

# EL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES HUMEDOS TROPICALES: EL MARCO TECNICO Y RESULTADOS DE SU APLICACION EN CENTROAMERICA

César Sabogal  
Bryan Finegan  
Ian Hutchinson  
Carlos Reiche

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Antecedentes

Cerca de dos tercios (unos 12 millones de hectáreas) de la cobertura forestal primaria de América Central tienen potencial para el aprovechamiento industrial sostenible, mientras que el restante (alrededor de 6,5 millones ha) podría dedicarse a la conservación de la biodiversidad y el desarrollo del ecoturismo (Pedroni y Flores, 1992). Pese a este potencial, el sector forestal no ha podido hasta ahora ser incorporado al desarrollo nacional de los países de la región (su contribución al PIB apenas llega a alrededor del 2%) (PAFCA, 1991).

La realidad sigue otro camino. Hoy en día queda ya menos de un 40% de los bosques originales de la región y anualmente desaparece un 3% del bosque restante. La destrucción afecta principalmente a los bosques de latifoliadas en la vertiente atlántica del Istmo, última de las tres grandes zonas donde opera fuertemente la deforestación (PAFCA, 1991; Martínez y de Camino, 1990). Se pueden considerar tres aspectos de las tendencias actuales: (a) El agotamiento de los recursos forestales más accesibles y tradicionalmente utilizados por la industria forestal - otrora provenientes en buena parte del casi extinto bosque seco del Pacífico centroamericano - está forzando al sector forestal a "adentrarse" en áreas de extracción con mayores costos y riesgos; (b) la apertura de grandes áreas boscosas hasta hace poco todavía fuera del alcance de la frontera agrícola - como es el caso de la zona de Río San Juan al sudeste de Nicaragua, el norte del Petén en Guatemala y el Darién panameño - y la consecuente masiva inmigración de campesinos sin tierra y eventuales especuladores de tierras, está acentuando la necesidad de respuestas inmediatas que representen alternativas económicas compatibles con las realidades ecológicas y socioeconómicas en esas zonas; (c) la presión a nivel internacional - y en parte nacional, con frecuencia inducida por la primera - para velar mejor por el futuro de los bosques tropicales, está generando con frecuencia corrientes proteccionistas que asumen posiciones totalmente fuera de la realidad inmediata en la mayor parte de la región.

La realidad para la región centroamericana es que no se dispone de casos - documentados - donde efectivamente se estén manejando los bosques naturales (latifoliados) para fines de producción a escala comercial bajo rendimiento sostenido (ESNACIFOR, 1986; Martínez y de Camino, 1990; Pedroni y Flores, 1992; FAO, 1992)<sup>25</sup>.

Muchos de los esfuerzos iniciados en el pasado - mayormente por organismos internacionales - para incorporar elementos de manejo forestal se han perdido por falta de continuidad de las acciones, la falta de personal técnico y de difusión de los resultados obtenidos (Martínez y de Camino, 1990).

<sup>25</sup> Este panorama no es único para la región, puesto que se reconoce como una característica para la mayoría de países tropicales. Después de 40 años de tradición forestal en América Latina, los casos de manejo forestal son muy escasos. Según Synnott (Poore et al, 1989), no se ha podido identificar ningún caso de manejo operacional del bosque tropical húmedo para la producción sostenible de madera en ningún país de América Tropical. Sólo se menciona el caso de la isla Trinidad, donde el manejo de tipo extensivo es calificado como sostenible, si bien los tratamientos silviculturales son raramente aplicados y las prescripciones de los planes de trabajo no son seguidas en estricto detalle (Poore et al, 1989, FAO, 1992).

No obstante, existen hoy en día en la región un conjunto de experiencias locales útiles para transferir, generadas por propietarios de bosques a nivel de finqueros, comunidades o cooperativas, o bien a través de proyectos de campo, ONG's, o por alguna empresa del sector<sup>26</sup>. Otros protagonistas incluyen universidades y otros centros de investigación en la región<sup>27</sup>.

Varios documentos se han dedicado a presentar las razones posibles para esta falta de manejo (i.e. ESNACIFOR, 1986; Martínez y de Camino, 1990; WWF, 1991; PAFCA, 1991; Pedroni y Flores, 1992). En general, se entiende que el poco valor que se le da al bosque es un reflejo de las restricciones y obstáculos que se presentan para hacer efectivo un manejo de este recurso.

Entre estos, se mencionan: a) políticas sectoriales que no fomentan la inversión de trabajo y capital en el bosque, siendo en algunos casos contraproducentes; b) legislación forestal demasiado detallada en lo regulatorio y punitivo; c) inseguridad sobre la tenencia de la tierra; d) bajos precios de la madera; e) mercados restringidos, aceptando apenas un reducido número de especies; f) escasez de personal debidamente capacitado; g) insuficiente divulgación de conocimientos existentes y experiencias en marcha; h) escasa información necesaria para la planificación Técnica y la evaluación económica del manejo.

Se han identificado como necesarias cuatro condiciones para el manejo sostenido a largo plazo de bienes y servicios del bosque natural tropical (Poore, 1989):

- un planteamiento político y social bien fundamentado para la identificación de un patrimonio forestal nacional permanente;
- seguridad a largo plazo de la operación y la tenencia
- un mercado para los productos del bosque;
- un ambiente financiero apropiado;
- información adecuada para la identificación del patrimonio forestal y para la planificación y el control de su manejo;
- los recursos y el deseo para realizar un control real de las operaciones de parte de todos los involucrados, a todos los niveles.

Desde luego, estas condiciones no son independientes; por ejemplo, el deseo de la población en general de aplicar un control real sobre sus bosques depende mucho de los beneficios concretos que recibe de ellos, que a su vez depende del mercado para los productos de bosque.

En este trabajo se espera incidir en particular sobre las condiciones-restricciones relacionados con el vacío de información, que tienen evidentes implicancias en la mayor parte de los factores restantes.

Entre los ejemplos divulgados se pueden citar sobretodo para Costa Rica: "Coopemadereros" en San Isidro (WWF, 1991; Hutchinson, 1993); Empresa Pórtico en la zona atlántica (WWF, 1991); Programa BOSCOA en la Península de Osa (WWF, 1991); ASACODES en San Miguel, Bri-Bri (este Congreso). Otras experiencias son las reportadas por el Proyecto COHDEFOR-ACDI/Desarrollo del Bosque Latifoliado con comunidades en la bajura húmeda de Honduras; asimismo, en la localidad de Guabito, Changuinola, en Panamá (Kapp, Kremkau y Dixon, 1992).

---

<sup>26</sup> Entre los ejemplos divulgados se pueden citar sobretodo para Costa Rica: "Coopemadereros" en San Isidro (WWF, 1991; Hutchinson, 1993); Empresa Pórtico en la zona atlántica (WWF, 1991); Programa BOSCOA en la península de Osa (WWF, 1991); ASACODES en San Miguel, Bri-Bri (este Congreso). Otras experiencias son las reportadas por el Proyecto COHDEFOR-ACDI/Desarrollo del Bosque latifoliado con comunidades en la bajura húmeda de Honduras; asimismo, en la localidad de Guabito, Changuinola, en Panamá (Kapp, Kremkau y Dixon, 1992).

<sup>27</sup> Merecen destacarse: el CATIE, el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), la Universidad Nacional en Heredia (UNA), el Centro Científico Tropical (CCT); la Universidad Centroamericana (UCA) en Nicaragua; El Zamorano en Honduras y el Centro Universitario del Petén (USAC-CUDEP) en Guatemala.

## 1.2 El marco conceptual del manejo de bosques naturales

Hay argumentos suficientes para justificar que se de una mayor importancia a los bosques naturales como recurso productivo. En numerosos casos, los bosques naturales son los que pueden cumplir mejor y más eficientemente con las funciones económicas, sociales y de protección necesarias. Un bosque natural debe su existencia a la naturaleza y no es el resultado de una inversión fuerte en viveros, preparación del sitio y establecimiento del cultivo. El manejo de un bosque natural incurre en bajos costos para el mejoramiento y la capitalización del recurso. La inversión en el manejo se expresa también en forma de conocimientos y de labores físicas (inversión de mano de obra). Además, el manejo de un bosque natural facilita la producción de acuerdo con los objetivos de uso múltiple, aumentando así la rentabilidad de las operaciones y permitiendo la máxima flexibilidad en el manejo (Lamprecht, 1966, 1990; Palmer, 1980; Hutchinson, 1988; de Camino, 1989, entre otros).

El manejo sostenible de los bosques tropicales como motivación, medio y meta, todavía no está claro en todo lo que implica. Los forestales suelen expresar el manejo sostenible en términos del rendimiento sostenido de madera, tal como fue concebido desde hace más de dos centenios. Un enfoque cada vez más popular es el que se refiere al mantenimiento de otros valores del bosque, tales como la biodiversidad y las funciones ecológicas. Surgen incluso posiciones de conflicto, por la incompatibilidad de objetivos en el manejo del bosque. Johnson y Cabarle (1993) tratan detenidamente el asunto, a la luz de una amplia revisión de lo que se ha publicado.

En términos simples, el manejo de bosques naturales consiste en definir y proteger una área permanente de bosque, hacer alguna planificación de objetivos y de producción, regular y controlar la cosecha de madera e iniciar medidas silviculturales cuando sea necesario para sostener la producción, manteniendo o incrementando el valor de las futuras cosechas (Schmidt, 1989).

La planificación de la producción forestal a través del espacio y el tiempo es lo que se conoce como ordenación forestal. Esta planificación debe estar guiada por el principio del rendimiento sostenido, el cual se refiere al nivel de rendimiento que un bosque puede producir continuamente a una intensidad determinada de aprovechamiento. De manera simple, este principio establece que debe existir un equilibrio entre lo que se extrae (aprovechamiento comercial) y lo que crece.

↳ La silvicultura de bosques naturales se define como una serie de intervenciones en el bosque, que aseguran que los productos que se extraen (árboles maderables) sean reemplazados por otros (árboles maderables), a través de la regeneración natural, buscando el mayor rendimiento compatible con la sostenibilidad del ecosistema. Estas intervenciones en el bosque son más o menos reguladas, con objetivos de producción claramente formulados, considerando el carácter natural del sistema de producción (Hutchinson, 1989). Dicha regulación se logra a través de una planificación del rendimiento o de la producción.

El aprovechamiento por sí solo no constituye manejo, aunque el manejo puede incluir el aprovechamiento. Por el contrario, los bosques pueden ser manejados sin que se incluya el aprovechamiento de cualquier producto, vale decir, bosques donde el manejo se dirige a la conservación biológica, a la protección de cuencas o del suelo, a la investigación o al turismo (Palmer y Synnott, 1992).

Por otro lado, el manejo puede no incluir tratamientos silviculturales, o sistemas dirigidos a asegurar una cosecha futura. Algunas veces, los sistemas pueden ser elaborados prescribiendo controles de tamaños, volúmenes, intensidad y frecuencia de cortas y ciclos de corta y rotaciones específicas (Palmer y Synnott, 1992).

Estas prescripciones en el tiempo dependen en buena medida de un aprovechamiento controlado, elemento clave en el manejo sostenible de los bosques naturales (ver más adelante).

Finalmente, el manejo forestal incluye tanto el manejo de la empresa, como del recurso. Como una empresa, el manejo forestal involucra movilizar recursos humanos, financieros y materiales para alcanzar objetivos seleccionados en relación al bosque. Este aspecto es de la mayor importancia. En el pasado, el abandono o la falla del manejo del bosque tropical raramente se debió a factores técnicos o ecológicos, sino más bien a fallas de manejo empresarial (en la planificación, la organización, el manejo de personal, el control), así como por influencias mayores de orden social, económico, administrativo y político (Palmer y Synnott, 1992).

↙ Con este marco conceptual, es útil concluir que el manejo de los bosques naturales para producción es posible y necesario, pero en general aún no es aceptado o seguido en las condiciones pasadas y actuales en la región, siendo principalmente factores de orden político-institucional y socio-económico, no así los factores técnicos, los que más restringen su efectiva aplicación.

El marco técnico del manejo constituye el conjunto de principios, criterios y medidas de carácter técnico, que inciden sobre el uso más eficiente del recurso, considerando el factor humano, las restricciones económicas y el impacto sobre el medioambiente.

Aquí se recoge una vez más la afirmación, cada vez más difundida, en el sentido de que hoy en día existen ya suficientes bases técnicas para iniciar el manejo de los complejos bosques tropicales. Esto puede muy bien sustentarse por la cantidad de referencias útiles que se ha acumulado sobre la materia, con información básica, metodologías y pautas para guiar y ayudar en la aplicación inicial del manejo en el bosque tropical (Palmer, 1986; Hutchinson, 1988, 1993; Poore et al., 1989; Synnott, 1991; Palmer y Synnott, 1992, entre otros). A esto se suman ya varios escritos - motivados por la corriente internacional en torno a los bosques tropicales, el "boycot" y el "sello verde" - que tratan de definir un conjunto de principios, criterios y normas de buenas prácticas de manejo forestal (ITTO, 1990, 1992; FSC, 1993, entre otras).

Los conocimientos técnicos existentes pueden servir de base para iniciar el manejo de los bosques naturales en la región. Este es factible de aplicarse con un enfoque conservador, que se iría modificando conforme se va consiguiendo experiencia.

### 1.3 Presentación del trabajo del CATIE

La falta de información que permita la valorización de los bosques, como ya se mencionó, es notoria en Centroamérica y constituye un impedimento al manejo. Por otro lado, la falta de interés a nivel político en el manejo de bosques explica la falta de personal capacitado para realizar dicho manejo.

Frente a esta situación, se adoptó en CATIE un enfoque de investigación aplicada en sitios claves, con actividades de demostración y capacitación en los mismos sitios de investigación. A través de este enfoque, se pretende generar información sobre productividad y aspectos financieros del manejo, aplicar y demostrar técnicas ya probadas, desarrollar técnicas nuevas y capacitar a profesionales (Finegan, 1991).

En las secciones siguientes, se ilustrará la aplicación a casos concretos de las operaciones iniciales de manejo (aprovechamiento y silvicultura) de bosques naturales para producción de madera, en base al trabajo que desarrolla el CATIE en algunos países de la región (ver mapa de la Figura 1). Ocasionalmente se hará mención a los resultados que se vienen obteniendo del monitoreo de estas actividades.

Los sitios a que se hará mención en Costa Rica son: el cantón de Sarapiquí (Finegan y colaboradores), el cantón de Pococí (Sabogal y colabs.) y el cantón de Pérez Zeledón (Hutchinson y colabs.). En Nicaragua, el departamento de Río San Juan (Sabogal y colabs.) y en Panamá, el distrito de Changuinola (Orozco). Estos sitios abarcan condiciones de bosques primarios intervenidos y secundarios, en tierras de la bajura húmeda tropical. En el Cuadro 1 se resumen algunos datos relevantes sobre los sitios a que se hará referencia en el texto.

## **2. EL MARCO TECNICO: LOS ELEMENTOS DEL MANEJO SOSTENIBLE**

En las secciones siguientes se describirán las diferentes operaciones iniciales de manejo de bosques naturales con fines de producción de madera. Se ilustrará el marco teórico con resultados obtenidos por el CATIE en casos concretos de algunos bosques latifoliados de la zona tropical húmeda de la región centroamericana.

Se aclara que las actividades a describir constituyen las intervenciones principales para regular la producción forestal y asegurar su rendimiento sostenido. No se hará referencia a otras actividades de manejo que, como las medidas de protección y la gestión administrativa-institucional, contribuyen a asegurar la permanencia y calidad del recurso.

### **2.1 Planificación del uso de tierras forestales**

Una condición básica para el manejo forestal es que el bosque no sea convertido a otros usos. El área a manejar debe ser asignada, por decisión de los propietarios, para cobertura forestal permanente y ser manejada de acuerdo con ello. Una cuidadosa planificación del uso de la tierra a nivel de una región o zona en particular es, por ello, un paso inicial que permite evitar decisiones equivocadas sobre las expectativas de producción y sobre las verdaderas posibilidades de implementar el manejo de los bosques en el contexto de las demandas actuales y futuras por dichas tierras, frente a presiones por usos competitivos.

El esquema de la Figura 2 (Hutchinson, 1989), señala la necesidad de identificar y delimitar el uso actual de la tierra, especialmente con respecto a la producción forestal, la protección y la recreación pública. Dentro de las zonas a ser dedicadas a la producción forestal, es necesario diferenciar el bosque todavía ecológicamente estable, de las tierras degradadas. El bosque todavía ecológicamente estable se clasifica en: a) bosque primario no intervenido o aprovechado comercialmente para madera; b) bosque intervenido, y, c) bosque en estado de regeneración. En el esquema se indican las actividades que conducen hacia el manejo en estas clases de bosque. Las que son indicadas para el bosque dedicado a la producción forestal (casillero inferior derecho) conforman el marco técnico que se detallará seguidamente.

### **2.2 Planificación y control del aprovechamiento**

#### **2.2.1 Mejora del aprovechamiento tradicional**

El aprovechamiento tradicional en el bosque tropical (húmedo/latifoliado) es por lo general de carácter selectivo, extrayéndose un limitado número de especies de un determinado tamaño mínimo, en función a las exigencias del mercado y la capacidad de los operadores (madereros o extractores). Como suele practicarse corrientemente, esta actividad se considera de carácter destructivo, por: a) una desigual relación entre la madera extraída aprovechable y el daño y desperdicio ocasionado; b) carecer de una adecuada planificación que permita racionalizar el uso de los recursos de producción (principalmente la maquinaria); c) el escaso nivel de capacitación del personal involucrado (operarios), además del desconocimiento o no aplicación por este de medidas mínimas de seguridad.

Una característica que también acompaña a este sistema es el escaso control que puede ejercer el Estado, con frecuencia limitado por exiguos recursos de operación y un personal no capacitado. Todo esto se traduce en una baja eficiencia de las operaciones, pérdidas innecesarias de madera y otros recursos no maderables, mayores impactos al bosque residual y altos riesgos laborales (i.e. Marn y Jonkers, 1982; Hendrison, 1990; Cordero y Meza, 1992a).

Siendo el aprovechamiento comercial de madera por lo general la primera intervención importante en un bosque, puede entenderse que su correcta ejecución tendrá implicancias, ya no sólo sobre la rentabilidad inmediata de las operaciones, sino también sobre la productividad futura del bosque y sus

posibilidades de manejo sostenible, en términos de objetivos de producción y conservación. Esto significa que una extracción bien planificada, siendo más eficiente y controlando el impacto negativo de las operaciones, determinará en gran medida el futuro del bosque.

La correcta ejecución del aprovechamiento comercial presupone, en primera instancia, un cambio en la mentalidad tan común (del extractor tradicional) de sacar del bosque lo más que se pueda y de cualquier manera, sin pensar en lo que se deja para el futuro. Esta mentalidad minera y cortoplacista no es compatible con el manejo del bosque.

El aprovechamiento "mejorado" implica un cambio en el objetivo de maximizar las utilidades a corto plazo, por el de la producción sostenible (Hendrison, 1990; Cordero y Meza, 1992). El control en el aprovechamiento implica que: 1) las operaciones deben efectuarse de manera que minimicen el impacto sobre los valores no maderables del recurso, y, 2) las operaciones deben dejar al bosque en una condición que permita su rápida recuperación a su estado anterior al aprovechamiento, o algún otro estado deseable en términos silviculturales, ecológicos y sociológicos. Estos dos requisitos son esenciales para conciliar la producción (tanto de valores maderables como no maderables) con la conservación del recurso (Dykstra y Heinrich, 1992).

El mejoramiento de las operaciones tradicionales debe incluir una buena planificación previa del aprovechamiento, la educación y capacitación del personal involucrado, la supervisión Técnica en la ejecución de las diferentes operaciones (de inventario, construcción de caminos, corta de árboles y su arrastre), y las evaluaciones ex-post, que reflejan una preocupación por los valores no maderables del recurso y el estado futuro del bosque (Hendrison, 1990; Cordero y Meza, 1992; Dykstra y Heinrich, 1992a; Carrera, 1993; Quirós y Finegan, 1993).

## **2.2.2 Operaciones de pre-aprovechamiento**

Estas operaciones se refieren básicamente a la planificación previa al aprovechamiento de madera, y que se expresan a través de un plan. Este plan de aprovechamiento desea obtener la máxima calidad y cantidad de productos (en este caso, principalmente madera para aserrío), causando el menor daño posible al bosque.

Para lograrlo, como parte de la planificación previa se considera obtener información sobre aspectos tales como: área a aprovechar, ubicación de la masa a extraer y conservar (reservar), desarrollo del sistema de caminos o vías de extracción, sistema de corta, método de extracción, arrastre, carga y transporte, equipo a utilizar, etc. Además, es importante resumir esta información en mapas, figuras y cuadros, con fines prácticos, y ser comunicada y estar accesible a los involucrados (operadores, obreros).

Dykstra y Heinrich (1992a) mencionan otras consideraciones a tomar a cuenta en estos planes, como: consultas a las comunidades locales sobre posibles problemas y oportunidades en la ordenación cronológica, utilización de productos forestales no maderables, etc.).

### **2.2.2.1 Inventario operacional**

Esta actividad se aplica al inventario total de la masa forestal susceptible de ser sometida a aprovechamiento dentro del área prevista para la corta. También se la conoce como inventario total, de planificación, pie a pie, o, censo comercial. El propósito general es determinar la ubicación, el volumen e identidad de los árboles a extraer, así como las condiciones del terreno (topografía e hidrografía) y del bosque (efectos de fenómenos naturales o de actividades humanas). Esta información es requerida para la planificación del aprovechamiento (caminos y vías de arrastre, árboles a reservar, direcciones de caída de árboles a extraer, etc.), permitiendo un mejor uso de los insumos requeridos en las diferentes



operaciones de aprovechamiento, además de reducir el nivel de impacto negativo del aprovechamiento y la productividad futura del bosque.

En esta actividad se pueden considerar también árboles con diámetros aprovechables que deben conservarse (reservarse) en el bosque y, de ser posible, incluiría los árboles de futura cosecha, que quedarían debidamente marcados para reducir el riesgo de daños durante las operaciones de tala y arrastre.

En términos generales, el inventario operacional consiste en un recorrido por toda el área a aprovecharse, siguiendo fajas de 40 a 100 m de ancho, dependiendo de la topografía y la visibilidad. El equipo de trabajo puede estar compuesto de 3 a 5 personas, quienes se reparten las tareas de ir abriendo el carril que delimita las fajas, ubicar los árboles comerciales y registrar la información relevante de cada árbol (nombre común, dap, altura comercial, clase de calidad del fuste, dirección de la caída natural del árbol), su ubicación aproximada y una evaluación simple que califique la conveniencia de su extracción, según el grado de dificultad para extraerse y las restricciones de tipo legal.

Se recomienda que durante esta actividad se corten lianas gruesas de árboles a extraer, con el fin de disminuir los riesgos de amarre de copas al momento de la tala; esta operación podría hacerse varios meses antes de iniciar la corta. Los árboles inventariados son marcados (normalmente con pintura) y numerados correlativamente.

Como resultado de este inventario, se elabora un mapa-base conteniendo curvas de nivel, las características principales del terreno y la ubicación espacial de los árboles actualmente comercializables y aquellos a reservar, a fin de planificar la red de caminos. Este proceso puede simplificarse enormemente con la ayuda del programa topográfico SURFER (Cordero, 1992).

Para el cálculo del volumen de los árboles inventariados se emplea, ya sea una fórmula ampliamente aceptada (ejemplo: FAO), o bien se utilizan fórmulas derivadas de estudios de campo, o se hace uso de un factor de forma arbitrario (i.e. 0.7, trabajando con la altura comercial medida en el bosque).

**RESULTADOS:** En el Cuadro 2 se muestran algunos datos sobre la aplicación de este tipo de inventario en tres sitios demostrativos de la bajura húmeda tropical, donde se ha concluido la secuencia de operaciones de aprovechamiento de madera. Las diferencias encontradas en términos del número de árboles y el volumen aprovechable (primera sección del Cuadro 3) podrían explicarse principalmente por las intervenciones anteriores (aprovechamiento selectivo hace unos 30 años en Tirimbina) y la amplitud del grupo de especies actualmente comerciales (aún en número restringido en Nicaragua). Los rendimientos obtenidos son comparables, mientras que los costos acusan diferencias, explicables mayormente por el monto más bajo de los salarios que se pagan en el caso de Nicaragua.

A manera de ejemplo, el mapa de la Figura 3 muestra la distribución de la masa  $\geq 60$  cm dap en el sitio Los Laureles de Corinto, además de la topografía, los recursos hidrológicos y los caminos diseñados, tomando en cuenta los factores mencionados. Tales mapas se utilizan en el aprovechamiento, permitiendo por todo el personal involucrado la rápida ubicación de los árboles a extraer y a reservar.

#### **2.2.2.2 Selección y marcación de árboles a extraer**

De los árboles inventariados, se deducen los que no se extraerán por razones como (Carrera, 1993; Quirós y Finegan, 1993; UCA/CATIE, 1993): a) restricciones legales para su aprovechamiento; b) extracción dificultosa por las condiciones del terreno o del mismo árbol; c) mala forma del árbol, que ponía en duda la rentabilidad de su aprovechamiento bajo el método propuesto, y, d) evitar la creación de grandes claros cuando hay alta densidad de árboles que pueden extraerse. Además, se deducen aquellos árboles que califican como semilleros, en base a los criterios siguientes; pertenecer a una especie de interés comercial, fuste de buena forma y libre de defectos visibles, copa completa y no estar muy inclinado.

La selección se realiza primero en el mapa-base y luego a través de un recorrido por el área de corta. Tanto los árboles a ser aprovechados, como aquellos que se reservarán como semilleros, son marcados con pintura (diferenciándolos con una letra, i.e. "C" para corta y "R" para reserva).

**RESULTADOS:** La masa extraída en los sitios en referencia, entre 10 y 23 m<sup>3</sup>/ha, representó finalmente entre un 42 al 63 % del volumen calculado en el inventario; en cuanto al número de árboles, de 4 a 6 por hectárea, significó entre el 37 % y el 57 % de lo inventariado (Cuadro 3).

Como se aprecia en el Cuadro 4, entre una y tres especies son las que más se extrajeron: *Pentaclethra maculosa* en los sitios de la vertiente atlántica norte de Costa Rica, mientras que en la zona de Río San Juan lo fueron *Carapa guianensis* y *Virola* spp.; debe indicarse que en este sitio *Pentaclethra* (Gavilán) es también abundante, pero no se considera aún como comercial en el país.

Las diferencias entre la masa inventariada y la masa extraída se explican por las consideraciones prácticas o de tipo legal que se tuvieron en cuenta en la planificación pre-aprovechamiento. Además, durante la ejecución de las operaciones de campo siempre surge alguna modificación del plan original de aprovechamiento en lo referente a árboles a talarse, conforme se presentan situaciones no previstas, como árboles localizados en áreas que no resultan accesibles con el sistema de extracción empleado, o un volumen deficiente de árboles cuya extracción no compensaría costos incurridos. En general, entre las restricciones más frecuentes figuraron la cercanía a quebradas, extracción dificultosa y el evitar la apertura fuerte del dosel.

En cada caso, el volumen extraído fue adecuado para un aprovechamiento rentable, aún con la conservación de árboles semilleros y las restricciones aplicadas durante la operación.

### 2.2.2.3 Trazo de la red de vías de arrastre

Los caminos representan el aspecto más problemático de cualquier operación de aprovechamiento; sin embargo, estos normalmente se tornan esenciales, no sólo para la extracción de madera, sino también para permitir el acceso para efectos de manejo y control (Dykstra y Heinrich, 1992). A través de la información recogida en la etapa de planificación, se busca optimizar las operaciones por medio del trazo de una red de vías (primarias, secundarias y trochas), que represente la mejor alternativa para el arrastre, de tal modo de evitar obstáculos y recorridos innecesarios de la maquinaria y reducir daños al suelo y a la vegetación remanente. Los pasos que se incluyen son (Carrera, 1993; Quirós y Finegan, 1993; UCA/CATIE, 1993):

- a) Trazo sobre el mapa-base de la ruta por donde transitará la maquinaria, atendiendo a las condiciones topográficas y la ubicación de la masa a extraer; además, teniendo en cuenta que las trozas serían jaladas por el cable del tractor ("winche" o malacate) desde la pista de arrastre.
- b) Comprobación en el terreno del trazo definitivo, su conveniencia y posibles correcciones, a efectuar en el mismo campo; se apertura un carril angosto (1 m de ancho) para indicar su desarrollo.
- c) Ampliación de la vial o carril, cortando la vegetación baja (inferior a 5 cm dap) en un ancho de 3 a 4 m, con lo cual se indica al operador la ruta a seguir durante el arrastre, evitando que la maquinaria afecte áreas fuera de las destinadas para su tránsito.

FAO (1977) y Hamilton (1988) - citados por Dykstra y Heinrich, 1992a - describen los principios rectores para minimizar el impacto de los caminos. Por otro lado, a nivel de varias normativas oficiales (COHDEFOR, 1988; MIRENEM/DGF, 1990; SFN/IRENA, 1993), se especifican una serie de requisitos que deben cumplirse para la construcción de caminos forestales.

**RESULTADOS:** El mapa de la Figura 3 ilustra el trazo de las vías de extracción para uno de los sitios. El porcentaje del área aprovechada que resultó afectada por las vías (Cuadro 5) representó entre un 3,3% (Los Filos) a un 8,8% (Tirimina, considerando antiguas vías de extracción), cifras muy por debajo del que se suele dar para el aprovechamiento tradicional (i.e. Quesada y Solís, 1992; Cordero y Meza 1992b).



## 2.2.3 Operaciones de aprovechamiento

### 2.2.3.1 Tala dirigida

La práctica de la tala dirigida o direccional viene a ser el conjunto de Técnicas empleadas para tumar los árboles en la dirección más adecuada, de acuerdo a criterios técnicos. A través de la misma se pretende (Carrera, 1993): a) dejar las trozas en una posición cómoda para el arrastre, dirigiendo la caída del árbol entre 30 y 60 grados con relación a la trocha de extracción a utilizar; b) evitar pérdidas innecesarias en la madera cortada, tratando de que el fuste no caiga sobre obstáculos que puedan dañar la troza; c) minimizar los daños a los árboles de especies comerciales de futura cosecha.

Los pasos que se consideran para la operación de tala son: a) localización de árboles a cortar en el mapa-base; b) limpieza del fuste inferior del árbol; c) estudio del árbol: verificación de la dirección natural de caída, selección de la caída más adecuada, consideraciones de seguridad personal; d) apertura de ruta de escape; e) ejecución de la muesca y del corte de caída; en caso necesario, utilización de la cuña; f) limpieza para el troceo, desbase, despunte y troceo.

La operación de corta se realiza comúnmente por un motosierrista y su ayudante, quienes reciben orientaciones Técnicas sobre la importancia de una buena corta y en cuanto a la forma de direccionar la caída del árbol hacia zonas: sin obstáculos (para evitar daños a la troza), donde no se encuentren árboles de futura cosecha, donde no se encuentre una quebrada o nacimiento, donde se facilite el proceso de arrastre, esto es, en una dirección cómoda respecto al camino secundario para el arrastre, en sentido oblicuo de la pendiente. Otras pautas son ofrecidas por Hendrison (1990) y Dykstra y Heinrich (1992).

**RESULTADOS:** Los rendimientos y costos para la tala dirigida se presentan en el Cuadro 6. En comparación con rendimientos reportados para el aprovechamiento tradicional, del orden de los 15 a 25 árboles por día (Cordero, 1989), el mayor cuidado en esta operación repercute por lo general en una menor producción. Sin embargo, se cree que una mejor utilización del fuste aprovechable y menores daños al bosque remanente, son aspectos que compensarían esta diferencia.

En el sitio Corinto se incluyó una evaluación de daños de la corta, encontrándose que los daños ocasionados a los árboles remanentes por esta operación son relativamente bajos y dependen del número y volumen (o área basal) cortado por unidad de superficie; esto es, que a mayor cantidad de árboles y área basal derribada durante la operación de corta, los daños son mayores. Resultados similares fueron ya reportados por Jonkers (1987) y Hendrison (1990), entre otros. La mayoría de los árboles no sufrió ningún daño, debido esencialmente a la Técnica en el cambio de la dirección de caída natural hacia claros del dosel, o el de provocar la apertura de un solo claro con la corta de uno o más árboles cercanos. La corta dirigida, además, resultó en una mejora en la condición de iluminación en las copas de los árboles comerciales remanentes.

### 2.2.3.2 Arrastre controlado y carguío

La operación de arrastre tiene como objetivo trasladar las trozas desde el lugar de la corta hasta el patio de carguío. Generalmente se emplean sistemas convencionales de arrastre, en base a maquinaria como los tractores de oruga y los tractores articulados ('skidders'). Para el arrastre mecanizado se consideran dos fases:

- a) Arrastre desde el tocón hasta el patio de montaña, realizado con un tractor de orugas (D4-D o D-50), con winche y cable de 30 a 50 m - hasta 70 m al emplear una "linga"<sup>28</sup>. La maquinaria se

<sup>28</sup> Segmento de cable con adaptaciones (ganchos y argollas) para utilizarlas en el arrastre, sin estar amarrados directamente al winche (Quirós y Finegan, 1993).

desplaza por el camino de arrastre y utiliza el cable para acceder a las trozas. Quirós y Finegan (1993) señalan las ventajas del uso del winche para la extracción.

- b) Arrastre desde el patio de montaña al patio de carguío, sea con tractor de orugas o utilizando tractor articulado ("skidder").

Una vez colocadas las trozas en el patio de acopio, se procede a su troceo, según las dimensiones requeridas. Posteriormente, con un cargador frontal, o algunas veces con el mismo tractor de orugas, se finaliza con el carguío en camión, para su traslado hasta el aserradero o patio de embarque. Dykstra y Heinrich (1992a) mencionan un conjunto de pautas que pueden servir para reducir los daños asociados con la operación de arrastre.

Otra alternativa para el arrastre lo constituye la tracción animal, sea con bueyes o búfalos de agua. Las experiencias con esta tecnología son prometedoras (Cordero, 1991), tanto por el menor impacto que ocasionan al bosque, como por los menores costos de su adquisición y una reducción significativa en los costos operacionales.

**RESULTADOS:** A diferencia del arrastre tradicional, el tractor sólo transitó por los carriles marcados con anterioridad, "winchando" las trozas desde las viales. La distancia promedio de arrastre fue entre 350 m (Corinto) a 180 m (Los Filos). En Tirimbina se combinó el tractor articulado para la segunda fase. En el Cuadro 6 se ofrecen datos de rendimiento y costos asociados con esta operación. Las diferencias observadas entre los sitios se deben a las particulares condiciones en que se realizó esta operación en cada uno de ellos.

El arrastre controlado significó un menor impacto al suelo. En el Cuadro 7 se compara el porcentaje de área afectada por esta operación según una evaluación cualitativa del disturbio en el suelo superficial. Mientras que en los sitios demostrativos se causó un disturbio apreciable en un 5,5 a un 13% del área, en el caso de un aprovechamiento tradicional este puede llegar a cerca del 24%

## **2.2.4 Operaciones post-aprovechamiento**

### **2.2.4.1 Arreglo de caminos**

Al terminar con las operaciones de aprovechamiento, se presta atención al arreglo de los caminos, a fin de dejarlos en buenas condiciones para futuras intervenciones. Esto normalmente implica la construcción de gavetas, cunetas y barreras de agua para desaguar el exceso de precipitación sobre el camino (Carrera, 1993).

**RESULTADOS:** La aplicación de esta práctica en el sitio Corinto tuvo un costo de US\$ 194/km de vía (10 horas efectivas de maquinaria). Cordero (Comunic. personal, 1993) recomienda la clausura de vías después del aprovechamiento, para evitar la erosión.

### **2.2.4.2 Aprovechamiento de residuos**

Después de un aprovechamiento, es frecuente encontrar residuos con rendimientos comerciales, que generalmente son abandonados en el bosque. Una práctica que se está promoviendo es utilizar este material a través de su aserrío en el bosque, para obtener productos en distintas dimensiones que pueden dedicarse al autoconsumo o para la venta. Como equipo, se utiliza una motosierra (ejemplo, Stihl 090), a la cual se le adapta un marco metálico.

**RESULTADOS:** En Tirimbina se logró utilizar un promedio de 1,2 m<sup>3</sup>/ha de madera rolliza proveniente de troncos dejados en el bosque después del aprovechamiento comercial, obteniéndose un rendimiento de 52% (Quirós y Finegan, 1993). Las tablas (piezas de 3/4" x 5" hasta bloques de 5" x

5", en longitudes de 3,4,5, y 6 varas) se extrajeron del bosque con una yunta de bueyes. Esta práctica está siendo implementada en los otros dos sitios demostrativos.

## 2.3 Diagnóstico y tratamiento silvicultural

El aprovechamiento controlado deja al bosque residual en condiciones más favorables para su posterior manipulación. No obstante, las mejores condiciones creadas para la regeneración tienen una distribución aleatoria (allí donde los árboles fueron extraídos), quedando sectores del bosque que no fueron alterados.

Como parte de las operaciones de manejo, las intervenciones silviculturales posteriores tienen fundamentalmente el propósito de restablecer al más corto plazo el potencial productivo del bosque residual, orientándolo en mayor proporción hacia las especies que se quieren favorecer según los objetivos del manejo, mientras que se conservan los atributos esenciales para la sostenibilidad.

Los elementos que se consideran más útiles para ayudar en el diseño de estas intervenciones, aparte de contar con objetivos realistas para el manejo, consisten en un mejor conocimiento sobre la naturaleza del bosque, en cuanto a las especies que más lo caracterizan, su distribución, las condiciones de luz que reciben sus copas y el estado en que se encuentra la regeneración, esto es, las futuras cosechas.

### 2.3.1 Agrupación de las especies

La gran cantidad de especies forestales que se encuentran en cualquier bosque húmedo tropical dificulta la tarea del silvicultor, desde el punto de vista de cómo manipular ("domesticar" - Lamprecht, 1989) el bosque para aumentar su potencial económico y a la vez mantener su equilibrio dinámico. Con el fin de simplificar y ayudar en la interpretación de lo que se tiene en el bosque y cómo predecir cambios como resultado de las intervenciones, las especies forestales arbóreas suelen ser agrupadas mayormente según sus características biológicas y ecológicas. Estas especies comparten no sólo patrones generales de regeneración natural y potencial de crecimiento, sino también de propiedades de madera y usos generales (Whitmore, 1984; Hutchinson, 1989).

Los criterios ecológicos básicos para diferenciar las especies son el factor luz y su duración de vida. De allí, se han definido los siguientes cuatro grupos de temperamento (Finegan y Sabogal, 1989; Finegan, 1993):

- Heliófitas efímeras: especies que requieren un alto grado de luz para regenerarse y crecer; su vida es comparativamente corta (quizá no más de 20 o 30 años). Algunos ejemplos son: *Cecropia* spp. (Guarumo), *Ochroma lagopus* (Balsa) o *Croton killipianus* (Algodón).
- Heliófitas durables: especies que también requieren luz para crecer y reproducirse, pero no en grado tan extremo como las heliófitas efímeras; su duración de vida es además mayor (hasta varios centenares de años). Como representantes de este grupo se encuentran muchas de las especies actualmente comerciales, como: *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Vochysia ferruginea*.
- Esciófitas parciales: especies que toleran la sombra en las primeras etapas de su desarrollo, pero requieren de un grado elevado de iluminación para pasar por las etapas intermedias hasta la madurez; aumentan su crecimiento si el dosel del bosque se abre, permitiendo la entrada de mayor luz. Ejemplos: *Virola* spp., *Carapa guianensis*, *Pentaclethra maculosa*, etc.
- Esciófitas totales: especies que toleran la sombra en todas las etapas de su desarrollo, pero no tienen la capacidad de aumentar significativamente su crecimiento si se abre el dosel del bosque.

Ejemplos: *Minquartia guianensis*, *Licania triandra*, *Theobroma* spp. y en general muchas de las especies que sólo crecen hasta el nivel bajo del bosque.

De utilidad para el manejo se considera también una agrupación de las especies arbóreas según criterios comerciales, referidos al valor de su madera y las posibilidades para su comercialización. Una clasificación simple y de frecuente uso es la que considera los siguientes grupos comerciales (i.e. Finegan y Sabogal, 1988; Hutchinson, 1989):

- ☐ Deseables: especies que actualmente pueden ser comercializadas sin problema en el mercado nacional, alcanzando precios altos a medios.
- ☐ Aceptables: especies con un mercado restringido, alcanzando generalmente bajos precios.
- ☐ Otras: especies no comerciales actualmente.

**RESULTADOS:** En todos los sitios demostrativos se cuenta con una clasificación de este tipo para una proporción significativa de especies forestales encontradas en los inventarios. Esta clasificación es un proceso que toma tiempo, a medida que se va acumulando la información y la experiencia de campo. A nivel de los grupos comerciales, hay también hay revisiones periódicas, en la medida que se verifican cambios en los mercados.

### 2.3.2 Muestreo diagnóstico

Tiene como meta principal informar sobre la regeneración natural y la composición probable de la cosecha de madera en el futuro. El principio consiste en registrar el mejor ejemplar establecido ("deseable sobresaliente") de las especies de valor comercial en una parcela de tamaño fijo. El DS, que debe presentar un fuste único, recto, sano, de buena forma y una copa sana y vigorosa, se registra en función de la clase de tamaño (fustal, latizal, brinzal) y la iluminación que recibe la copa. El resumen de los datos indicará la necesidad o no de aplicar un tratamiento silvicultural al bosque aprovechado, la intensidad y tipo de este tratamiento y dónde aplicarlo.

La metodología empleada es la propuesta por Hutchinson (1989), utilizando cuadrados de 10x10 m sistemáticamente distribuidos sobre el área de corta. Donde sea posible, se utilizan las mismas líneas del inventario operacional para ubicar la red de cuadrados de muestreo. En el muestreo se puede toma en cuenta también la existencia de árboles remanentes de un aprovechamiento anterior y la proporción de áreas improductivas para la producción forestal (Hutchinson, 1993b).

**RESULTADOS:** En el Cuadro 8 se entrega un resumen de los resultados del muestreo diagnóstico aplicado en tres sitios demostrativos. Los costos de esta actividad son comparativamente bajos (ver más adelante), siendo la información que resulta de gran utilidad para las decisiones sobre manejo silvicultural. El porcentaje de ocupación del área por al menos un individuo "deseable sobresaliente" es bastante alto en el caso de los dos sitios de Costa Rica.

En el sitio de Nicaragua es, en términos generales, aceptable; en este caso no existe todavía un mercado para un grupo de especies que sí se comercializan en Costa Rica, mencionándose en particular al Gavilán (*Pentaclethra macroloba*) y al Almendro (*Dipteryx panamensis*). En la clase fustal (entre 10 cm dap y el diámetro mínimo de corta oficial, 60 cm dap) se encuentran árboles que se aprovecharían en un siguiente ciclo de corta. La clasificación de estos fustales según la exposición que reciben sus copas respecto a la luz solar - metodología por ejemplo en Hutchinson (1989, 1993b) - indica que en un 42% (sólo 18% en Los Filos) la copa está bien iluminada, no siendo necesario un tratamiento silvicultural que aumente esta condición. Sin embargo, la mayor proporción (en las clases de iluminación 3 a 5) sí podría beneficiarse de un tratamiento que mejore su condición de luz, aumentando co ello su crecimiento y acortando el tiempo necesario para una siguiente cosecha de madera.

### 2.3.3 Tratamiento silvicultural

Un tratamiento silvicultural se define como un conjunto de operaciones, cuyo propósito es dirigir el bosque hacia los objetivos de manejo; las operaciones pueden ejecutarse individual o simultáneamente, pero siempre cumpliendo el objetivo del tratamiento (Hutchinson, 1989).

Por medio de estas operaciones se desea manipular la dinámica natural del ecosistema, de manera que se aumente la productividad de biomasa utilizable. En términos forestales, esto puede explicarse como sigue

Finegan, (1992): En cualquier bosque natural existen especies comerciales en diferentes categorías de valor y especies sin valor comercial actual. Aquellos árboles de especies comerciales que reúnan características de buena forma, sanidad y vigor se consideran árboles de futura cosecha (traducción del inglés de "potential crop trees"). Estos tienen que competir por recursos con las especies sin valor comercial actual, por lo cual se reduce su productividad y la abundancia de su regeneración y se aumenta su mortalidad. Los tratamientos silviculturales buscan, así, reducir la abundancia de las especies sin valor comercial actual, aumentando la productividad comercial del bosque.

A través del tratamiento silvicultural se pretende específicamente: a) reducir la vegetación que impide y limita el desarrollo de los árboles de futura cosecha, para lograr aumentar su tasa de crecimiento, sobrevivencia y producción de frutos, y, b) promover indirectamente la regeneración de especies deseables.

Hutchinson (1989, 1993b) considera que, en la mayoría de casos actuales, es posible lograr estos objetivos a través de la aplicación de las siguientes operaciones silviculturales:

- a) Mejora del bosque residual, que consiste en proporcionar espacio suficiente a los árboles de las especies deseables, a través de la eliminación de los fustes sobremaduros, defectuosos y sin valor comercial. Se considera como una operación introductoria necesaria para iniciar el manejo ordenado de un bosque aprovechado sin criterios de manejo. Sin este tratamiento de mejora, cualquier otra acción silvicultural tendría pocas posibilidades de éxito.
- b) Liberación, cuyo propósito es asegurar un constante y máximo crecimiento de los árboles jóvenes deseables seleccionados para una siguiente cosecha. Esto se logra a través de la eliminación de la competencia que pueden ejercer sobre estos los árboles de especies con menor valor comercial. La liberación estimula la tasa de crecimiento diamétrico de los árboles seleccionados y evita mucho de la mortalidad natural que puede resultar de la competencia no atendida.

El tratamiento silvicultural se ha diseñado y aplicado por completo en los sitios de Tirimbina y Pilar de Cajón, ambos en Costa Rica. En Río San Juan, aún está pendiente su aplicación en Los Filos; sin embargo, se indican como referencia los resultados de un sitio cercano (5 km de distancia), en un bosque aprovechado selectivamente seis años atrás y al que en parte se le aplicó un tratamiento silvicultural (UCA/CATIE, 1991; UCA/CATIE, 1992; Castillo, 1993; Mejía, 1993).

En el sitio La Tirimbina, el tratamiento experimental aplicado fue una combinación de refinamiento<sup>29</sup> parcial y raleo de liberación. El refinamiento se aplicó a todos los árboles de especies actualmente no comerciales de un tamaño igual o superior a 40 cm dap, y consistió en el anillado del fuste y el envenenamiento del corte con un herbicida sistémico, "Tórdón-100", en concentraciones de 2,5% en aceite diesel. La liberación, como parte del tratamiento, se aplicó para favorecer a los árboles

<sup>29</sup> El refinamiento se define como la eliminación, de manera total, de aquellos árboles considerados indeseables y que muestren un diámetro (dap) mayor a algún límite.

de especies comerciales a partir de 10 cm dap y hasta el diámetro mínimo de corta. La operación fue realizada por una cuadrilla compuesta por tres obreros.

En el sitio La Lupe (Río San Juan), el muestreo diagnóstico indicó la necesidad de un tratamiento: un 27% de los cuadrados ocupados (90% del área) tenía la menos un fustal D.S., pero en aproximadamente la mitad de estos las copas se encontraban en una condición insatisfactoria respecto a la luz.

Se diseñó un tratamiento de mejora y liberación, para eliminar alrededor del 28% del área basal total. Sin embargo, lo aplicado sólo incluyó la liberación, por la imposibilidad de aprovechar árboles residuales de valor comercial, previstos como parte del tratamiento de mejora. El tratamiento se concentró entonces a la liberación de árboles comerciales seleccionados, en el rango diamétrico entre 10 y 60 cm dap. Los pasos seguidos fueron (UCA/CATIE, 1991):

- 1) Selección y marcación de árboles de futura cosecha. Recorrido del área por la cuadrilla (compuesta por tres personas (un técnico, un baqueano y dos obreros), abarcando fajas de ancho variable (entre 30 y 50 m). Se examinan los árboles de la lista de especies a favorecer (lista de entre 20 y 30 especies deseables y aceptables) que cumplan con estándares de calidad de fuste y forma de copa (vigor) y se marcan con pintura 'spray'. Se aprovecha para cortar lianas gruesas creciendo sobre el fuste de los árboles seleccionados.
- 2) Eliminación de árboles que compiten o van a competir en un futuro próximo con los árboles seleccionados. Opciones: a) corta directa con motosierra o hacha, en árboles hasta 20 o 30cm dap, o, b) por anillamiento y envenenamiento, para árboles gruesos cuya tala ocasionaría mucho daño a la regeneración establecida, además de crear claros muy grandes del dosel, que pueden favorecer la invasión de vegetación; se utilizó una mezcla del herbicida "Tordon-100" diluido al 2,5 % en aceite diesel, a razón de 5 lt/ha.

El sitio más documentado en cuanto a los resultados de un tratamiento silvicultural, es Pilar de Cajón, al sur de Costa Rica (Hutchinson, 1989, 1993a, 1993b; Picado, 1992). En este bosque secundario maduro (entre 35 y 40 años de edad), el muestreo diagnóstico (en base a 520 cuadrados de 10x10 m) arrojó que toda el área estaba bien provista de D.S. (ocupación completa), pero la condición de iluminación en un 55% de los fustales no era del todo satisfactoria. Aquí las intervenciones consistieron en un tratamiento combinado de mejora y liberación: se aprovecharon las trozas comerciales por encima de 50 cm dap y simultáneamente se trataron los individuos seleccionados de especies preferidas entre 10 y 49, a través de la liberación de la competencia directa de árboles vecinos (Hutchinson, 1993a). Las Figuras 4a y 4b ilustran gráficamente esto.

**RESULTADOS:** En el sitio Tirimbina, a través del tratamiento se redujo el área basal original en un 31% (7,8 m<sup>2</sup>/ha), siendo el mayor porcentaje de reducción de todas las actividades realizadas a través del proceso de manejo. En términos del número de árboles, los 74 individuos/ha eliminados representaron una disminución de casi 17% sobre la densidad original de árboles a partir de 10 cm dap. El rendimiento alcanzado por la cuadrilla durante esta operación fue de 0,76 ha/día, estimándose un costo de US\$ 48,25/ha. Al cabo de un año de aplicado el tratamiento, la decadencia y muerte posterior fue total en todas las especies tratadas, excepto en *Hirtella triandra* y *Pouteria campechana*, ambas de madera dura; sin embargo, una parte de los ejemplares de estas especies ya mostraba signos de decadencia.

En La Lupe, donde se trataron alrededor de 7,7 ha, se marcaron en promedio 35 fustales/ha para la futura cosecha, y se eliminaron cerca de 20 árboles/ha, tanto por corta como por anillamiento y envenenamiento. Los rendimientos fueron de 2.7 ha/día, a un costo de US\$ 96,1/ha. Una evaluación a casi año y medio del tratamiento (Mejía, 1993), mostró que un 81 % de los árboles envenenados había muerto, y un 11 % estaban levemente afectados (con un 25 % de la copa muerta).

En Pilar de Cajón, el tratamiento aplicado removió un 31% del área basal total original y un 15% del número de árboles. Para cada árbol seleccionado se entresacó un promedio de 1,16 árboles (de un total de 578 árboles/ha mayores de 10 cm dap), mientras que por cada metro cuadrado de área basal de



un árbol seleccionado se entresacó en promedio 1,42 m<sup>3</sup> (de un total de 19 m<sup>3</sup>/ha). el tratamiento produjo aproximadamente 8 m<sup>3</sup>/ha de madera para aserrío y 100 m<sup>3</sup> estéreos para leña. Los ingresos producidos por estos productos excedieron el costo de aprovechamiento y tratamiento (Hutchinson, 1993a).

Los efectos inmediatos de la liberación fueron sorprendentes: el crecimiento porcentual de árboles seleccionados y que fueron tratados fue de 7,9% (6,85 para todos los árboles tratados entre 10 y 49 cm dap) versus 4,3% para árboles seleccionados pero no tratados (3,8% todos los árboles sin tratar) (Hutchinson, 1993a).

## 2.4 Monitoreo de las operaciones iniciales de manejo

El manejo forestal debe ser evaluado por un monitoreo periódico, que incluye la recopilación, el registro y el reporte de información sobre el recurso forestal y las operaciones de manejo. Este monitoreo es requerido para que quienes manejan el bosque puedan asegurarse de que el plan está siendo seguido, para tener un seguimiento de lo que se invierte y se genera en el bosque, así como para estudiar la reacción del bosque a las operaciones de manejo. Es útil también como un medio para que otros (servicio forestal, compradores, etc.) puedan cerciorarse del avance y la forma de aplicación de las operaciones de manejo; además, el monitoreo ayuda para las revisiones periódicas de los planes de manejo, basados en la experiencia documentada (Synnott, 1991; Synnott y Palmer, 1992).

Como parte de las experiencias en marcha, todavía a escala relativamente pequeña, el monitoreo se viene realizando básicamente para evaluar la reacción del bosque a las intervenciones y para obtener estimados de los rendimientos y costos involucrados en la implementación del manejo.

### 2.4.1 Estudios a través de parcelas permanentes

Una práctica crecientemente difundida es el establecimiento de parcelas de medición permanente (PMP) para el monitoreo de los cambios que se dan en el bosque, sin y con las intervenciones de manejo, en términos de la composición de especies, la estructura del rodal y los procesos de crecimiento, mortalidad y reclutamiento. La metodología corrientemente seguida es la recomendada por Synnott (Synnott, 1979; Synnott y Alder, 1992). En general, las PMP son de 1 ha y se miden todos los árboles y palmas a partir de 10 cm dap. Finegan y Sabogal (1988) profundizan sobre el procedimiento utilizado por CATIE.

**RESULTADOS:** Se tienen establecidas más de 30 ha de parcelas de medición permanente, sólo en los tres sitios que se han venido mencionando (9 en Tirimbina desde 1988; 9 en Corinto desde 1988 y 1990; 8 en Los Filos desde 1992, y 6 en La Lupe desde 1991). Una parte importante de los resultados que es útil incluir aquí es el referente al crecimiento.

Los Cuadros 9 y 10 contienen datos preliminares sobre las tasas de incremento diamétrico calculadas para un grupo de especies en dos de los sitios demostrativos (Siteo, 1992, 1993). En ambos casos, los datos corresponden a bosques que recién entran en el proceso de manejo, por lo que las cifras reflejan la situación ex-ante (condiciones de bosque natural sin manejo).

El Cuadro 9 ilustra el rango de diferencias en las tasas de crecimiento entre los grandes grupos de especies heliófitas (durables en su gran mayoría) y esciófitas (la mayor parte esciófitas parciales). En promedio, se encuentra que las primeras crecen a un ritmo que es más del doble que las últimas. El promedio general de incremento diamétrico obtenido en ambos sitios es de alrededor de 0,3 cm/año.

El Cuadro 10 patentiza el efecto que demuestra tener la cantidad de iluminación que llega a la copa, así como la forma de esta, sobre el crecimiento diamétrico de los árboles. Algunas de las conclusiones a las que se está llegando son (Siteo (1992, 1993):

- la forma y exposición de la copa son los factores que más afectan el crecimiento;
- el crecimiento máximo suele detectarse, en general, en la clase diamétrica de 30 a 40 cm dap,

- de una forma general, las heliófitas crecen más rápidamente que las esciófitas, pero dentro de cada grupo hay especies de crecimiento lento y rápido;
- las especies comerciales crecen más rápido, con una mediana de 0,5 cm/año<sup>30</sup>.
- el crecimiento diamétrico de parcelas que fueron tratadas silviculturalmente (caso Tirimbina) aumentó después de un año de su aplicación; en particular, el crecimiento en los árboles de futura cosecha fue superior al conjunto de árboles de especies comerciales que incluían a defectuosos y enfermos. Se entiende que este resultado es muy preliminar. La misma tendencia está siendo constatada por Mejía (1993) en La Lupe.

El incremento en área basal fue calculado entre 0,3625 m<sup>2</sup>/ha (Tirimbina) a 0,3916 m<sup>2</sup>/ha (Corinto). La mortalidad está entre 1,5 a 2 %, mientras que la tasa de reclutamiento (ingreso de árboles a la clase diamétrica de 10 cm dap) es de 7,4% (Tirimbina) a 9,6 % (Corinto).

## 2.4.2 Evaluación de daños

El aprovechamiento de madera impacta sobre el ecosistema forestal en maneras que no se dan en forma natural: a) al extraer nutrientes del bosque en forma de troncos; b) al destruir en forma directa un número alto de árboles pequeños y regeneración menor (brinzales y plántulas), como resultado de las vías de arrastre y el paso de la maquinaria; c) al dañar la corteza y cambium del fuste inferior de árboles grandes a lo largo de las vías de arrastre, lo cual los hace vulnerables a enfermedades e infestación por termitas, y, d) al compactar el suelo a lo largo de las vías de arrastre, lo que afectaría la germinación de semillas y el crecimiento de las plantas que se establezcan, por un tiempo largo (Koppelman, 1990).

La determinación de los daños sobre la vegetación usualmente se lleva a cabo en las parcelas permanentes establecidas con anterioridad a las operaciones de extracción. Se evalúan los daños para la masa arbórea (a partir de 10 cm dap) en base a una clasificación visual de los daños a nivel de la copa y del fuste. En algunos casos, se incluye una evaluación de la regeneración menor, en subparcelas previamente establecidas. La evaluación de la vegetación dañada puede hacerse también para cubrir el área aprovechada, concentrándose en determinar el impacto sobre los árboles de futura cosecha (UCA/CATIE, 1991; López, en prensa).

Se puede considerar también una separación del daño producido por la tala y por el arrastre, con el fin de evaluar el impacto que produce cada operación. En el primer caso, se evalúa el daño ocasionado por árboles individuales talados sobre la vegetación adyacente (Cordero y Meza, 1992).

La evaluación del impacto al suelo se dirige sobretodo a estimar el porcentaje del área que resultó afectado por las diferentes vías de extracción y patios de montaña. A esto puede acompañarse una estimación cualitativa de la alteración o grado de disturbio que sufrió el suelo. Ambos aspectos fueron ya incluidos a nivel de resultados en las secciones 2.2.2.3 y 2.2.3.2.

La evaluación de daños como resultado del aprovechamiento comercial de madera ha sido tema de numerosos estudios. Para la región, se citan como fuente de información sobre metodologías y resultados los siguientes: Koppelman, 1990; Cordero, 1991; Vargas, 1991; Carrera, 1993; Quirós y Finegan, 1993; UCA/CATIE, 1993; Melo, 1993.

**RESULTADOS:** La aplicación de un aprovechamiento mejorado redujo sustancialmente los daños a la masa remanente. En el Cuadro 11 se muestran resultados expresados en porciento de árboles según categorías de daño, para Corinto y Los Filos. En Corinto, el total de árboles dañados representó el 16,7% del número de árboles y 13% del área basal; la tala en este sitio significó el 12% de los árboles originales (Carrera, 1993).

<sup>30</sup> Con las cifras obtenidas, se podría deducir que, mientras un árbol de crecimiento mediano necesita 100 años para crecer de 10 a 60 cm dap, uno de crecimiento rápido necesitaría sólo de 25 a 33 años (Sitos, 1992) muy preliminar. La misma tendencia está siendo constatada por Mejía (1993) en La Lupe.

La información de Los Filos se refiere sólo a los árboles de futura cosecha, que fueran previamente marcados (con pintura) durante el inventario operacional; se encontró que una proporción cercana al 12% resultó con algún tipo de daño (López, en prensa) . Actualmente se procesa la información tomada de las parcelas permanentes.

Para el sitio Tirimbina, se determinó que los daños producidos por el aprovechamiento representaron un 6% del área basal, correspondiente 4% a los árboles que resultaron muertos (Quirós y Finegan, 1993).

En general, la mortalidad registrada estuvo por debajo del 10% - comparable con otros casos similares, i.e. Quesada (1992); Méndez y Vargas (1992) -, y contrasta con lo reportado para el aprovechamiento tradicional, que incluso están por encima del 50% - i.e. Nicholson (1958), Marn y Jonkers (1982) y Uhl y Veira (1989).

### **3. ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO DEL MANEJO**

Es evidente la reducción que se registra en Centroamérica en cuanto a cantidad y calidad de los productos y los servicios del bosque. Como resultado, hay aumentos en los precios, el uso de especies que carecían de valor económico, una mayor presión y deterioro de los bosques, problemas para el abastecimiento sostenido a largo plazo y efectos de contaminación sobre el ambiente.

El deterioro y la escasez de madera y de otros productos forestales (problema económico) plantea el uso y el aprovechamiento de los bosques naturales remanentes bajo modelos de sostenibilidad.

#### **3.1 La necesidad de información de costos para el análisis económico**

En general, se carece de información cuantitativa para el análisis financiero y económico de planes del manejo de bosques naturales. En los sitios demostrativos del CATIE, se inició el control sistemático de costos e ingresos de las operaciones del manejo de bosques naturales. Los métodos para la recolección de la productividad y costos son: 1) tiempos y movimientos; 2) rendimientos por faena y, 3) recuperación de costos. El producto de esta actividad es disponer de una base de datos económicos para integrar, establecer, predecir costos e ingresos y practicar análisis financieros y económicos del manejo del bosques tropicales.

#### **3.2 El primer aprovechamiento y la determinación del margen bruto de ganancia**

La masa forestal natural es un producto o regalo de la naturaleza. Para extraer la madera, el maderero usualmente compra el vuelo forestal o el propietario del bosque invierte recursos (elaboración de plan de manejo, tecnología, mano de obra, maquinaria y otros insumos) para ejecutar las operaciones del primer aprovechamiento.

En los tres lugares analizados, los costos y rendimientos para extraer el volumen de madera puesta en patio presentan variaciones (Cuadros 6 y 12). El ingreso bruto por la venta (precio de venta de madera semidura en pie y en patio) varía de acuerdo con la dificultad de acceso del vehículo al patio. Los márgenes de ganancia en bruto (ingresos menos costos) en términos porcentuales fueron de 50% para la Tirimbina y 51% para Corinto (Cuadro 12). En los Filos, Nicaragua, el margen bruto se estimó en 85%; sin embargo, no se ha considerado los costos importantes que ocasiona la construcción de caminos al bosque, además de costos de operación de la empresa maderera. En los tres casos se incluyó el costo por concepto de impuestos por derechos de extracción.

En operaciones tradicionales, un maderero no incurre en costos de inventario, plan de manejo, inventario y planificación en oficina y campo, muestreo diagnóstico, tratamientos y la capacitación. Bajo estas condiciones, obtiene un mayor margen de ganancia, porque compra y paga la madera en pie a bajo precio y al transportarla y venderla en aserradero obtiene mayores precios.

### **3.3 El análisis financiero del manejo aplicado a dos casos**

La economía forestal contribuye en orientar decisiones del uso y del aprovechamiento del bosque bajo diferentes opciones Técnicas de manejo y analiza y determina las opciones que generan las mayores ganancias o beneficios.

La producción de los bosques naturales, bajo el concepto de sostenibilidad, se caracteriza por la ejecución de operaciones para extraer una parte del producto ahora y otra a futuro.

Se analizó el flujo de costos e ingresos de las opciones de manejo y se determinó la rentabilidad privada, en términos de "ahora". Los rendimientos físicos e ingresos se actualizaron utilizando una tasa del 22%. Esta tasa representó, desde la perspectiva privada, el costo de oportunidad del dinero que se invertirá en el bosque. Para comparar las opciones de producción y decidir la de mayor factibilidad, se utilizó como indicadores el valor actualizado neto (VAN) y la relación beneficio costo (B/C).

La información de los crecimientos y rendimientos físicos del bosque, así como las operaciones, rendimientos, costos y precios de la madera, permitieron integrar una proyección de los flujos financieros de los planes de manejo para Tirimbina y Corinto.

El modelo de plan de manejo de la Tirimbina (Cuadro 13) consideró una extracción de 10 m<sup>3</sup>/ha en el primer año, a pesar de que Técnicamente era factible extraer 18.4 m<sup>3</sup>/ha. Este volumen bajo se debe a que era un bosque intervenido 30 años atrás y que se pretendía dejar un bosque remanente que permitiera la futura sostenibilidad. Basado en los crecimientos, se estimó nuevas aprovechamientos para los años 20 y 40 y con los mismos volúmenes. Se utilizó como precio de la madera en pie US\$52.32/m<sup>3</sup> (según encuestas en la zona). En la finca Corinto, se aprovechó 19.6 m<sup>3</sup>/ha en el primer año. Nuevos aprovechamientos se estimaron igualmente para los años 20 y 40. El precio de la madera en patio fue de US\$ 46.41.

En los dos casos analizados, los resultados financieros son positivos. El valor actualizado neto por hectárea en Tirimbina alcanzó US\$ 340.00/ha y en Corinto US\$ 411.64. Estos montos equivaldrían a recibir US\$ 74.73 y US\$ 90.59/ha/año, respectivamente, durante 42 años. La relación beneficio costo en Tirimbina fue de 4.05 y para Corinto 1.99. (Cuadro 14) En ambos casos, el repago de la inversión se logra desde el primer año, porque la madera es un producto natural que genera ingresos desde el primer corte.

Comparativamente y bajo las condiciones analizadas, los resultados del valor actualizado neto son reducidos y apenas alcanzarían para satisfacer el mínimo vital por año para una familia de 4.5 personas. Sin embargo, el análisis de sensibilidad y lo que no dice el análisis financiero, revelan mayores oportunidades y potencial real para agregar mayor valor a las opciones de manejo.

### **3.4 Análisis de sensibilidad**

Este análisis se practicó para el bosque de la Tirimbina, el cual presentaba una situación crítica desde su inicio, porque era un bosque intervenido y esto permitió extraer solamente 10.1 m<sup>3</sup>/ha de madera. A pesar de esta limitación, habían posibilidades para lograr mayores ingresos netos en bosques de similar naturaleza. El análisis de sensibilidad verificó resultados bajo los escenarios siguientes:

- 2) aprovechar el volumen comercial máximo permisible Técnicamente para el manejo sostenible;
- 3) aprovechar el total de la masa comercial, pero con rendimientos a la mitad para los años posteriores;

Además, se analizaron estos mismos escenarios, tratando de captar mayor valor agregado a la madera. Para estos casos, se analizó la venta de madera en patio y en aserradero.

En general, los resultados financieros revelan (Cuadro 15) mejores perspectivas de ingresos para el propietario del bosque, bajo las condiciones analizadas. Mientras más avanza el producto (madera en pie, en patio y como madera aserrada) al consumidor final, se logra mayor valor agregado y mayores ingresos netos; además, el plan de manejo permite aprovechar más volumen por hectárea a bajos costos.

Hay que tomar en consideración que no se analizó la alternativa del aprovechamiento y venta de los residuos del bosque, lo cual contribuiría en incrementar la bondad financiera de los planes de manejo analizados.

Los bosques con mayor riqueza generarán mayores ingresos e indicadores financieros más favorables. La sostenibilidad financiera depende de los precios de la madera del mercado, de la disminución de costos, del aprovechamiento de los residuos de bosque y de la entrada al mercado de especies que aún no tienen alto valor económico, pero que dada la escasez, habría mayor potencial para las mismas.

### **3.5 Lo que no dice el análisis financiero**

El análisis financiero determinó la rentabilidad desde la perspectiva privada. Sin embargo, en América Central funciona la economía mixta; es decir, funciona el sector privado y un Estado regulador.

La empresa privada busca obtener ganancias; utiliza el principio de la eficiencia económica, aboga por que exista libre comercio de productos forestales, que se eliminen las autorizaciones de corta, los planes de manejo y otros controles que impone el Estado. Argumenta que la empresa privada es eficiente y capaz de lograr el aprovechamiento sostenido del bosque.

En contraposición, el Estado busca objetivos nacionales de bienestar social, el empleo, el mejoramiento del ambiente y de la vida de la población. Hay un conflicto entre intereses privados y los del Estado. Este último argumenta que los recursos naturales (aire, agua, bosques naturales, biodiversidad y ambiente en general) y los bienes y servicios que se generan, son de propiedad de la sociedad en general y es un capital natural.

Para cumplir con sus objetivos, el Estado interviene, trata de eliminar y corregir las distorsiones de mercado, especialmente en la administración de bienes públicos o cuando hay pocos productores o compradores de los productos forestales, o bien cuando existen otras fallas del mercado provocadas por la tradición, la falta de movilidad del bosque, el desconocimiento del propietario para utilizarlo como actividad rentable o como área privada de recreación, las elevadas tasas de desempleo, la falta de tierras, propiedad legal de tierras y las presiones de tipo político.

El Estado establece políticas o mecanismos de control sobre los bienes o servicios públicos, generando así transferencia de recursos del sector privado al sector público o viceversa. Los principales instrumentos utilizados son los impuestos, subsidios, incentivos forestales, tarifas de exportación e importación, cuotas, permisos, planes de manejo, prohibiciones, precios mínimos y máximos y otros.

En Centroamérica, el problema es reconciliar objetivos privados con objetivos nacionales (sociales). Idealmente, el Estado debería favorecer el desarrollo o el uso sostenido de los bosques naturales renovables, buscando: a) optimizar la producción; b) acelerar o desacelerar el uso de bosques naturales por su función ecológica o de protección; c) asegurar aumentos significativos en los ingresos de los propietario del bosque; d) buscar el uso sostenido de los bosques para futuro.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, ambos, el análisis financiero más el análisis económico, son insuficientes para captar los costos y beneficios reales para la sociedad. El análisis necesita considerar también los efectos indirectos que generan los planes de manejo para la toma de decisiones apropiadas, que permita reconciliar objetivos privados versus objetivos públicos (de la sociedad en su conjunto).

### **3.6 Los costos y los beneficios indirectos (intangibles) como resultado del uso y manejo de los bosques naturales**

La escogencia e implementación de opciones de producción de los bosques naturales siempre provoca alteraciones en los ecosistemas naturales. Cuando se utilizan los bosques naturales, se obtienen productos forestales. Pero también se remueve, se altera y se producen efectos (daños o beneficios) indirectos dentro del bosque y fuera del mismo (externalidades). La erosión del suelo, los daños a las árboles padres, a los nichos ecológicos, a la flora, fauna y a la biodiversidad en general, son costos indirectos in situ.

Externamente, también hay daños que se imponen a la sociedad en general, tales como alteraciones en el ambiente, el paisaje, la mayor dispersión de plagas, patógenos y vectores, el deterioro de la calidad de agua, la extinción de la vida o biota del ambiente y la contaminación del aire y agua para las áreas urbanas, entre otros.

La identificación, la cuantificación y la valoración (a precios de mercado o, indirectamente) de estos daños y beneficios indirectos y su incorporación en el flujo de costos e ingresos, contribuirá a resaltar el beneficio o el costo (social y ambiental) de un plan de manejo.

Idealmente, los planes de manejo deben buscar: a) que la biomasa en pie mantenga una alta proporción que le permita la regeneración natural. En el caso de la finca Tirimbina, después del aprovechamiento quedó más del 60% de árboles en pie. Esta masa se justificaría por la necesidad de proteger especies claves para el funcionamiento del ecosistema, dejar árboles semilleros (5.6 m<sup>3</sup>/ha), minimizar daños al suelo forestal y a la masa forestal restante, proteger la mayor cantidad de fauna y preservar el sistema hidrológico existente (1.8 m<sup>3</sup>/ha correspondiente a árboles cerca a quebradas). Todos los anteriores factores y aspectos no están incluidos en el análisis financiero.

El análisis financiero, más el análisis económico y los costos y beneficios indirectos tendrán mayor sentido para la sociedad en general cuando estos beneficios y daños se analicen y distribuyan entre los diferentes actores (propietario, obreros forestales, maderero, transportista, industrial de la madera) y otros que directa o indirectamente participan de la actividad de manejo sostenible de los bosques naturales de Centroamérica.

## **4. CONCLUSIONES**

El marco técnico descrito e ilustrado en su aplicación a algunos sitios de la bajura húmeda centroamericana, es del todo aplicable a otras condiciones posibles de encontrar en la región, con las debidas adaptaciones y modificaciones (simplificaciones) de cada caso en particular. Aparte de los factores de sitio (climatológicos, topográficos, hidrológicos y bióticos) y la condición del bosque como resultado de su uso anterior, otras consideraciones que entran en juego serían los objetivos del manejo y la escala de las operaciones.

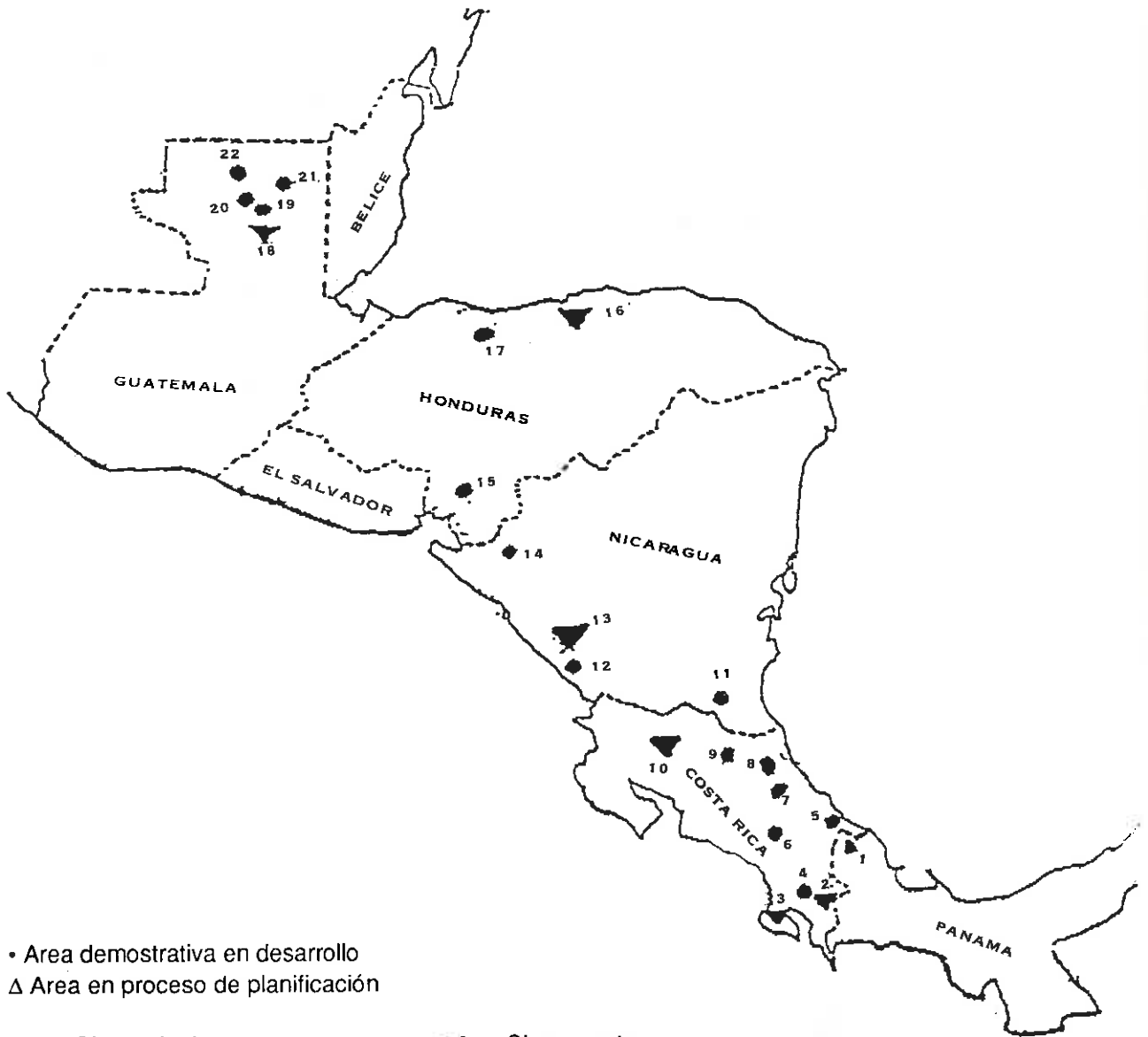
La atención se centra sobre los bosques primarios intervenidos o aprovechados, los cuales se consideran popularmente sin valor luego de que ha ocurrido el aprovechamiento comercial inicial, usualmente de carácter (muy) selectivo. Este recurso, sin embargo, muestra un alto potencial para su manejo, como lo demuestran los volúmenes residuales comerciales relativamente altos encontrados en varios sitios. Además, la accesibilidad suele ser más favorable y cuentan a menudo con una infraestructura interna de vías para las operaciones madereras.



La evolución de los mercados para especies forestales es un factor positivo que ayuda a la rentabilidad del manejo. Un ejemplo muy claro se da con el Gavilán (*Pentaclethra macroloba*) en Costa Rica: esta especie no era aprovechada hasta hace poco, y hoy cuenta con un mercado establecido, ubicándose entre las especies de valor medio. Se requiere promover nuevas especies al mercado y a la vez propender a un mejor uso a las que actualmente se comercializan.

En este mismo enfoque se quiere llamar la atención sobre el potencial de manejo de los bosques secundarios, con todas las ventajas para su manejo y los beneficios que aportarían a los propietarios y poblaciones que lo sepan valorar (i.e. Finegan, 1992; Hutchinson, 1992, entre otros).

PROYECTO PRODUCCION EN BOSQUES NATURALES



• Area demostrativa en desarrollo  
 Δ Area en proceso de planificación

- |    |                       |    |                |
|----|-----------------------|----|----------------|
| 1  | Changuinola           | 12 | Chacocente     |
| 2  | San Vito de coto Brus | 13 | Nandaime       |
| 3  | P. de Osa             | 14 | Chinorte       |
| 4  | Pérez Zeledón         | 15 | San Lorenzo    |
| 5  | Bri-Bri               | 16 | La Ceiba       |
| 6  | Villa Mills           | 17 | San Pedro Sula |
| 7  | Turrialba             | 18 | San Francisco  |
| 8  | Guápiles              | 19 | Flores         |
| 9  | Tirimbina             | 20 | San José       |
| 10 | Nuevo Arenal          | 21 | Tikal          |
| 11 | Río San Juan          | 22 | San Miguel     |

Figura 1. Ubicación de áreas de trabajo en Centroamérica (versión 1992)

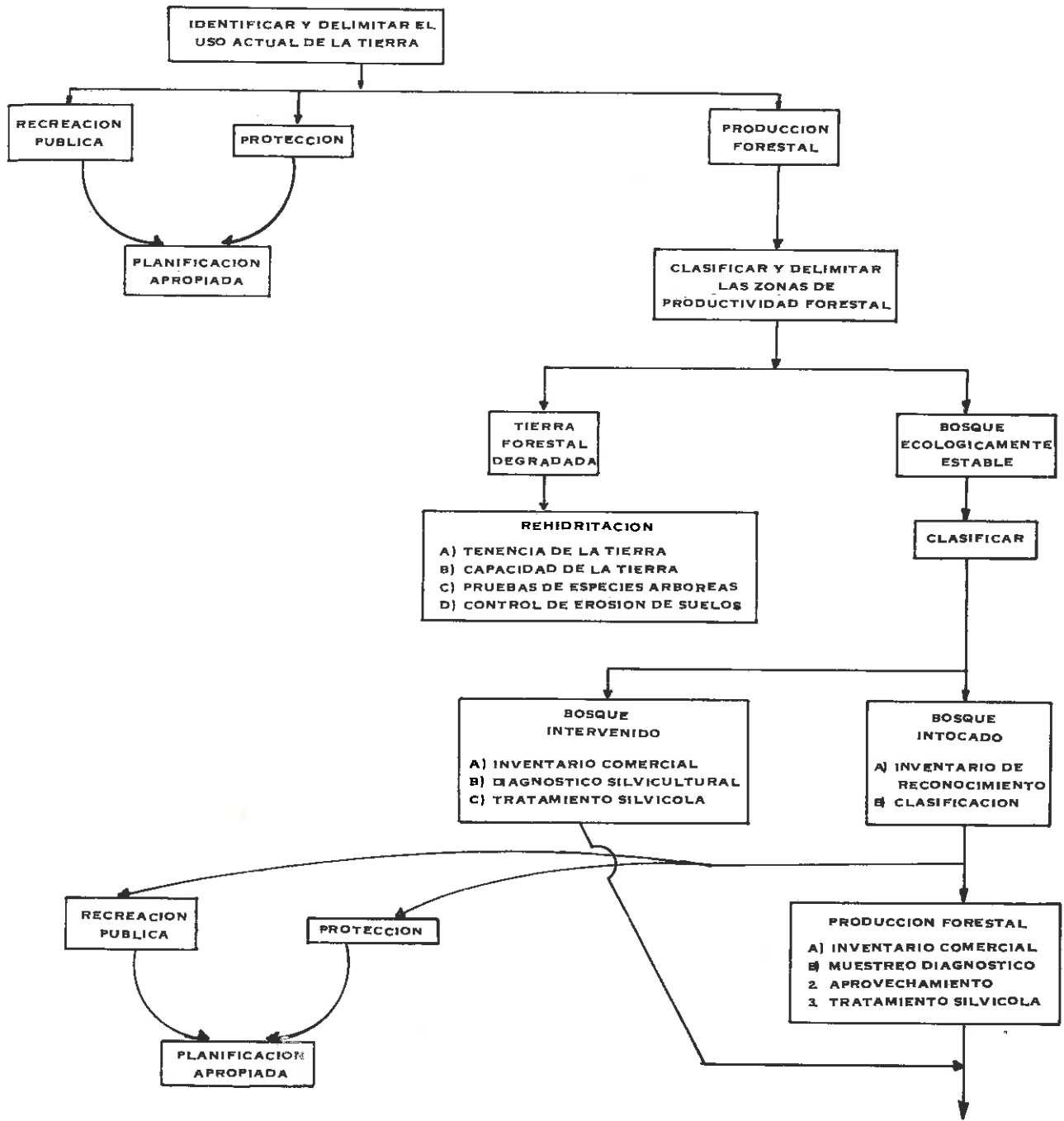
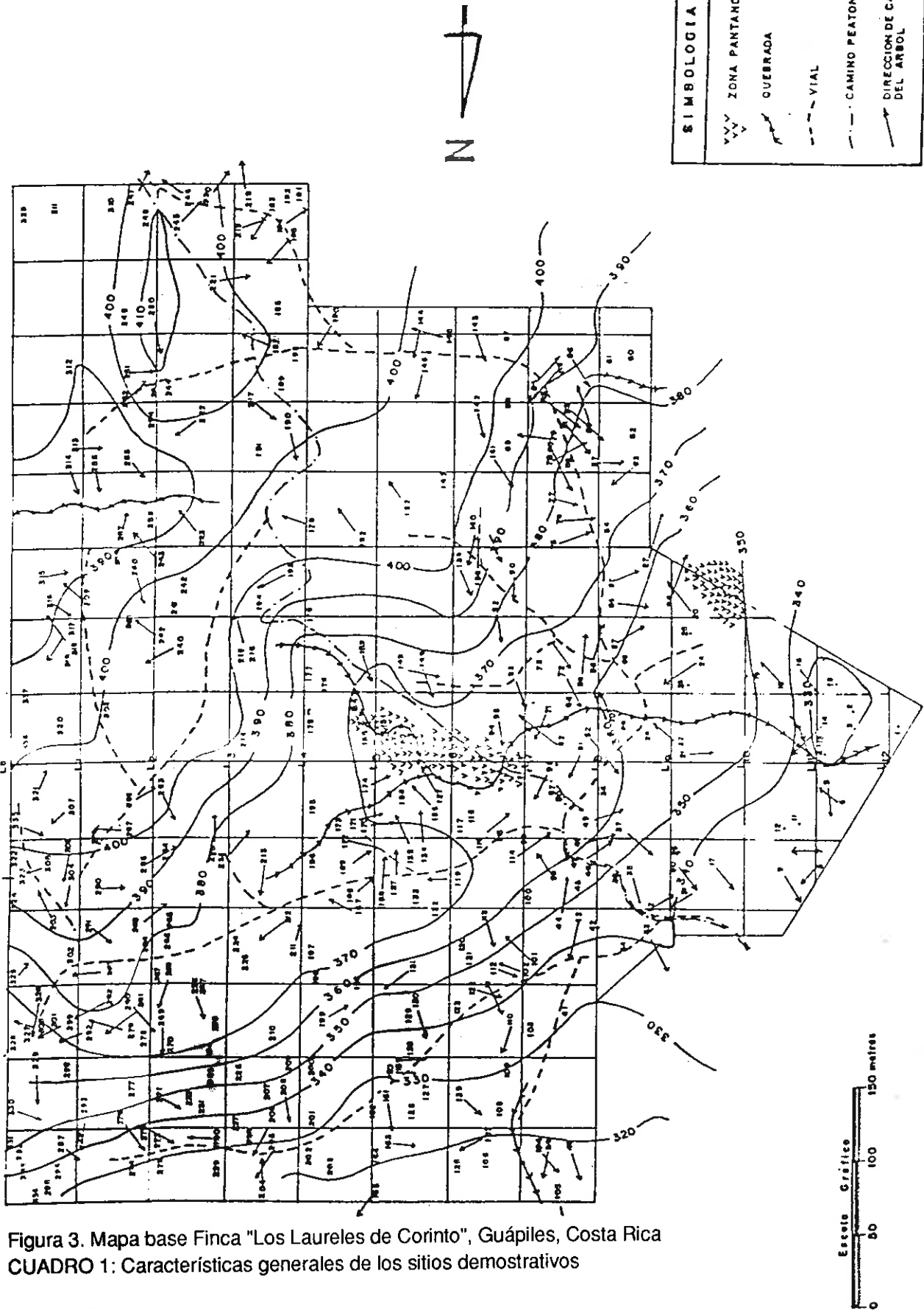


Figura 2. Opciones para la planificación del uso de las tierras forestales  
Fuente: Hutchinson, 1988



**CUADRO 2: Características básicas del inventario de (operacional en tres sitios demostrativos)**

Sitio	Area efectiva de inventario/operacional	Diámetro (DAP) mínimo de medición para los árboles a inventariar	Rendimiento por metros (m) o hectárea (ha) y día (d), para las fases de apertura de líneas y el propio inventario de los árboles. En paréntesis, el personal empleado, a nivel de técnico de campo (t) y obrero (o)		Costo en dólares americanos, calculados a la hectárea (ha)
			Apertura	Inventar	
TIRIMBINA (Sarapiquí, COS) 1/	29 ha	60	1224 m/d (1t + 2o)	3,8 ha/d (1t + 2o)	24,7/ha
CORINTO (Pococí, COS)	30 ha	60	1200 m/d (1t + 2o)	4,3 ha/d (1t + 1o.)	19,4/ha
LOS FILOS (Río San Juan, NIC) 2/	40 ha	55	800 m/d (2t + 4o)	5,0 ha/d (2t + 2o)	17,8/ha

**Notas:**

- 1/ Incluyó todas las especies potencialmente utilizables.
- 2/ Incluyó un muestreo diagnóstico a lo largo de las líneas.

**GUADRO 3: Comparación entre la masa inventariada y la masa extraída en tres sitios demostrativos**

Sitio	MASA INVENTARIADA				MASA EXTRAIDA		
	# sp. Com.	Nc / ha	Gc m <sup>2</sup> / ha	Vc m <sup>3</sup> / ha	Nc / ha	Gc m <sup>2</sup> / ha	Vc m <sup>3</sup> / ha
TIRIMBINA (Sarapiquí, COS) 1/	17	11,2	4,2	24,0	4,1 (37%)	1,6 (38%)	10,0 (42%)
CORINTO (Pococí, COS)	18	11,3	6,3	30,2	6,0 (53%)	2,5	19,0 (63%)
LOS FILOS (Río San Juan, NIC) 2/	19	6,7		41,0	3,8 (57%)		23,2 (57%)

**Simbología:**

- # Sp.= Número total de especies comerciales inventariadas.
- Nc= Número de árboles comerciales inventariados.
- Gc= Área basal de árboles comerciales inventariados.
- Vc = Volumen de fustes aprovechables de árboles comerciales, estimado de árboles en pie (según el inventario operacional).

**Notas:**

- 1/ Se inventariaron un total de 27 especies, 17 de las cuales eran actualmente comercializables. Se estimó un volumen de residuos en el bosque de 2,6 m<sup>3</sup>/ha.
- 2/ DAP mínimo fue 55 cm.

**CUADRO 4: Principales especies comerciales extraídas en tres de los sitios demostrativos.**

Sitio	Especies comerciales	Volumen M <sup>3</sup> /ha (%Vc)	# Árboles 1/ha (%Nc)
TIRIMBINA (Sarapiquí, COS)	Pentaclethra maculoba	12,9 (54%)	7,4 (67%)
	Vochysia ferruginea	2,1 (9%)	0,5 (5%)
	Humirastrium diquense	1,3 (6%)	0,5 (5%)
	Qualea sp.	1,2 (4%)	0,4 (4%)
CORINTO (Pococí, COS)	Pentaclethra maculoba	7,1 (37%)	6,2 (55%)
	Carapa guianensis	3,2 (15%)	1,4 (12%)
	Tapirira guianensis	1,5 (7%)	0,5 (8%)
	Hieronyma alchorneoides	1,4 (6%)	0,3 (4%)
LOS FILOS (R. San Juan, NIC)	Carapa guianensis	10,9 (47%)	2,0 (56%)
	Virola spp. 1/	8,5 (37%)	1,0 (28%)
	Sacoglottis trichogyna	1,2 (5%)	0,2 (5%)

**Leyenda:**

- Vc = volumen comercial; Nc = Número árboles comerciales
- 1/ V. koschnyi y V. sebifera.



**CUADRO 5:** Porcentaje de área afectada por las vías de arrastre en el aprovechamiento mejorado en dos sitios demostrativos y comparación con el aprovechamiento tradicional.

Vías de arrastre con maquinaria	Porcentaje de área afectada			
	TIRIMBINA (22 ha)	CORINTO (30 ha)	LOS FILOS (40 ha)	Tradic. 1/
Principales	8,8	2,1	1,4	4,6
Secundarias (trochas)		1,6	1,1	10,0
Patios de montaña	*	*	0,8	
Total:	8,8	3,7	3,3	14,6

1/ Datos de un aprovechamiento tradicional en la zona norte de Costa Rica. Fuente: Quesada, R. y Solís, M. 1992

\* Los patios de montaña se ubicaron fuera del área de aprovechamiento.

**CUADRO 6: Rendimientos y costos de las operaciones de tala y arrastre en tres sitios demostrativos**

Sitio	TALA			ARRASTRE		
	Rendimiento (Prs) Volumen - # Arb.	Costo (US\$/m3)	Rendimiento (Prs)		Costo (US\$/m3)	
			1a. fase	2a. fase		
TIRIMBINA (Sarapiquí, COS) 1/	12 m3 /d - 5 / d (1s+10)	2,7	4,06 m3 /h (1m=2o)	1,77 m3/h	15,5	
CORINTO (Pococi, COS)	48 M3/d - 11/d (1S+1o)	1,0	32,4 m3/d (1m+2o)	36,7 m3/d	9,8	
LOS FILOS (R. San Juan, NIC) 2/	68 M3/d - 15/d (1S+1o)	0,4	97,0m3/d (1m+2o)		3,5	

**Notas:**

Personal: S= motosierrista, m = maquinista, o = obrero  
 Tirimbina y Corinto se utilizó tractor a orugas D-4 y cable de 50 m  
 (extendido con una linga hasta 70m en el caso de Tirimbina).  
 En los Filos se utilizó tractor a orugas D-50 y cable de 30m de extensión.

- 1/. Rendimientos para el arrastre calculados por hora.
- 2/. Costos de la madera en patio de montaña.

**CUADRO 7:** Porcentaje de área afectada según grado de alteración del suelo después del arrastre en dos sitios demostrativos y comparación con el aprovechamiento tradicional

Tipo de perturbación del suelo 1/	Porcentaje de área afectada		
	CORINTO	LOS FILOS	Tradic .2/
1 = Sin disturbar	86,1	89,1	49,9
2 = Algo disturbado	9,5	5,4	26,4
3 = Muy disturbado	7,0	4,7	10,5
4 = Compactado	6,0	0,8	13,2
Total:	100,0	100,0	100,0

**Notas:**

1/. Clasificación según Cordero (1991) en las siguientes categorías de disturbio:

1 = sin disturbar: Materia orgánica en su lugar; 2 = algo disturbado: varía desde materia orgánica removida hasta suelo mineral expuesto sobre al materia orgánica; 3 = muy disturbado: suelo superficial removido y exposición de los horizontes inferiores, 4 = compactado: compactación obvia como consecuencia del paso de la maquinaria o arraste de trozas.

Resultado en base a un total de 296 (Corinto) y 295 (Los Filos) puntos de muestreo distribuidos en las 30 y 40 ha aprovechadas, respectivamente.

2/. Datos de un aprovechamiento tradicional en la zona sur de Costa Rica.

Fuente: Cordero, W. y Meza, A. 1992.

**CUADRO 8: Resultados del muestreo diagnóstico aplicado en tres sitios**

Area e intensidad de muestreo, rendimientos y costos		Porciento de ocupación de parcelas por individuos "deseables sobresalientes" (D.S.), porciento de parcelas vacías y porciento de fustales (>=10 cmdap) D.S. clasificados según la iluminación de su copa: 1 y 2 = copa bien iluminada, 3= copa con iluminación moderada (recibiendo algo de luz por arriba), 4 y 5 = copa pobremente iluminada - (Adaptado de Dawkins, 1958).										
Sitio	Area de muestra	Intens. muestreo	Rendimiento (Personas)	Costo (US\$)		% Ocupac. D.S.			Fustales D.S.			
				1/h a	1/m 3	F	L	B	% Parc vacías	1+2	3	4+5
TIRIMBINA (Sarapiquí, COS)	2,64 ha (n=264)	11,6%	58 n (0,58ha/d 1t+1b+1o)	9,5 4	9,9 5	44	10	34	12	42	42	16
GORINTO (Pococi, COS)	2,98 ha (n=298)	9,9%	99n (0,99ha/d 1t+1b)	3,1 8	0,1 7	69	8	22	1	42	31	27
LOS FILOS (Río San Juan, NIC) 1/	2,84 ha (n=284)	7,5%	80 n (0,80ha/d 1t+1b+1o)	5,0 0	0,2 2	26	24	11	39	18	43	39

n= número de cuadrados de 10x10 m utilizados para el muestreo

especies más frecuentes en el muestreo diagnóstico:

Tirimbina: *Pentaclethra macroloba*, *Vochysia ferruginea*, *Qualea* sp.

Corinto: *p. macroloba*, *Virola* spp., *Carapa guianensis*, *Minquartia guianensis*

Los Filos: *C. guianensis*, *Virola* spp., *Sacoglottis trichogyna*, *Terminalia* spp.

**CUADRO 9:** Tasas de incremento diamétrico mediano en cm/año para algunas especies en dos sitios demostrativos en Costa Rica

ESPECIES	GC	GE	TIRIMBINA	CORINTO 1/
<i>Vochysia ferruginea</i>	A	HD	1,10	
<i>Pentaclethra macroloba</i>	A	EP	0,60	0,52 - 0,70
<i>Viola korschnyi</i>	D	EP	0,60	
<i>Tapiria guianensis</i>	A	HD	0,50	
<i>Pourouma aspera</i>	A	HD	0,40	0,40- 0,60
<i>Viola sebifera</i>	D	EP	0,30	0,23- 0,60
<i>Tetragastria namensis</i>	A	EP	0,20	0,26- 0,40
<i>Minuartia guianensis</i>	D	ET	0,20	0,20- 0,20
<i>Carapa guianensis</i>	D	EP	0,15	0,07- 0,30
<i>Dendropanax arboreus</i>	A	HD	0,10	0,13- 0,15
<i>Faramea occidentalis</i> *	O	ET		0,07- 0,10
<i>Quararibea</i> sp. *	O	ET		0,02- 0,10

Fuente: Siteo (1992) y Siteo (1993)

Leyenda:

GC = Grupo comercial: D = especie deseable; A = especie aceptable; O (otras): especie no comercial.

GE = Grupo ecológico: HD = heliófita durable; EP = esciófita parcial,

ET = esciófita total

\* Especies del dosel intermedio. El resto alcanza el dosel superior del bosque.

1/ Valores para dos grupos de parcelas permanentes.

**CUADRO 10:** Efecto de la exposición de copa y de la forma de copa sobre la tasa de incremento diamétrico mediano en cm/año, para especies heliófitas (HEL) y especies esciófitas (ESC) en dos sitios demostrativos.

	TIRIMBINA		CORINTO 1/	
Clase de exposición de copa	HEL	ESC	HEL	ESC
1 = Emergente	0,8 0	0,8 0	0,6 - 1,0	0,3 - 0,95
2 = Plena luz	0,4 8	0,5 5	0,6 - 1,0	0,5 - 0,6
3 = Alguna luz vertical	0,5 0	0,5 0	0,5 - 0,4	0,5 - 0,7
4 = Luz lateral moderada	0,3 5	0,4 5	0,3 - 0,4	0,2 - 0,5
5 = Sin iluminación directa	0,2 0	0,4 0	0,02 - 0,1	0,1 - 0,2
Clase de forma de copa	HEL	ESC	HEL	ESC
1 = Perfecta	1,1 0	0,7 5	0,7	0,45- 1,5
2 = Buena	0,6 5	0,6 0	0,4 -0,6	0,4 - 0,6
3 = Tolerable	0,4 0	0,5 0	0,4 -0,3	0,2 - 0,5
4 = Pobre	0,1 2	0,2 0	0,1 -0,1	0,02- 0,3
5 = Muy pobre	0,1 0	0,2 0	0,01-0 ,3	0,0 - 0,0

Fuente: Siteo (1992) y Siteo (1993)

1/. Valores para dos grupos de parcelas permanentes.



**CUADRO 11: Porcentaje de árboles que resultaron dañados por el aprovechamiento controlado en dos sitios demostrativos.**

Categoría de daño	% árboles originales	
	CORINTO 1/	LOS FILOS 2/
1= sin daño	78	89
2= daño ligero	5	2
3= daño moderado	4	5
4= daño severo	3	1
5= muerto	9	3
Total	100	100

**Notas:**

- 1/ Evaluación de todos los árboles y especies a partir de 10 cm dap en 6 ha de parcelas de muestreo permanente.  
 2/ Evaluación de todos los árboles seleccionados para futura cosecha, entre 20 y 60 cm dap 40 ha aprovechadas.

**CUADRO 12: Margen bruto de ganancia (en US\$) por 3m de madera en rollo de tres sitios demostrativos**

Sitio	Ingreso Bruto /m3	Costo m3	Porcentaje ganancias /m3	Margen bruto ganancia /m3
LA TIRIMBINA	52.32 *	26.35	50	25.97
LOS LAURELES	46.41 **	22.62	51	23.79
LOS FILOS	50.00 ***	7.34	85	42.66

- \* Precio en pie \$ 52.32/m3 (Mezcla de especies y considerando el equivalente de 448 PMT = 1m3 (PMT = pulgada madera tica)  
 \*\* Precio en patio  
 \*\*\* Precio en patio estimado.

**CUADRO 13:** Modelo de manejo propuesto para el bosque primario aprovechado en Tirimbina, considerando como tentativa la programación de la segunda cosecha

MODELO DE MANEJO	
AÑO	OPERACIONES
0	Inventario y plan de manejo Inventario operacional
1	Plan de aprovechamiento Primera cosecha
2	Muestreo diagnostico Diseño de Tratamiento silviculturales
3	Aplicación de tratamientos silviculturales
10	Muestreo diagnóstico Evaluación y reajuste del plan de manejo
11	Tratamiento (si es necesario)
18	Inventario de Control
19	Inventario de planificacion
20	Segunda cosecha

Fuente: Quirós y Finegan, 1993

**CUADRO 14:** Cuadro Indicadores financieros del plan de manejo y del aprovechamiento del bosque natural en las fincas de Tirimbina y Corinto, vertiente atlántica de Costa Rica

Sitios	Aprovechamiento m <sup>3</sup> / ha	Precio US\$/m <sup>3</sup>	VAN /HA al 22% US\$	IEA/ha al 22%	B/C
TIRIMBINA	10.1	52.32	340	75	4.05
CORINTO	19.6	46.41	411	91	1.99

1 US\$ = C/. 137 (Colores); VAN = Valor actualizado neto;  
IEA= Ingresos equivalente anual.

**CUADRO 15:** Análisis de sensibilidad del plan de manejo de la finca Tirimbina, bajo diferentes escenarios

Escenarios	Aprovecham. m3/ha	Precio US\$/m3	VAN /ha al 22% US\$	EA/ha al 22%	B/C
Venta en pie					
R. D. G. F.	14.4	52.32	508	112	4.82
V. Máximo	18.4	52.32	657	145	5.38
V. Total	24.0	52.32	761	167	4.67
Venta en patio					
V. Real	10.1	68.67	304	67	2.16
R. D. G. F.	14.4	68.67	469	103	2.35
V. Máximo	18.4	68.67	614	135	2.46
V. Total	24.0	68.67	715	189	2.30
Venta en el aserradero					
V. Real	10.1	88.29	433	95	2.37
R. D. G. F.	14.4	88.28	664	146	2.64
V. Máximo	18.4	88.29	870	256	2.82
V. Total	24.0	88.29	973	214	2.53

- V. Real = Volumen real extraído
- R. D.G.F = Recomendación Dirección General Forestal
- V. Máximo = Volumen máximo permisible para sostenibilidad
- V. Total + Volumen total comercial