.

En algunos casos, es necesario usar cuñas para corregir la dirección de caída. CATIE está probando cinco métodos de tala dirigida en un bosque experimental dominado por robles de gran tamaño (*Quercus copeyensis* y *Q. costaricensis*). Uno de estos métodos emplea cables y winches manuales para controlar la dirección de caída del árbol. No obstante, este método ha sido necesario solo en el 1% de los casos.

Antes de la operación de corta, preferiblemente al menos seis meses antes, es necesario eliminar las lianas de los árboles a ser aprovechados y que estén amarrados (entrelazados) con posibles árboles remanentes.

El daño total (recuperable e irrecuperable) al bosque remanente, expresado como porcentaje del área basal, en un bosque experimental de roble en Villa Mills y en un bosque de tierras bajas en La Tirimbina, fue de 5,9% y 4,9% respectivamente (Beek *et al.* 1992). Este daño es mucho menor que el resultante de las operaciones tradicionales de aprovechamiento en la región (por lo general, entre 30 y 40%).

#### Arrastre

El arrastre mecanizado abarca dos fases: 1) desde el tocón hasta la pista de arrastre, y 2) desde la pista hasta el patio de acopio. La primera fase se ejecuta con tractor de oruga, empleando un cable de 30 a 40 m con un winche. Ultimamente el largo del cable se ha aumentado a 70 m mediante un cable de extensión (lingas). Esto da las siguientes ventajas:

- se reduce el área disturbada y, además, disminuyen la erosión y los costos que habrían sido necesarios para construir pista hasta las trozas;
- pueden aprovecharse áreas que de otra manera serían inaccesibles;
- hay más libertad para escoger la ruta óptima de extracción;
- el surco formado por la troza al ser arrastrada se recupera más rápidamente que la pista de arrastre.

En la segunda fase de la operación de arrastre se debe emplear tractor agrícola, o idealmente, tractor forestal, y no tractor de oruga como generalmente se hace en la región. El tractor de oruga no es recomendable por su lentitud, gran peso y falta de maniobrabilidad, lo que causa un impacto negativo mayor en el suelo y la vegetación.

En operaciones de pequeña escala, o donde el volumen por hectárea es bajo, debe considerarse la posibilidad de arrastre con animales (bueyes, caballos y búfalos de agua).

#### Troceo, carga y transporte

En el patio de acopio los troncos son cortados en trozas de tamaño aceptable para la industria y apropiado para el transporte. Para facilitar la carga, por lo general se construye una rampa para subir las trozas al camión. Los cargadores mecánicos son escasos en la región.

Para maximizar la producción de madera de aceptación en el mercado, las trozas se parten comenzando con el extremo de menor diámetro.

#### Control

Para asegurarse que las recomendaciones y lineamientos establecidas en el plan de manejo y plan operativo son seguidas, un forestal autorizado (regente) debe estar en el sitio durante la mayor parte de la operación de aprovechamiento. El es quien toma decisiones sobre modificaciones necesarias en el transcurso de la operación.

### 3.1.3 Actividades post-cosecha

#### **Aprovechamiento de residuos de madera**

Después del aprovechamiento, muchos troncos cortados se quedan en el bosque porque es muy difícil sacarlos, porque están rajados, torcidos, o son de tamaño pequeño. La madera residual puede representar un producto adicional en operaciones en pequeña escala. En muchas áreas, esta madera es aserrada en el sitio con una motosierra con marco; los productos pueden ser vendidos en el mercado local o utilizados para consumo familiar. Quirós y Finegan (1994) calcularon, para una operación en La Tirimbina, Costa Rica, que el 20% del volumen total de madera extraída provino de madera residual aserrada en el sitio mismo. Otras mediciones en Corinto, Costa Rica demostraron que este valor puede alcanzar hasta 25% del total.

#### Operaciones de mantenimiento

En la fase final del aprovechamiento de bajo impacto, los caminos forestales que no vayan a ser usados a corto plazo se clausuran para evitar la erosión. Los que sí van a ser usados en actividades de manejo o protección del bosque se deben mantener en buenas condiciones, poniendo especial atención al drenaje. Además, se debe reparar cercas, sacar copas de árboles que hayan quedado en cursos de agua, y sacar del bosque toda la basura inorgánica, como latas de aceite, recipientes de combustible y otros desechos no degradables. Estas actividades se realizan durante o después de las operaciones de aprovechamiento.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El manejo de bosques naturales en América Central se ha convertido en una disciplina compleja y de mayores exigencias, por lo que es esencial diseñar e implementar operaciones de manejo que protejan el medio ambiente y mantengan los costos en un nivel aceptable. Estas operaciones son el primer paso, y el más importante, para alcanzar un manejo sostenible de los bosques naturales de la región.
2. En América Central, particularmente en tierras privadas, las operaciones de manejo protectoras del medio y de bajo costo son indispensables para reducir la conversión de bosques a otros usos de la tierra. Al reducir la tasa de cambio en el uso de la tierra, el sector forestal estará haciendo una gran contribución a la conservación de la biodiversidad en la región.
3. Los elementos esenciales para un sistema de aprovechamiento forestal de bajo impacto son: una planificación detallada, una implementación y control eficaz de las operaciones, una completa evaluación post-aprovechamiento, y una buena capacitación al personal de campo.
4. El desarrollo del aprovechamiento de bajo impacto es reciente en la región. El proceso que el CATIE ha iniciado en el diseño e implementación de la guía para elaborar planes de manejo es un excelente medio para la transferencia de tecnologías de aprovechamiento de bajo impacto.
5. Las operaciones de manejo descritas están siendo gradualmente adoptadas por dueños de bosque y madereros, pues la puesta en práctica no ha aumentado los costos de manejo y ha mejorado la condición del bosque remanente.
6. En América Central, la construcción de caminos forestales ha recibido poca atención, en parte debido a la tendencia de los madereros de obtener mayores ganancias en poco tiempo, y a la falta de conocimientos sobre el tema por parte de los profesionales forestales. Más atención debería prestarse a este asunto.
7. Es necesario aplicar mejores criterios para la selección de árboles de reserva, incluyendo aspectos ecológicos y de producción.
8. El desarrollo limitado de la industria forestal en la región, en términos de las pocas especies aprovechadas, restricciones en las dimensiones de trozas y pocos usos de la madera es un importante factor negativo para el desarrollo de

mejores operaciones de aprovechamiento. El bajo precio de la madera y altos costos de transporte también tienen un efecto negativo en la sostenibilidad del manejo de bosques naturales en América Central.

9. El desarrollo de sistemas eficaces de aprovechamiento forestal en América Central debe considerar los múltiples recursos existentes en los bosques naturales latifoliados. Las operaciones de aprovechamiento de productos no maderables también están siendo desarrolladas por el CATIE y deberían ser incluidas en un código de prácticas de aprovechamiento forestal para la región.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- BEEK, R. AUS DER; QUIROS, D.; STADTMÜLLER, T. 1992. Principios, experiencias y resultados de aprovechamiento forestal controlado en dos tipos de bosque tropical con énfasis en la reducción de daños al rodal remanente. Memorias del Foro Internacional sobre los Aprovechamientos Forestales en Selvas y su Relación con el Ambiente. Chetumal, Quintana Roo, México. pp. 2-5.
- CATIE. 1994. Modelo de simplificación de planes de manejo para bosques naturales latifoliados en la región de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. 29 p. + anexos.
- CIFOR. 1995?. A way forward to sustainable development. Forest Research. Jakarta, Indonesia. 28 p.
- DYKSTRA, D. P. 1994. FAO model code of forest harvesting practice. FAO, Rome. Forest Harvesting and Transport Branch. Forestry Department. FO:Misc/94/6. Working Paper. 105 p.
- MANTA, M.I. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la Vertiente Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 150 p.
- MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES, ENERGIA Y MINAS. 1991. Guía para la elaboración de planes de manejo y estudios de capacidad de uso de la tierra. Dirección General Forestal. San José, Costa Rica. 25 p.
- MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES, ENERGIA Y MINAS. 1994. Guía para la elaboración de planes de manejo y estudios de capacidad de uso de la tierra. Dirección General Forestal. San José, Costa Rica. 98 p.
- PEDRONI, L.; FLORES, R. 1992. Diagnóstico forestal regional para Centro América y propuestas de trabajo. Informe de Intercooperation y UICN/ORCA. San José, Costa Rica. \*\*\*\*\*p.
- QUIROS, D.; FINEGAN, B. 1994. El manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica: definición de un plan operacional y resultados de su operación. Serie Técnica. Informe Técnico no.225. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales no. 9. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 30 p.
- QUIROS, D.; REICHE, C. Análisis financiero de un modelo de manejo sustentable para un bosque natural tropical en Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico no. \_\_. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales no. \_\_. CATIE, Turrialba, Costa Rica. (in press)
- SABOGAL, C.; MARTINS, P.; FLORES, J. 1995. Planes simplificados