

Serie Técnica
INFORME TECNICO No. 225
Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales
Publicación No. 9

MANEJO SUSTENTABLE DE UN BOSQUE NATURAL TROPICAL EN COSTA RICA

definición de un plan operacional y resultados de su aplicación

David Quirós
Bryan Finegan

Publicación patrocinada por la
Cooperación Suiza al Desarrollo
COSUDE

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE
Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales
Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales
Turrialba, Costa Rica, 1994

CONTENIDO

PRESENTACION	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	1
LA ZONA DE ESTUDIO	3
Localización geográfica	3
Clima	4
Tipo de vegetación	4
Diseño del ensayo	4
MARCO OPERACIONAL	5
Modelo de manejo	5
Descripción de las actividades a realizar	6
Inventario preliminar y plan de manejo	6
Inventario de planificación	6
Planificación y ejecución del aprovechamiento	8
Plan silvicultural	10
APLICACION DEL MARCO OPERACIONAL	13
Inventario de planificación	13
Características del sitio	13
La masa arbórea	14
Planificación del aprovechamiento	15
Determinación de la masa a extraer	15
Control del aprovechamiento	17
Plan silvicultural	18
Muestreo diagnóstico	18
Tratamientos silviculturales	19
CONCLUSIONES	22
RECOMENDACIONES	23
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	24
AGRADECIMIENTOS	25
ANEXOS	26

FIGURAS

- | | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Ubicación del área de estudio | 3 |
| 2. | Distribución diamétrica del número de árboles y volumen del bosque primario intervenido en La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí | 15 |

CUADROS

- | | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Modelo de manejo propuesto para el bosque primario intervenido La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí | 6 |
| 2. | Número de árboles, área basal y volumen del bosque primario intervenido en La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí (dap \geq 60 cm) | 14 |
| 3. | Número de árboles, área basal y volumen no cortado debido a restricciones especiales en el bosque La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí (dap \geq 60 cm) | 16 |
| 4. | Ocupación de deseables sobresalientes (DS) según clases de iluminación (totales ha⁻¹) | 19 |
| 5. | Cobertura original, reducción por aprovechamiento y tratamiento silvicultural y estado post-aprovechamiento del bosque primario intervenido en La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí (dap \geq 10 cm) | 20 |

PRESENTACION

Desde 1984 el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), a través del Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales, el cual recibe apoyo financiero de la Cooperación Suiza al Desarrollo (CÓSUDE) y la Administración para el Desarrollo de Ultramar (ODA) del Reino Unido, ha venido realizando investigaciones y diferentes actividades de capacitación y enseñanza, sobre ecología y silvicultura de bosques naturales. Estas actividades se han realizado en coordinación con la Dirección General Forestal de Costa Rica.

Las acciones del Proyecto se dirigen hacia el diseño, desarrollo e implementación de sistemas silviculturales ecológicamente sostenibles, económicamente atractivos, técnicamente factibles y socialmente aceptables. Tales sistemas deben encaminarse en armonía con la naturaleza y basarse en procesos naturales, de manera que garanticen por un lado, la producción sostenible de productos forestales, y por el otro, las funciones intrínsecas y protectoras del bosque. La conservación del bosque y de sus procesos dinámicos productivos son los insumos más importantes para la producción forestal. Con este enfoque, la silvicultura concilia dos objetivos a menudo considerados excluyentes: producción y conservación. De esta manera, el manejo forestal puede convertirse en una herramienta valiosa para la conservación.

El Proyecto identificó dos zonas prioritarias: los bosques primarios de altura de la Cordillera de Talamanca de Costa Rica, y los bosques secundarios y primarios intervenidos de las zonas húmedas bajas de la vertiente atlántica de Costa Rica y Panamá.

El desarrollo y validación de modelos de producción forestal a partir del bosque natural, es un paso necesario para ofrecer dentro de una estrategia de conservación de los recursos naturales, opciones sostenibles de uso de la tierra que promuevan un modelo más adecuado de desarrollo en las zonas rurales de nuestros países.

El presente trabajo ofrece un modelo de manejo sostenible para un bosque primario intervenido de una zona húmeda baja de Costa Rica. El mismo resume los resultados de los primeros cuatro años de una investigación silvicultural, que incorpora los elementos operacionales y de ordenación del manejo.

El estudio fue desarrollado por el Sr. David Quirós, Asistente de Investigación del Proyecto y el Ph.D. Bryan Finegan, Ecólogo Forestal asignado al Proyecto desde 1988 por la Administración para el Desarrollo en Ultramar (ODA) del Reino Unido. A ambos se les agradece por esta valiosa contribución al conocimiento del manejo de los bosques tropicales.

*José Joaquín Campos A., D.Phil.
Líder, Proyecto Silvicultura
de Bosques Naturales*

RESUMEN

Este trabajo presenta un plan de operaciones para un modelo de manejo forestal de un bosque primario intervenido, ubicado en La Tirimbina, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. El sitio se encuentra a una elevación de 180 msnm, en la zona de vida bosque muy húmedo premontano transición a basal (bmh-P).

El objetivo del plan es desarrollar un manejo forestal exitoso mediante el aprovechamiento de los bienes maderables, aplicando técnicas de extracción y silviculturales concordantes con el objetivo de mantener y propiciar la sustentabilidad y rentabilidad del recurso.

Se realizó un inventario total (100% de intensidad) para las existencias maderables con dap ≥ 60 cm, en un área de 22,7 ha. Para lograr la ubicación precisa de los árboles se utilizaron parcelas (unidad de muestreo) de 20 m x 40 m.

Se logró identificar, ubicar y determinar características cualitativas y cuantitativas de los árboles de la primera cosecha. Además, se recolectó la información general del área relacionada con la hidrografía, topografía e infraestructura existente. Esta información se utilizó para definir los procedimientos técnicos apropiados para realizar una explotación racional, asegurando el rendimiento sostenido del recurso maderable.

Se registraron 282 árboles de los cuales, 254 corresponden a especies valiosas para la comercialización de madera para aserrío. En total se contabilizó un volumen comercial de 545,2 m³ (24 m³ ha⁻¹).

Se decidió cortar 94 árboles correspondientes a un volumen de 229,0 m³ (10,1 m³ ha⁻¹); o sea un 42% del volumen comercial existente. Se empleó tala dirigida y arrastre hasta los caminos por cable. La extracción hasta el patio se hizo con skidder de rueda.

Concluida la extracción se hizo un muestreo diagnóstico que evidenció la necesidad de someter la masa remanente a un tratamiento silvicultural capaz de propiciar mejores condiciones a la masa de futura cosecha. Se aplicó entonces un tratamiento silvicultural que consistió en la mezcla de una liberación de los árboles de futura cosecha y un refinamiento parcial del bosque en general, mediante el uso de un arboricida en la vegetación competente no deseada. Con la aplicación de dicho tratamiento, más el aprovechamiento y los daños causados durante el mismo, se obtuvo una disminución de 42,5% de área basal con respecto al valor original.

La anterior secuencia de actividades fue ejecutada durante los primeros cuatro años del modelo planteado. El éxito se alcanzará si logra una continuidad de todas las operaciones incluidas en el modelo de manejo y, si se dan evaluaciones a través del monitoreo de la masa remanente.

Un análisis financiero a publicarse en el próximo número de esta serie demuestra la rentabilidad de este modelo de manejo forestal.

ABSTRACT

An operational plan is presented for a management model for a disturbed primary forest at La Tirimbina, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. The site was situated at 180 masl in the premontane tropical wet forest, basal belt transition, life zone.

The objective of the plan is to develop successful forest management operations based on the harvesting of timber, applying those extraction and silvicultural techniques considered to be compatible with the ecological and socioeconomic sustainability of the forest resource.

The plan consists of the operations described below along with the results of their application in a 22,7 ha forest block at La Tirimbina.

In a total (100%) inventory, all potentially harvestable trees ≥ 60 cm dbh were recorded and mapped, along with detailed information on water resources, topography and existing infrastructure (extraction trails, log landings, etc.). This information was used to plan the procedures for the first harvest of timber to be carried out in this forest using criteria for sustainable management. A total harvestable volume of 545,2 m³ was recorded (24 m³ha⁻¹) from which 94 trees were cut for a total volume of 229,0 m³ha⁻¹ (10,1 m³ha⁻¹), 42% of the total commercial volume. Directional felling and skidding by bulldozer-mounted cable winch were employed. Logs were hauled to the landing by wheeled skidder.

Following the first harvest a diagnostic sampling was carried out which revealed the need for a silvicultural treatment in order to improve growing conditions for potential crop trees. An experimental treatment was therefore applied by poison girdling and consisting of the liberation of potential crop trees combined with a partial refinement of the forest as a whole. After harvesting and silvicultural treatment, forest basal area was reduced by 42,5% in relation to its' original value.

These operations were carried out during the first four years of management of the forest concerned under the model proposed. A financial analysis to be published in the next number of this series indicates that the management model is profitable. Detailed monitoring of forest ecological response to intervention is in progress.

INTRODUCCION

El bosque natural, manejado con objetivos múltiples de producción y protección, constituye hoy en día un componente integral de los planes de desarrollo de muchos países de América Latina. Sin embargo, pocos años atrás, la idea de que tal manejo pudiera ser técnicamente factible provocaba reacciones de escepticismo aún entre los mismos forestales de la región; que el manejo de bosques naturales tropicales pudiera ser rentable provocaba hasta risa.

Muchos factores han contribuido a hacer del manejo de bosques naturales un tema digno de la atención de los forestales, público en general, industrias de la madera y gobiernos de las regiones tropicales. El aprovechamiento incontrolado de los bosques y su destrucción a favor de usos supuestamente más productivos de la tierra, hasta hace poco efectuados ante la complacencia de casi todos los sectores de la población, son ahora delitos morales y legales. Mientras que algunas áreas boscosas son asignadas por los gobiernos a categorías de protección estricta, otras se convierten en bosque productor, apto para un manejo sostenible con fines de producción y base de un nuevo desarrollo industrial forestal.

Pero, ¿cómo se maneja un bosque natural tropical de manera que sea económicamente rentable, socialmente aceptable y ecológicamente sostenible? ¿Cómo se asegura el flujo de madera y otros productos a las comunidades y a las industrias, sin iniciar a la vez un proceso de degradación del ecosistema? Un manejo de este tipo nunca se ha realizado en América Latina. Esta falta de ejemplos concretos refuerza los argumentos de las personas que se siguen oponiendo al manejo de los bosques naturales tropicales. Algunos oponentes apoyan, por un lado, la preservación pura de la totalidad del ecosistema forestal natural; otros, por otro lado, apoyan el remplazo continuo del bosque natural con ecosistemas artificiales. Entre los forestales, algunos ven la enorme riqueza florística y faunística del bosque tropical como un obstáculo insuperable para su manejo. A veces se inician estudios de la composición y estructura del ecosistema virgen, con la esperanza de encontrar alguna clave que calme el temor que provoca la intervención del bosque.

La verdad es que el marco técnico para el manejo sustentable de los bosques naturales tropicales existe; uno de los objetivos de este trabajo es demostrar este punto. Sí se manejan bosques tropicales en el mundo, aunque cabe señalar que no es sólo el conocimiento de la factibilidad técnica lo que posibilita su puesta en marcha: se manejan bosques naturales tropicales en regiones y países donde las condiciones del mercado han evolucionado hasta tal punto que el manejo es económicamente atractivo. En términos generales, esta evolución de los mercados se da dentro de un contexto de demanda creciente (desarrollo socioeconómico) y oferta decadente (deforestación), y pasa por un cambio de una situación en la que

se utilizaban los mejores árboles de muy pocas especies, a una situación en la cual se utilizan la mayoría de los árboles de muchas especies. Este cambio se ha producido en Costa Rica en años recientes y, sin duda, se dará de manera generalizada en el trópico americano en un futuro cercano.

Dadas las condiciones de mercado favorables para el manejo, el marco técnico está a nuestra disposición. Esto no significa que exista una receta para la solución de cada problema puntual que surja en el manejo forestal. Lo que sí hay son lineamientos concretos para la puesta en marcha del manejo y criterios para la toma de decisiones y solución de problemas puntuales, a través de la iniciativa de personas y organismos directamente involucrados.

Una parte de nuestro marco técnico procede principalmente de los países tropicales de Africa y Asia, donde durante varias décadas se ha venido generando información sobre el tema (Neil, 1982). En el trópico americano, bosques naturales en la isla de Trinidad están bajo manejo desde los años 50 (Synnott, 1989). Esos bosques son comunidades vegetales típicas del noreste de la masa continental principal y comparten además muchas especies con los bosques de la zona atlántica de Panamá, Costa Rica y Nicaragua.

La otra parte del marco técnico para el manejo de los bosques tropicales, en especial lo relacionado con ordenación o técnicas de tala y arrastre, es sencillamente forestería básica sensata, aplicable y aplicada en cualquier bosque manejado del mundo.

No hace falta iniciar investigaciones sobre el manejo de los bosques tropicales de América Central con el fin de determinar si este manejo es técnicamente factible. De hecho, los bosques no protegidos desaparecerían antes de tener resultados confiables; pero si es necesario poner en marcha actividades efectivas de demostración y capacitación del manejo para hacer llegar los conocimientos donde puedan ser puestos en práctica. El marco general para el manejo forestal natural debe adaptarse a las condiciones locales; para ello, hay que establecer un programa piloto de manejo, aunque sea a escala mediana o pequeña.

La clave de un manejo forestal exitoso se encontrará a través de la acción. Las labores de investigación y monitoreo sobre temas como crecimiento y rendimiento y regeneración natural bajo diferentes regímenes de intervención se deben cumplir investigando los bosques bajo manejo, y con una estrecha colaboración entre los que manejan el bosque y los investigadores. Esta es la estrategia adoptada por el CATIE en sus trabajos de investigación, demostración, enseñanza y capacitación sobre el manejo de bosques naturales.

Dentro del contexto anterior, los objetivos del trabajo fueron los siguientes:

- señalar y describir las actividades necesarias para la puesta en marcha del manejo de un bosque primario, varias veces aprovechado, ubicado en una propiedad privada
- integrar dichas actividades en un plan operacional
- presentar los resultados obtenidos en los primeros cuatro años de la aplicación de este plan operacional
- con base en las experiencias generadas, hacer recomendaciones concretas para la puesta en marcha del manejo de bosques similares

LA ZONA DE ESTUDIO

LOCALIZACION GEOGRAFICA

El área de estudio se ubica en el sector noreste del país, al pie de la Cordillera Volcánica Central, en el caserío de Tirimbina, distrito La Virgen, cantón Sarapiquí, provincia de Heredia ($10^{\circ}24'$ norte, $84^{\circ}06'$ oeste). La altura sobre el nivel del mar está comprendida entre 180 m y 220 m (Figura 1).

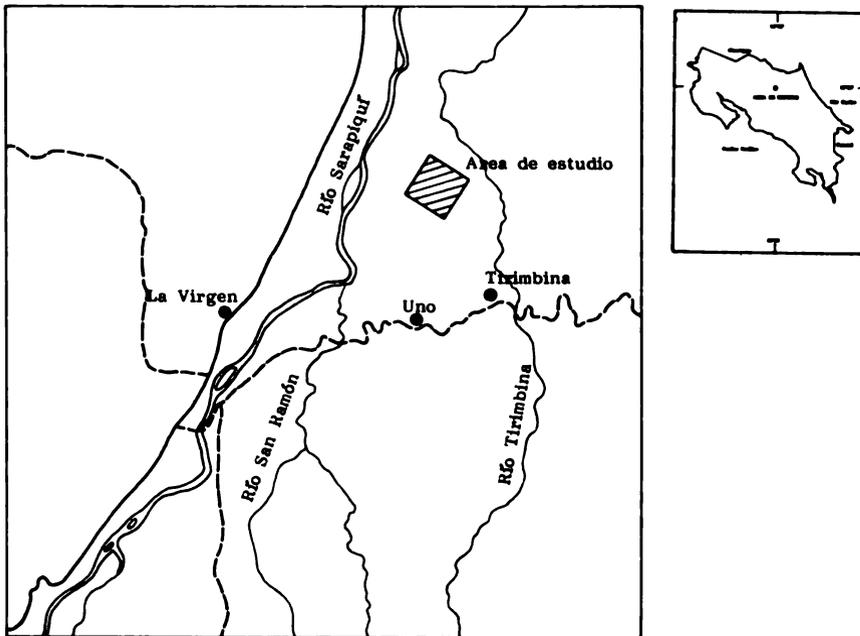


Figura 1. Ubicación del área de estudio en La Vertiente Atlántica de Costa Rica.

CLIMA

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida de Holdridge (1982), la zona de estudio pertenece a la formación vegetal bosque muy húmedo premontano transición a basal (bmh-P). Según los registros de la Estación Biológica La Selva (100 msnm), la temperatura media anual es 25,3°C con máximas y mínimas anuales que alcanzan 30,3°C y 20,2°C, respectivamente (IMN, 1992).

La precipitación media anual, según registro de las estaciones La Selva 1 y 2 ubicadas a 7 km del área de estudio, alcanza valores de 3721 mm (período 1959-1982) y 3833 mm (período 1982-1986), respectivamente. Se presenta típicamente una época menos lluviosa que comprende los meses de enero, febrero, marzo y abril.

TIPO DE VEGETACION

El bosque puede clasificarse como primario intervenido, debido a que presenta perturbación ocasionada por la explotación selectiva de especies de alto valor. La estructura y composición florística se recuperó probablemente en las áreas explotadas una vez en el año 1962 (Meir, Finegan y Zamora). Sin embargo, son apreciables las aperturas de caminos de extracción y patios de acopio en áreas que fueron explotadas. La última explotación tradicional se llevó a cabo al inicio de los años ochenta.

DISEÑO DEL ENSAYO

De acuerdo con el enfoque de manejo e investigación simultáneos, el área sometida a manejo representa a la vez un experimento formal. El diseño del ensayo considera los criterios para experimentos silviculturales de bosques húmedos tropicales que señalan Synnott (1978) y Alder y Synnott (1992).

El área experimental es de 540 m x 540 m para una superficie total de 29,2 ha. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, asignando parcelas individuales (parcelas de medición permanente) de 100 x 100 m, con una faja amortiguadora (borde) de 40 m. La superficie total de la parcela corresponde a 3,24 ha. Se compararon tres tratamientos con tres repeticiones:

- bosque con aprovechamiento y una mezcla de liberación y refinamiento parcial
- bosque con aprovechamiento y un tratamiento de protección del dosel superior
- bosque con aprovechamiento (testigo)

En el presente estudio se muestran los resultados provenientes de una superficie de 22,68 ha, pues las 6,48 ha restantes ya habían sido sometidas a un aprovechamiento en 1989, con el fin de probar aspectos de planificación y ejecución de las operaciones. Asimismo, solamente se consideran los resultados del tratamiento silvicultural "liberación y refinamiento parcial".

*MEIR, P.; FINEGAN, B.; ZAMORA, N. Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales Renovables, CATIE. Comunicación personal. 1992.

MARCO OPERACIONAL

A continuación se describe una serie de actividades relativamente novedosas en América Central, pero necesarias para integrar un plan de operaciones capaz de lograr el manejo sostenible del bosque primario.

El objetivo general de este plan de manejo es:

conservar el ecosistema forestal y sus funciones de protección del medio ambiente y producción de bienes.

En la función de la producción, el objetivo específico es:

mantener o aumentar el rendimiento de madera para aserrío cosechada en árboles de 50-60 cm dap.

MODELO DE MANEJO

El modelo de manejo forestal a desarrollar se basa en un sistema silvicultural policíclico, que plantea la programación y ejecución de varias cortas dentro del turno natural de madurez del bosque. Este sistema se ajusta a la distribución diamétrica en forma de "jota invertida", típica de los bosques primarios.

El período de cada ciclo de corta se estima en 20 años, susceptible de ser modificado de acuerdo con resultados posteriores de investigación sobre crecimiento y rendimiento del rodal. Este ciclo de corta se basa en el hecho de que el número de árboles remanentes de las especies comerciales de la clase diamétrica 50-59,9 cm es superior al número de individuos mínimo para asegurar la futura cosecha. Por otra parte, si se acepta el crecimiento diamétrico mediano anual de 0,5 cm año⁻¹, determinado por Siteo (1992) para especies de rápido y lento crecimiento en este mismo bosque, podría esperarse que los árboles de la clase diamétrica 50-59,9 cm hayan superado el diámetro mínimo de corta al cabo de los 20 años.

El aprovechamiento se realizó con una intensidad moderada para mantener la estructura disetánea de la vegetación. El modelo contempla planes especiales para ejecutar cada actividad u operación en la unidad de manejo (corta, extracción, muestreos post-cosecha).

El plan operacional fue diseñado, ejecutado y supervisado por los autores. Todas las actividades fueron ejecutadas por el personal del Proyecto CATIE/COSUDE en colaboración con DGF, Costa Rica y ODA, Reino Unido, a excepción de la extracción de la madera que fue realizada por un maderero de la zona, quien compró la madera talada y la extrajo bajo estricta supervisión del personal del Proyecto.

En el Cuadro 1 se resumen las operaciones consideradas en el modelo de manejo propuesto.

Cuadro 1. Modelo de manejo propuesto para el bosque primario intervenido La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí

Año	Operaciones
0	Inventario y plan de manejo Inventario de planificación Plan de aprovechamiento
1	Primera cosecha
2	Muestreo diagnóstico Diseño de tratamiento
3	Aplicación de tratamientos silviculturales
10	Muestreo diagnóstico Evaluación y ajuste de plan de manejo
11	Aplicación de tratamientos (en caso necesario) corta de salvamento
18	Inventario de control
19	Inventario de planificación
20	Segunda cosecha

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

Inventario preliminar y plan de manejo

El inventario preliminar se hizo siguiendo los lineamientos solicitados por la Dirección General Forestal (DGF) en la guía para la elaboración de planes de manejo y estudios de capacidad de uso de la tierra (MIRENEM, 1989). La información recopilada con el inventario sirvió de base para el plan general de manejo.

Inventario de planificación

Este inventario se conoce también como inventario total, inventario pie a pie o censo comercial. Es un inventario del 100% de los árboles comercializables. Con este, se logran aprovechamientos planificados menos dañinos y más productivos en términos de volumen extraído por unidad de tiempo que las explotaciones tradicionales (Marn y Jonkers, 1982; Jonsson y Lindgren, 1990). Lo anterior permite catalogar al inventario de planificación como una base vital de la sostenibilidad ecológica y económica del manejo de bosques naturales tropicales (Hendrison, 1990). Hutchinson (1992) indica que un inventario para fines de

aprovechamiento tiene que ser rápido y específico, tomando en cuenta únicamente los árboles de tamaño comercializable y los compartimientos a ser aprovechados en un año dado. El inventario se debe concentrar en el volumen en pie existente, la extracción, la corta y el transporte; esto es, lo necesario para preparar un programa para el aprovechamiento en el futuro próximo.

El inventario de planificación persigue los siguientes objetivos:

General

- generar información básica para la planificación adecuada de la primera cosecha dentro del marco de un manejo sustentable

Específicos

- lograr un conocimiento claro de las características del sitio que intervienen en el proceso de aprovechamiento forestal
- identificar los árboles de la cosecha inmediata y los de diámetros comerciales que deben conservarse en el bosque, con el fin de planificar la extracción, disminuir posibles daños y lograr mayor producción

Metodología. El inventario consideró el 100% de los árboles comerciales con diámetro igual o mayor a 60 cm (diámetro mínimo de corta). Consideró además, los árboles de las especies que no son comercializables en madera rolliza, pero que sí pueden tener otros usos (especialmente leña) y aquellos con cualidades comprobadas de alguna importancia ecológica (nicho y/o alimento).

El diseño empleado fue el siguiente:

Se marcaron carriles o picadas cada 40 m (Anexo 1). En dichos carriles se pusieron marcas sobre el terreno cada 20 m en forma continua, de manera que sirvieran de orientación para montar las unidades de medición (parcelas de 20 m x 40 m).

El ancho del carril fue el mínimo posible que permitiera una buena visibilidad y demarcación. Para medir la distancia se utilizó la cinta métrica o cuerdas previamente marcadas (en este caso cada 20 m). En caso de terrenos con pendiente, se midió colocando la cuerda en forma horizontal.

En los vértices de cada parcela de medición se colocó una varilla con una cinta de color resaltante en la cual se anotó el número correspondiente a cada parcela.

La información registrada incluyó tanto al individuo como al sitio. Con respecto al primero se consideró, para todos los individuos ≥ 60 cm dap, el nombre común y el diámetro a la altura del pecho (dap) medido con forcípula; se estimó la altura comercial y se calificó la calidad del fuste según la metodología de Hutchinson (1989). Para la identificación de los árboles se contó con la ayuda de un baquiano y en el caso de dudas y/o desconocimiento, se recolectaron muestras botánicas para su posterior identificación. Además, se recopiló otra información importante para la planificación del aprovechamiento, tal como: presencia de lianas, forma de copa, vigor del árbol, criterios y posibilidades para ser extraídos, dirección de caída más indicada, aperturas o claros del dosel y vegetación circundante.

A cada uno de los individuos registrados se le ubicó el número correspondiente con pintura de color llamativo, siempre en la misma dirección del recorrido para facilitar su posterior localización.

La ubicación precisa del árbol dentro de la parcela de medición se logró mediante la asignación de las coordenadas X y Y a los lados de 40 m y 20 m, respectivamente. Dentro de estos ejes, se hizo una división con líneas imaginarias formando dos bloques de cuatro cuadrados (10 m x 10 m) cada uno. A cada cuadrado se le asignó un valor de 1, 2, 3 y 4 para el eje X y 1 y 2 para el eje Y (Manta, 1989).

En lo referente a la información del sitio, se determinó la pendiente del terreno en el sentido de avance sobre los carriles, también se registró la ubicación de las quebradas o riachuelos y los caminos existentes.

La ubicación de cada individuo inventariado se hizo en condiciones de buena visibilidad y desde el carril. Cuando las condiciones de visibilidad no lo permitían (topografía y condiciones propias de la vegetación), se hizo un recorrido en forma de zigzag por cada una de las parcelas de muestreo.

Para el cálculo de volumen se utilizaron las fórmulas recomendadas por la DGF (MIRENEM, 1989).

Planificación y ejecución del aprovechamiento

Los planes de aprovechamiento centran su atención en asegurar la conformidad de la extracción forestal a los motivos múltiples de viabilidad económica y sustentabilidad ecológica. La preparación del plan de aprovechamiento se fundamentó en la información obtenida en el inventario de planificación.

Los objetivos de esta actividad fueron:

General

- Obtener la máxima calidad y cantidad de productos del bosque, principalmente madera rolliza, a un menor costo y causando el menor daño posible al ecosistema

Específicos

- Obtener del bosque los bienes maderables para ser extraídos en troza
- Mantener la continuidad de la capacidad biológica original; es decir, provocar la mínima alteración al ambiente.
- Propiciar los procesos de regeneración natural.
- Asegurar que las cosechas sucesivas no disminuyan; es decir, que el recurso mantenga su capacidad de sostenibilidad.
- Generar información confiable de las actividades realizadas.

Metodología. La planificación del aprovechamiento evaluó y determinó aspectos tales como: área a aprovechar, volumen a extraer, ubicación de la masa a extraer y conservar, recorrido del aprovechamiento, sistemas de corta, arrastre, carga y transporte y equipo a utilizar. Esta información se resumió, para fines prácticos, en

mapas, figuras y cuadros. Además, con el fin de ser aplicado eficazmente, debió ser accesible a todo nivel de operador (motosierrista, tractorista y ayudantes)

La planificación del pre-aprovechamiento incluyó la reapertura de los caminos ya establecidos, un recorrido de remarcación de los árboles (posterior al inventario pie a pie) determinando, para aquellos a ser aprovechados, su dirección definitiva de caída. Simultáneamente, se realizó el marcado o identificación de los árboles semilleros y de valor ecológico. También, se estableció la orientación de la red de caminos y trochas de arrastre y la delimitación y exclusión del aprovechamiento, de áreas que presentaban condiciones especiales (nacientes, quebradas, pendientes fuertes, zonas pantanosas).

Después de la limpieza de los caminos existentes que cumplían a cabalidad con el diseño de planificación, se abrieron caminos nuevos de estructura ligera, capaces de soportar el transporte intensivo y, finalmente, se establecieron trochas o caminos secundarios de uso moderado. Estos caminos se marcaron en el terreno considerando las condiciones topográficas y la ubicación de la masa a extraer. En la medida de lo posible, se orientaron por zonas de pendiente mínima, con el fin de reducir los costos de construcción y los daños al bosque. La construcción propia de la vía la realizó el tractorista siguiendo las rutas marcadas.

La construcción se realizó con equipo del menor tamaño posible (tractor de oruga D4), capaz de lograr la construcción adecuada.

Una vez concluidas las actividades citadas, se iniciaron las labores de corta, desrame y troceo. La dirección de caída es un aspecto fundamental a considerar en el aprovechamiento, pues facilita las operaciones de desrame, tronco y arrastre, con lo cual se busca disminuir los daños tanto al producto como al bosque remanente.

Las actividades de corta, desrame y tronco la realizó un sierrero y un ayudante. El primero se encargó del manejo de la motosierra, mientras que el segundo cumplió la función de limpiar el árbol, cortar las lianas, preparar las vías de escape, vigilar la caída y asistir en limpiezas posteriores a la caída, para desramar y trocear el árbol.

Fue de mucha utilidad la planificación de un sistema de extracción, debido principalmente a la topografía irregular que no permitió el acceso hasta lugares cercanos al pie de tocón. Para ello fue necesario realizar la extracción utilizando cables con adaptación a un "winch" en un tractor de oruga. Con este método de extracción se obtuvieron múltiples ventajas:

- las trochas no llegaron hasta el pie de tocón, lo cual disminuyó el área a ser alterada, así como los costos de apertura;
- por la longitud de los cables, fue posible aprovechar áreas poco accesibles; el "winch" permitió un rollo de 40 m de cable (con grosor de 1 pulgada); sin embargo, utilizando lingas se pudo lograr una longitud de 60-70 m con un "winch" regular adaptado a un tractor de oruga D4;
- el tipo de maquinaria utilizada permitió arrastrar el árbol completo, sin necesidad de trocearlo. Por lo general, se trató de jalarlo en línea recta de manera que la resistencia disminuyera y ocurrieran daños poco considerables al bosque remanente;
- se pudo elegir el camino de salida óptimo para cada árbol talado;

*Lingas: Segmentos de cable, con adaptaciones (ganchos y argollas) para utilizarlo en el arrastre, sin estar amarrados directamente del "winch".

- los trillos o huellas dejadas por el árbol extraído en sitios con pendientes fuertes no presentaron mayor problema de erosión, ya que fueron angostos y la vegetación los invadió rápidamente.

Posterior al arrastre pie de tocón-trocha, se realizó el arrastre hasta el patio utilizando un tractor forestal "skidder" y no el tractor de oruga, el cual es lento y pesado, provoca mayores alteraciones en la vía de arrastre e implica mayores costos de operación. Según Hendrison y de Graaf (1986) el skidder de ruedas es la máquina más eficiente para el transporte de trozas por caminos preestablecidos. Ya que estas máquinas están diseñadas para movilizarse únicamente sobre trochas, el daño al suelo se limitada a dichas vías.

La operación de arrastre pie de tocón-trocha la realizaron el tractorista y dos ayudantes; el arrastre trocha-patio fue ejecutado por el operador del "skidder" y un ayudante. En el primer caso se requiere de dos ayudantes para arrastrar el cable debido a su peso.

Una vez que los árboles estuvieron en el patio, se procedió a trocearlos de acuerdo a las dimensiones de aceptación en el mercado y la capacidad de transporte; para esta actividad se utilizó una motosierra. Posteriormente, se realizó la carga mediante la construcción de un cargadero tradicional, el cual consta de una rampa sobre nivel del suelo por donde son empujadas las trozas y acomodadas en el vehículo (camión o carreta).

El transporte hasta el aserradero se realizó en camiones de mediana capacidad y carretas arrastradas por tractor agrícola. Se eligió este tipo de transporte debido a las condiciones de los caminos de acceso, dimensiones de comercialización de la madera y distancia de recorrido.

Los residuos, que en los aprovechamientos tradicionales son abandonados en el bosque, fueron aserrados con una motosierra adaptada a un marco portátil. Este equipo fue de fácil transporte en el bosque, aún en zonas de difícil acceso.

Los productos aserrados fueron apilados dentro del bosque, en construcciones con techo plástico diseñadas para lograr un secado óptimo. El transporte desde el lugar de aserrío hasta estos sitios se realizó con fuerza humana, mientras que el desembosque se hizo con tractor agrícola.

Plan silvicultural

El plan silvicultural contempla la aplicación del muestreo diagnóstico, el cual sirve para determinar si la vegetación remanente requiere o no de la aplicación de tratamientos silviculturales.

Muestreo diagnóstico. Este muestreo es un implemento para la ordenación. Consiste en un muestreo parcial periódico, que proporciona un resumen matemático del estado de un bosque con respecto a la silvicultura y el manejo. Es un modo rápido y económico para llegar a decisiones sobre la naturaleza y la programación de los tratamientos silviculturales (Hutchinson, 1989).

El objetivo del muestreo diagnóstico es entonces, conocer las existencias y el estado silvicultural de los individuos de futura cosecha y determinar la necesidad de aplicación de tratamientos silviculturales.

Metodología. El muestreo se diseñó y realizó en forma sistemática, utilizando los carriles (cada 40 m) trazados para el inventario de planificación. Las parcelas de medición (10 m x 10 m) se distribuyeron sistemáticamente a la derecha e izquierda de estos carriles de inventario. La intensidad de muestreo fue de 11,64%, para 264 unidades de registro. Más información sobre metodología y análisis de la información en Hutchinson (1993).

El listado de las especies deseables utilizado en el muestreo diagnóstico se presenta en el Anexo 2. El principal criterio de selección fue su importancia comercial en el mercado de madera rolliza.

Tratamientos silviculturales. Los tratamientos silviculturales son una serie de operaciones con especificaciones propias que se han desarrollado paulatinamente en el último siglo en varias regiones del mundo como Malasia, Congo, Nigeria, Surinam, Queensland, Trinidad y otros (Baur, 1964; Lamprecht, 1990; Hutchinson, 1993). Estos tratamientos buscan mejorar las condiciones productivas de la masa de futuras cosechas, contribuyendo así a incrementar su rendimiento.

El propósito de los tratamientos es manipular la dinámica natural del ecosistema, de tal manera que se aumente la productividad de biomasa utilizable. Específicamente se persiguieron los siguientes objetivos:

- Reducir la vegetación que impide y limita el desarrollo de los árboles de futura cosecha, para lograr aumentar su crecimiento, sobrevivencia y producción de frutos.
- Promover indirectamente la regeneración de especies deseables.

Metodología. El tratamiento aplicado fue una combinación de las siguientes operaciones:

- Liberación, o eliminación de árboles de especies con menor valor comercial que compiten con árboles inmaduros de futura cosecha.
- Refinamiento, o eliminación total de los árboles indeseables que muestran un dap mayor a algún límite preestablecido (Henderson y de Graaf, 1986).

La liberación puede considerarse silvicultura *positiva*, pues se buscan y favorecen directamente los árboles de futura cosecha. El refinamiento, por otra parte, representa una silvicultura *negativa* debido a que se eliminan árboles de manera generalizada, sin tomar en cuenta la distribución de los árboles de futura cosecha. Desde muchos puntos de vista, el refinamiento como único enfoque silvicultural no es recomendable (Hutchinson, 1993); sin embargo, se justificó dentro del presente contexto debido a que el diámetro mínimo para su aplicación fue alto (40 cm dap), o sea que significó un refinamiento parcial.

Para la aplicación del tratamiento silvicultural se realizó un recorrido por todo el bosque, empleando los carriles del inventario de planificación como orientación. Se fueron identificando los árboles de futuras cosechas (no se marcaron) y se procedió de la siguiente manera:

En 9,7 ha que incluyen tres parcelas de medición permanente se realizó un refinamiento parcial y un tratamiento de liberación. El primero consistió en la eliminación de todos los árboles no comerciales con dap \geq 40 cm, salvo aquellos que fueron marcados para ser conservados durante el inventario de planificación.

El segundo consistió en la eliminación de todos los árboles ≥ 10 cm dap, cuyas copas oprimían, se traslapaban, o competían en un radio de 10 m con árboles de futura cosecha.

Los árboles a eliminar se marcaron con pintura para facilitar la búsqueda al realizarse el envenenamiento. Para éste se utilizó arboricida aplicado en un anillo de 10-15 cm alrededor de la circunferencia; la parte inferior del anillo se profundizó formando un canal capaz de retener el arboricida. El anillo se hizo lo más cerca posible de la raíz del árbol. En las especies capaces de ofrecer resistencia a este tipo de tratamiento, se hizo un anillo de mayor grosor. El envenenamiento se llevó a cabo en días sin lluvia.

El arboricida aplicado fue una mezcla de diesel con un herbicida sistémico (Tordon) a razón de 2,5%; se aplicó una dosis tal que humedeciera el anillo, evitando que el producto se derramara.

Durante doce meses se monitoreó mensualmente la respuesta de los árboles tratados, aplicando la siguiente escala:

- 0 = no muestra decadencia
- 1 = muestra follaje amarillento
- 2 = follaje y fuste afectado
- 3 = árbol moribundo
- 4 = a punto de morir
- 5 = muerto

Otras actividades del modelo fueron la corta de salvamento y el inventario de control. Ambas actividades están planificadas para los años 11 y 18 del modelo planteado.

Corta de salvamento. Es una intervención realizada en el intermedio del ciclo de corta; considera los árboles principalmente sobremaduros que permanecían en el sitio como árboles de sombra, de importancia ecológica, semilleros.

Inventario de control. Permite conocer aspectos de la masa vegetal establecida y no establecida; se utiliza la metodología del inventario preliminar.

APLICACION DEL MARCO OPERACIONAL

El plan operacional propuesto se aplicó sin mayores problemas, demostrando la factibilidad técnica de aquellas operaciones consideradas novedosas en el contexto costarricense. Desde el punto de vista técnico, su implementación en los primeros cuatro años debe considerarse un éxito. También el aspecto financiero es exitoso, ya que el análisis económico realizado (próximo número en esta serie) así lo demuestra.

INVENTARIO DE PLANIFICACION

Características del sitio

La topografía del sitio es variada, generalmente con pendientes desde 20% hasta 60%; las mayores se localizan a orillas de los cauces de las fuentes hidrográficas (quebradas). Las pendientes menores de 20% se encuentran en pequeñas áreas al pie o en las partes altas de lomas. En general el drenaje es bueno; sin embargo hay áreas inundadas al pie de las lomas y a la orilla de las quebradas.

Entre las pocas ventajas que ofrece el sitio figuran su relativa cercanía a una carretera principal y la existencia de caminos antiguos utilizables dentro del bosque. Desde todos los demás puntos de vista, el sitio debe calificarse entre moderadamente difícil a difícil para la actividad forestal. El conjunto de factores climáticos, topográficos e hidrológicos de la finca y la zona en la cual se ubica impone restricciones de todo tipo sobre las acciones de manejo. Por un lado, por ejemplo, la topografía variada determinó en gran medida el diseño del inventario de planificación limitando el recorrido a fajas de solo 40 m de ancho, cuando en otras situaciones se utilizan fajas de hasta 100 m de ancho (de Graaf, 1986). Por otro lado, la presencia de dos riachuelos y un área pantanosa en las apenas 23 ha sometidas al manejo limitó fuertemente las posibilidades de corta y/o extracción de árboles.

La masa arbórea

En las 22,7 ha bajo manejo, consideradas en este estudio, se registraron 282 árboles con dap \geq 60 cm; en área basal y en volumen representan 108 m² y 632 m³, respectivamente (Cuadro 2). Esta masa corresponde a 25 especies de 20 familias (Anexo 3).

Cuadro 2. Número de árboles, área basal y volumen del bosque primario intervenido en La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí (dap \geq 60 cm)

Especies consideradas	No. de árboles		Área basal (m ²)		Volumen (m ³)	
	Total	ha ⁻¹	Total	ha ⁻¹	Total	ha ⁻¹
Todas	282,0	12,4	107,8	4,7	631,8	27,8
Comerciales	254,0	11,2	96,3	4,2	545,2	24,0
No comerciales	28,0	1,2	11,4	0,5	86,6	3,8

La especie dominante fue gavilán (*Pentaclethra macroloba*) con 171 individuos (7,4 ha⁻¹; 67% del número total comercial) y un volumen de 293 m³ (12,9 m³ ha⁻¹; 54% del volumen comercial). En menor representación se encontraron areno (*Qualea sp.*), botarrama (*Vochysia ferruginea*), lorito (*Humiriastrum diguense*); y en representación aún más escasa las especies de mayor valor comercial: caobilla (*Carapa guianensis*), amarguillo (*Aspidosperma cruentum*), ajillo (*Pithecellobium elegans*), manú (*Minquartia guianensis*), pilón (*Hieronyma alchorneoides*), corteza (*Tabebuia chrysantha*), roble (*Terminalia bucidiodes*).

La dominancia de gavilán (*P. macroloba*), se debe a que dicha especie hasta hace cinco años no tenía aceptación comercial. En los bosques explotados en años más recientes, la masa comercial de esta especie es, sin duda alguna, mucho menor. Gavilán es típica de los bosques de suelos con fertilidad regular o baja de la zona Atlántica de Costa Rica, hasta elevaciones de 400 msnm.

La escasez de las demás especies comerciales en La Tirimbina, se debe en parte a las explotaciones selectivas del pasado, y en parte, a su escasez natural en los bosques primarios prístinos de la zona (Hartshorn y Poveda, 1990). No cabe duda de que en muchos bosques primarios de la zona atlántica de Costa Rica, explotados anteriormente, han quedado volúmenes significativos de madera de *P. macroloba*. El aprovechamiento de esta madera representaría, como en Finca Tirimbina, un primer paso financieramente atractivo del manejo en bosques similares.

Las especies sin ningún valor comercial constituyen sólo un 10% del total de árboles \geq 60 cm dap (Cuadro 2). Entre ellas figuran principalmente caimito (*Pouteria campechana*), peine de mico (*Apeiba membranacea*), pejibaye (*Hirtella triandra*) y sapotillo (*Pouteria sp.*). Todas ellas, a excepción del peine de mico son excelentes para leña y son muy utilizadas para tal fin por los vecinos de las zonas rurales.

Las distribuciones diamétricas del número de árboles y el volumen muestran una disminución progresiva a medida que aumenta la clase diamétrica. En la clase

diamétrica menor (60-69,9 cm se concentró el 59% del total de individuos y el 47% del volumen total (Figura 2).

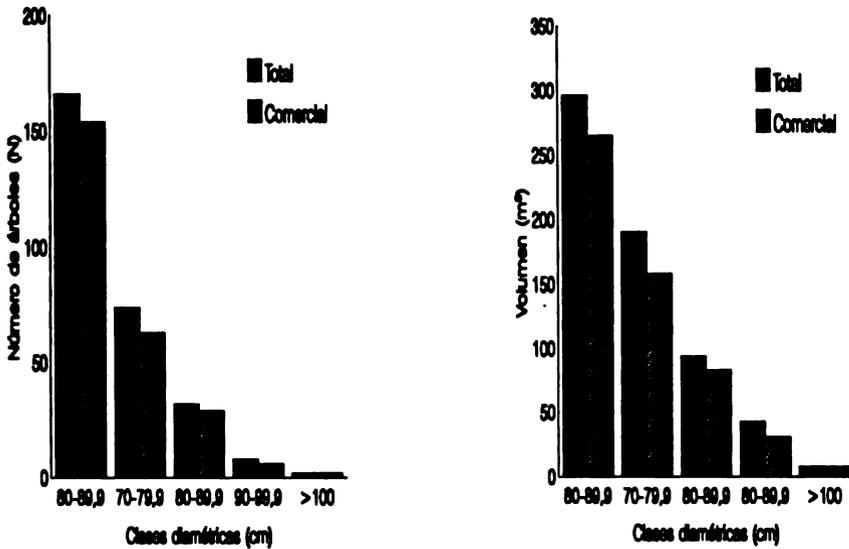


Figura 2. Distribución diamétrica del número de árboles y volumen del bosque primario intervenido en La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí

PLANIFICACION DEL APROVECHAMIENTO

Determinación de la masa a extraer

De los 254 árboles de valor comercial registrados con $dap \geq 60$ cm, se seleccionaron 52 individuos ($2,3 \text{ ha}^{-1}$), con un volumen total de 128 m^3 ($5,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), para ser conservados como semilleros o por su valor ecológico*. Por lo tanto, la masa total comercial aprovechable se redujo a 202 árboles con un volumen total de 418 m^3 y un área basal de 75 m^2 ($9 \text{ individuos ha}^{-1}$, $18,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $3,3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$). Más detalles en el Anexo 4.

No obstante, durante la ejecución del plan de aprovechamiento se percibió la necesidad de hacer modificaciones en lo referente a los árboles por talar, conforme se presentaban algunas situaciones no previstas, como:

*Árboles total o parcialmente huecos que presentan condiciones para nichos o árboles de reconocida importancia en la alimentación de especies de fauna.

- cercanía a fuentes hidrográficas: se bajó la intensidad y controló aún más la corta en lugares cercanos a las quebradas y en pendientes fuertes;
- apertura del dosel: no se talaron árboles cuando ello hubiera provocado la formación de aperturas muy grandes en el dosel superior. Esta medida evita el establecimiento de rodales coetáneos extensos dominados por especies sin valor comercial. Esta fue la circunstancia más importante para disminuir la intensidad de corta (Cuadro 3);
- caída inapropiada: a pesar de que la caída siempre fue dirigida, se tomó la decisión de no talar algunos árboles por su posición en el terreno y su inclinación natural difícil de corregir. Se evitaron así mayores daños al bosque y al mismo producto;
- áreas no accesibles con el sistema de extracción empleado: se presentó una zona de topografía irregular donde las distancias de arrastre superaban la longitud de los cables utilizados. La opción era recurrir a la construcción de caminos adicionales a elevado costo. Por tal razón no se realizó la extracción en tales áreas;
- volumen deficiente: se encontraron árboles comercializables cuyo volumen no era suficiente para cubrir los costos de extracción. Esta situación se presentó frecuentemente en áreas de difícil acceso en donde los costos de extracción serían mayores.

Cuadro 3. Número de árboles, área basal y volumen no cortado debido a restricciones especiales en el bosque La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí (dap > = 60 cm)

Restricción	No. de árboles		Área basal (m ²)		Volumen (m ³)	
	Total	ha ⁻¹	Total	ha ⁻¹	Total	ha ⁻¹
Cercanía a fuentes hidrográficas	25	1,1	8,59	0,38	41,58	1,8
Apertura del dosel	40	1,8	13,63	0,60	71,31	3,1
Caída inapropiada	16	0,7	6,12	0,27	29,92	1,3
Áreas no accesibles	17	0,7	6,94	0,30	41,03	1,8
Volumen deficiente	10	0,4	3,29	0,14	4,71	0,2
Total	108	4,7	38,57	1,7	188,55	8,2

En el Cuadro 3 se aprecia el número de árboles, el área basal y el volumen no cortado debido a las situaciones mencionadas. En el Anexo 1 se muestra la distribución espacial de los árboles no aprovechados por situaciones especiales. Como puede apreciarse, muchos de ellos se concentran a lo largo de las quebradas, una de las restricciones de corta más frecuente.

Las restricciones redujeron el número de árboles por cortar a un total de 94 (4,3 árboles ha⁻¹), para un volumen de 229 m³ (10 m³ ha⁻¹) y un área basal de 36,6 m² (1,6 m² ha⁻¹) (Anexo 4).

El volumen aprovechable (229,0 m³) determinado mediante las fórmulas propuestas por la Dirección General Forestal (MIRENEM, 1989) y el volumen

determinado mediante la cubicación de los fustes inmediatamente después de la tala (202,5 m³) indican una diferencia de 26,5 m³ (1,16 m³ha⁻¹).

Aserrío de residuos. Se contabilizó un volumen aproximado de 60 m³ (2,6 m³ ha⁻¹) de madera dejada en el bosque por el maderero debido a defectos del árbol tales como torceduras y rajaduras, o bien, bajo volumen, diámetros menores no comercializables en rollo en el mercado tradicional, árboles caídos, fustes con algún grado de deterioro o pudrición, o condiciones de difícil acceso.

De todos los residuos encontrados se aserraron 18 árboles, para un volumen en rollo de 28 m³ (1,2 m³ ha⁻¹) y 52% de rendimiento. La madera aserrada se usó en construcción general dentro de la finca. El Anexo 5 brinda información más detallada.

Como producto de esta experiencia es conveniente señalar que el acabado de la madera aserrada proveniente de residuos depende en gran medida de la experiencia del operador, la especie y del equipo y su mantenimiento. Este último aspecto es de vital importancia para obtener piezas sin defectos de rayas u ondulaciones que bajan la calidad.

Comercialización. La madera rolliza se vendió talada al maderero que realizó la extracción. Para la comercialización se empleó el método de medida tradicional conocido como "mecate", cuya unidad es la "pulgada maderera tica" (pmt). En el presente estudio se obtuvo una relación de 448 pmt/m³ considerando todas las especies aprovechadas.

Control del aprovechamiento

Si bien el aprovechamiento arrojó un bajo volumen, la manera en que fue llevado a cabo refleja la diferencia entre el inicio de un manejo sostenible y una explotación realizada con ninguna meta más allá que la de maximizar el ingreso a corto plazo. A pesar de todo, el aprovechamiento generó un margen bruto mayor del 50% y resultados financieros positivos. La intensidad de corta podría aumentarse hasta el 60% fijado actualmente por la DGF, sin perjudicar la sostenibilidad ecológica y con resultados financieros aún más atractivos. En este sentido, es imprescindible que las instituciones de investigación controlen el efecto de la necesidad de corta sobre el bosque remanente.

El aprovechamiento fue conservador; se planificó y ejecutó de acuerdo con lineamientos establecidos por Marn y Jonkers (1982), Hendrison (1990) y Jonsson y Lindgren (1990). Sin embargo, no se observó estrictamente lo establecido en la Ley Forestal de Costa Rica con respecto a la extracción de madera en las cercanías de las quebradas y los nacientes de agua (se ajustó al artículo 70 del reglamento de la Ley Forestal, el cual permite la corta cerca de estos recursos hidrológicos dentro de un marco de manejo sostenible). Ello tiene dos implicaciones: se aprovechó hasta las mismas quebradas cuando fuera posible, sin dañar la troza o el sitio donde cayó; por otra parte, se conservaron árboles en otros sitios, por otras razones que no fueran cercanía a los recursos hidrológicos. Queda claro entonces, que para un manejo sustentable deben de aplicarse restricciones de corta por varias razones y no solo la protección de los recursos hidrológicos. Cuándo cortar y cuándo no, son decisiones que debe tomar una persona debidamente capacitada durante la

planificación y ejecución del aprovechamiento. Guías apropiadas pueden ayudar a la toma de tales decisiones, pero la flexibilidad práctica e iniciativa personal necesarias no son fácilmente sustituidas por leyes. El hecho de que resultara necesario modificar el plan de aprovechamiento durante su ejecución representa un argumento más a favor de la supervisión de dicha operación por personas que entienden los planes de aprovechamiento y sus objetivos.

PLAN SILVICULTURAL

Volver a un bosque después de su aprovechamiento y evaluar su condición con respecto a posibles cosechas futuras, representa un territorio desconocido para la mayoría de los involucrados en el sector forestal. Existe la imagen falsa de que un bosque recién aprovechado sólo puede regenerarse a través de la plantación. En respuesta a ello, se tiene que después del aprovechamiento en Finca Tirimbina, un 44% de la superficie bajo manejo está ocupada por árboles comerciales de buena calidad ≥ 10 cm dap. La mediana del incremento corriente anual en diámetro de estos árboles comerciales es de $0,5 \text{ cm año}^{-1}$ y los máximos correspondientes alcanzan 2 cm año^{-1} o más (Siteo, 1992). De mantenerse estables estos incrementos, un árbol de 40 cm dap que presenta el incremento mediano alcanzará el diámetro mínimo de corta (60 cm) en 40 años y en solo 10 años si es del grupo pequeño de individuos que presentan el incremento máximo. Las cifras correspondientes para un árbol de 10 cm dap son de 100 años y 25 años, respectivamente.

Muestreo diagnóstico

Los resultados del muestro diagnóstico indican que en un 12% del bosque no se encontró ningún deseable sobresaliente (Cuadro 4); esta superficie desocupada correspondió en gran medida a los caminos de extracción y a los pequeños patios de acopio construidos dentro del bosque. Sin embargo, el porcentaje de ocupación sin duda ha aumentado hasta la fecha, pues las especies heliófitas durables comerciales (principalmente *Laetia procera*, pero también *Cedrela odorata* y algunas otras especies más valiosas) se regeneran de manera abundante en los años posteriores a la perturbación. El crecimiento de esta regeneración natural es muy rápido. Cabrelli (1992) determinó que el crecimiento en altura de la regeneración natural de las especies heliófitas durables comerciales alcanzó valores máximos de $4,5 \text{ m año}^{-1}$ en el segundo año después del aprovechamiento descrito. Varios otros estudios demuestran un crecimiento muy rápido de las heliófitas durables comerciales en sitios perturbados en bosques húmedos tropicales (Finegan, 1992; Finegan y Guillén, 1992; Guillén y Finegan, 1992; Guillén, 1993) y representan una señal clara de que la recuperación de la masa comercial después del primer aprovechamiento es rápida.

Un 58% (68 individuos) de los fustales deseables sobresalientes se encontró en las clases de iluminación 3, 4 y 5, lo cual indica que los árboles de futura cosecha no estaban en condiciones adecuadas de iluminación (Cuadro 4). Por lo tanto se propuso efectuar un tratamiento silvicultural capaz de proporcionar mayor iluminación a los individuos de futura cosecha.

Cuadro 4. Ocupación de deseables sobresalientes (DS) según clases de iluminación (totales ha⁻¹)

Tipo de vegetación	Clase de iluminación					Deseables Sobresalientes		Árboles ha ⁻¹ *
	1	2	3	4	5	Total	%	
	15	34				49	18,56	
Fustal			50	14	4	68	25,76	44,32
Latizal		3	9	10	5	27	10,23	10,23
Brinzal	2	8	14	33	31	88	33,33	33,33
Ninguno	4	4	9	9	6	32	12,12	12,12
TOTAL	21	49	82	66	46	264	100,00	100,00

Clases de iluminación (según Dawkins, 1958):

1. Iluminación vertical y lateral plena
2. Iluminación vertical plena
3. Iluminación vertical parcial
4. Únicamente iluminación oblicua
5. Sin iluminación

* Este valor corresponde al mismo valor del porcentaje, debido a que existe un total de 100 posibles DS por hectárea.

Tratamientos silviculturales

La aplicación de tratamientos silviculturales no se justifica únicamente con base en la respuesta a corto plazo de los incrementos diamétricos. Más bien, el tratamiento debe aumentar la rentabilidad del manejo a través de la producción más rápida de madera comercializable. Por ello, queda por determinar la duración en el tiempo de la superioridad de los incrementos en las parcelas tratadas y la superioridad del rendimiento de la segunda cosecha, tanto como la magnitud de los indicadores financieros respectivos. Aunque muchos estudios concluyen que el tratamiento silvicultural debe ser parte integral del manejo, también es posible un manejo exitoso sin tratamientos (Synnott, 1989; Palmer y Synnott, 1992).

Los tratamientos de refinamiento y liberación eliminaron 74 árboles ha⁻¹ con dap entre 10 cm y 60 cm; 17% del número total de árboles antes del aprovechamiento (Cuadro 5). Con esto se mejoraron las condiciones de iluminación de las copas de los árboles comerciales; el efecto sobre el incremento diamétrico se detectó dos años después de aplicado el tratamiento, con aumentos significativos del incremento diamétrico de los árboles de futura cosecha entre 10 cm y 30 cm dap (Siteo, Finegan y Camacho).

La reducción del área basal debido al tratamiento silvicultural representa el mayor porcentaje de reducción de todas las actividades realizadas a través del proceso de manejo aplicado. El aprovechamiento redujo solamente 1,6 m²ha⁻¹ (6%) y la reducción por daños fue de 1,2 m²ha⁻¹ (5%). El área basal reducida por el conjunto de las intervenciones ascendió a un 42% del total (Cuadro 5).

Al aplicarse el tratamiento no se eliminaron las palmas debido a su conocido e importante valor ecológico.

El monitoreo de la respuesta de los árboles tratados reveló que un mes después de aplicado el arboricida, no hubo ninguna decadencia. En el segundo mes mostraron decadencia en grado 1 (follaje amarillento) las especies *Protium sp.*, *Pouroma sp.*, *Rollinia microcephala*, *Dussia sp.*, *Inga sp.*, *Pentaclethra macroloba*.

*SITEO, A.; FINEGAN, B.; CAMACHO, M. Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales Renovables, CATIE. Comunicación personal. 1992.

Cuadro 5. Cobertura original, reducción por aprovechamiento y tratamiento silvicultural y estado post-aprovechamiento del bosque primario intervenido en La Tirimbina, La Virgen, Sarapiquí (dap > = 10 cm)

	Area basal		No. árboles	
	m ² ha ⁻¹	%	ha ⁻¹	%
Cobertura original	25,0*	100,0	443	
Aprovechamiento	-1,6	-6,5	-4	
Daños	-1,2**	-4,8		
Tratamiento	-7,8**	-31,2	-74	-16,7
Estado post-aprovechamiento	14,4	57,5		

* según datos iniciales de siete parcelas de medición permanentes (7 ha)

** datos determinados a la hora de aplicar el tratamiento

Para el tercer mes se observó que la decadencia alcanzó grados 4 y 5 (a punto de morir y muerto, respectivamente) en las especies de maderas más blandas (*Protium sp.*, *R. microcephala*), el resto presentó grados 2 y 3 (follaje y fuste afectado y árbol moribundo, respectivamente); además se empezó a notar decadencia en grado 1 en las especies de maderas duras como *Hirtella triandra* y *Pouteria campechana*.

Observaciones realizadas siete meses después de la aplicación del tratamiento mostraron grados de decadencia 4 y 5 en casi todas las especies, excepto *H. triandra* y *P. campechana*. Después de un año la decadencia fue total (grado 5) en todas las especies, excepto *H. triandra* y *P. campechana* que alcanzaron decadencia grados 2, 3 y 4. El tratamiento silvicultural puede tener un impacto más fuerte sobre la estructura y composición de la vegetación que el aprovechamiento. Cualquier tratamiento silvicultural, que pretenda liberar los árboles de futura cosecha de la competencia de árboles sin valor actual, tendrá un impacto fuerte sobre las poblaciones de estos últimos. Sobre todo, pueden hasta desaparecer de los rodales tratados los individuos sin valor actual que ocupan el dosel superior del bosque. En este sentido, el tratamiento aplicado en La Tirimbina alteró las estructuras de las poblaciones de ciertas chrysobalanaceas y sapotáceas del dosel superior. Estas consideraciones deben de tomarse en cuenta al proponer el manejo de un bosque natural para usos múltiples, entre ellos la conservación.

Las actividades individuales detalladas, sus resultados y las recomendaciones derivadas de ellos son hasta cierto punto puntuales, aplicables solo en sitios parecidos. En sitios con otras características topográficas, hidrológicas y silviculturales, el enfoque general del plan operacional es aplicable, pero no las actividades individuales detalladas. Por ejemplo, en sitios planos se puede ampliar las fajas del inventario de planificación y variar el recorrido dentro de las fajas. En otros sitios, puede que no sea necesario aplicar el tratamiento silvicultural después del aprovechamiento; o bien, será posible comercializar los árboles por eliminar. En tales situaciones, no será necesario la eliminación por anillamiento de los árboles competidores en pie.

La planificación y control que merece cada una de las actividades, se dio sin mayores sofisticaciones técnicas y los resultados obtenidos son prácticos y halagadores en el aspecto técnico/financiero. Sin embargo, para este tipo de

labores forestales se requiere además de una tramitación ágil y oportuna, que asegure la ejecución oportuna de las actividades planificadas.

Cabe reiterar que, debido a la gran variabilidad de los bosques naturales y las condiciones socioeconómicas bajo las cuales se intenta manejarlos, un documento como el presente se ofrece como guía general para la puesta en marcha del manejo y no como juego de instrucciones detalladas.



CONCLUSIONES

1. Las especies de alto valor comercial, por su escasez en el bosque primario original de la zona y las explotaciones selectivas del pasado, casi no se dan en el bosque bajo manejo. Sin embargo, el uso y la demanda actual de nuevas especies, principalmente el gavilán (*Pentaclethra macroloba*), hacen que el manejo de estos bosques ofrezca una adecuada rentabilidad.
2. El modelo de manejo aplicado ofrece seguridad dentro del contexto del sitio bajo manejo y del nivel tecnológico de las empresas madereras y procesadoras de la zona. Se logró, tal como era previsto, la realización de cada una de las actividades programadas con el equipo y recurso humano disponible.
3. Los resultados técnicos representan indicaciones favorables con respecto a la sustentabilidad ecológica.
4. Medidas sencillas pero efectivas de control en las actividades de manejo (construcción de caminos, tala, arrastre) pueden aplicarse en bosques neotropicales, siempre que al maderero se le expliquen los objetivos y que participe en la planificación. Se obtienen así, beneficios directos que favorecen la estabilidad de recurso, por ejemplo el control de erosión.
5. Según los resultados del muestreo diagnóstico, el porcentaje de ocupación post-aprovechamiento del sitio por árboles comerciales de buena calidad (deseables sobresalientes) es adecuado. Cuando se consideran las categorías de latizal y brinzal, el porcentaje de ocupación se acercó al 90%, resultado que se considera muy alentador.
6. Durante todo el proceso de actividades silviculturales (aprovechamiento y post-aprovechamiento), se redujo el área basal en un 42%, siendo esta cifra aceptable para propiciar la dinámica y desarrollo de la masa remanente.

RECOMENDACIONES

- 1. El sector forestal puede implementar el manejo de bosques primarios parecidos al de La Tirimbina, aplicando el mismo modelo conservador. Las instituciones de investigación deben de colaborar en monitorear cuidadosamente los avances en sitios pilotos seleccionados y desarrollar y refinar el modelo de manejo con base en los resultados del monitoreo.**
- 2. Es posible mejorar el sistema de extracción con la utilización de equipo adicional sencillo, tal como poleas.**
- 3. Los residuos y productos secundarios del bosque, pueden ser aprovechados al máximo, procesando madera aserrada, leña, carbón y postes de acuerdo con las exigencias del mercado y rentabilidad, además de las necesidades propias del dueño del bosque.**
- 4. Con respecto a la investigación aplicada, es necesario probar diferentes regímenes de intensidad de corta y de intervención silvicultural desde los puntos de vista técnicos y financieros, en un rango amplio de sitios.**
- 5. Es necesario capacitar y concientizar en mayor grado a los trabajadores de la madera (sierristas, tractoristas y ayudantes).**
- 6. Los trámites burocráticos necesarios para someter a manejo el bosque deberían ser más ágiles.**

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALDER, D.; SYNNOTT, T.J. 1992. Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. University of Oxford. Oxford, G.B. 124 p.
- BAUR, C.N. 1964. The ecological basis of rainforest management. Sydney, A.C.T., Forestry Commission of NSW. 499 p.
- CABRELLI, D.A. 1992. Efectos de la radiación solar bajo dosel sobre el crecimiento de la regeneración de especies heliófitas durables en el bosque húmedo tropical y su respuesta a la intervención silvicultural. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 132 p.
- FINEGAN, B. 1992. El potencial de manejo de bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Trad. por R. Luján. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 188; Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales no. 5. 29 p.
- _____; GUILLEN, L. 1992. Crecimiento y rendimiento de bosques húmedos secundarios en Sarapiquí, Costa Rica y los factores que lo determinan. Congreso Forestal Nacional (2., 1992, San José, C.R.). Resumen de ponencias. San José, C.R., Litografía e Imprenta LIL. p. 142 - 144.
- GRAAF, N.R. DE. 1986. A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname. Wageningen, Holanda, Agricultural University. 250 p.
- GUILLEN, L.; FINEGAN, B. 1992. Los bosques secundarios de la zona norte de Costa Rica: un nuevo recurso forestal para el país. In Congreso Forestal Nacional (2., 1992, San José, C.R.). Resumen de ponencias. San José, C.R., Litografía e Imprenta LIL. p. 134 - 136.
- GUILLEN, A.L. 1993. Inventario comercial y análisis silvicultural de bosques húmedos secundarios en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Tesis Lic., Cartago, C.R., ITCR. 75 p.
- HARTSHORN, G.S; POVEDA, L. 1990. Lista de especies arbóreas. In Historia natural de Costa Rica. Ed. por D.H. Janzen. San José, C.R., Editorial Universidad de Costa Rica. pp 160-185
- HENDRISON, J.; GRAAF, N.R. DE. 1986. Algunas notas sobre el manejo del bosque tropical húmedo en Surinam. Wageningen, Holanda, Universidad Agrícola de Wagenigen. 39 p. Presentado en: Seminario Internacional sobre Manejo de Bosque Tropical Húmedo en la región de Centroamérica (1., 1986, Siguatepeque, Hond.)
- HENDRISON, J. 1990. Damage-controlled logging in managed rain forest in Suriname. Wageningen, Holanda, Universidad Agrícola de Wagenigen. 204 p.
- HOLDRIDGE, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. San José, C.R. IICA. 216 p.
- HUTCHINSON, I. 1989. Silvicultura de los bosques tropicales húmedos de bajura. Turrialba, C.R., CATIE. s.p. Presentado en: Curso Intensivo Internacional Silvicultura Manejo de Bosques Naturales Tropicales (2, 1989, Turrialba, C.R.)
- _____. 1992. Planificación para la silvicultura y el manejo de bosques naturales. CATIE, Turrialba, C.R. 54 p. Presentado en: Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales (5., 1992, Turrialba, C.R.)

- _____. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 204; Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales no. 7. 32 p.
- INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. 1992. Apuntes climatológicos estación La Selva, período 1959-1986. [San José, C.R.]. s.p.
- JONSSON, T.; LINDGREN, P. 1990. Logging technology for tropical forests: for or against? Kista, Suecia, Forest Operations Institute. s.p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos; los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas - posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. por Antonio Carrillo. Eschborn, Alemania, Cooperación Técnica - República Federal de Alemania. 335 p.
- MANTA, M.I. 1989. Inventario de planificación de la extracción en un bosque húmedo tropical, "Tirimina", La Virgen de Sarapiquí. Turrialba, C.R., CATIE. Informe Interno. s.p.
- MARN, H.; JONKERS, W. 1982. Logging damage in tropical high forest. In Tropical forest- source of energy through optimization and diversification (1980, s.l., Malaysia). [Proceedings]. Ed. by P.B.L. Srivastava. Penerbit University, s.l., Malaysia. s.p.
- MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES ENERGIA Y MINAS. 1989. Guía para la elaboración de planes de manejo y estudios de capacidad de uso de la tierra. San José C.R., Dirección General Forestal. 10 p.
- NEIL, P.E. 1982. Problems and opportunities in tropical rain-forest management. Oxford, G.B.. University of Oxford. 126 p.
- PALMER, J.; SYNNOTT, T.J. 1992. The management of natural forests. In N.P. Sharma (ed): Managing the worlds forests: looking for balance between conservation and development.
- SITOE, A. 1992. Crecimiento diamétrico de especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo diferentes intensidades de intervención. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 119 p.
- SYNNOTT, T.J. 1978. A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests. Commonwealth Forestry Institut, Tropical Forestry papers no.14. 67 p.
- _____. 1989. South America and the Caribbean. In No timber without trees: sustainability in the tropical forest. Ed. by D. Poore. London, G.B., Earthscan, pp. 75-116.

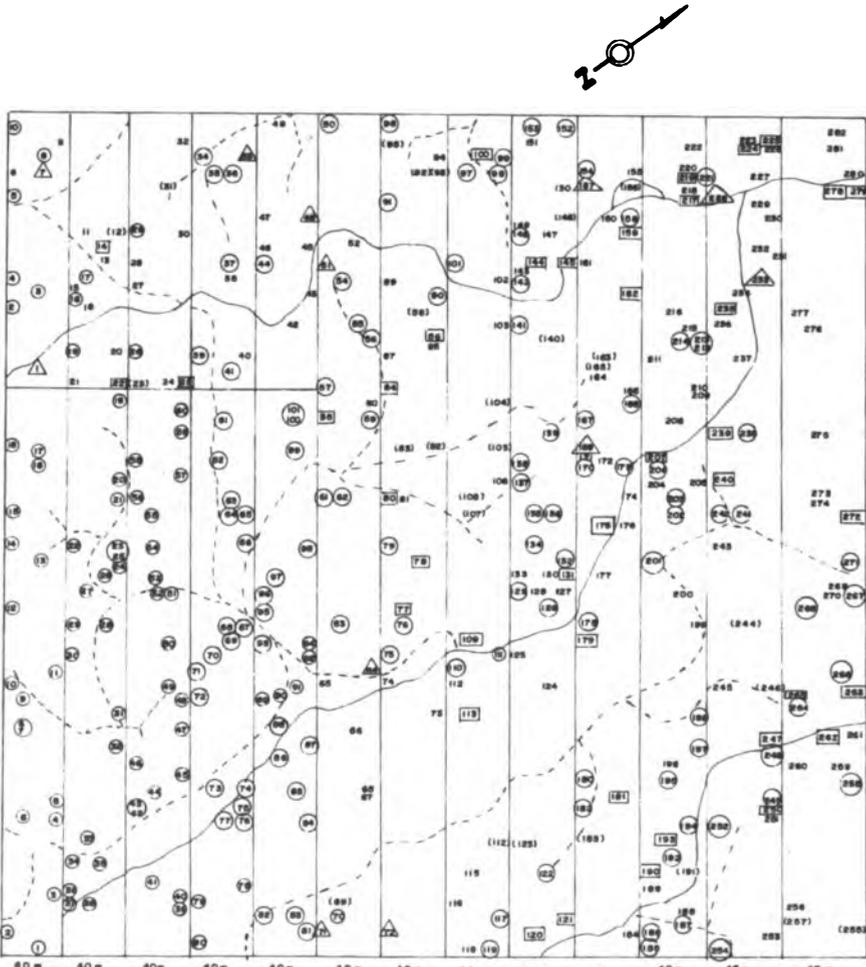
AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada desde 1985 la Dirección para la Cooperación y Desarrollo de Ayuda Humanitaria (Suiza), por el Leverhulme Trust (Londres) y el Overseas Development Administration (Reino Unido); a ellos nuestro sincero agradecimiento. Se agradece igualmente a Phillip Cannon, César Sabogal y Paul Martins por sus revisiones al documento. En forma muy especial a Lorena Orozco por su constante apoyo y ardua revisión al documento.

ANEXOS

ANEXO 1

Superficie de estudio, líneas de inventario, vías de acceso e hidrografía del bosque manejado en Tirimbina



50m ESCALA

SIMBOLOGIA

- () ARBOLES DE ESPECIES NO COMERCIALIZABLE EN MADERA MOLLIZA
- TALA CONTROLADA
- ARBOLES SEMILLEROS
- 0,0... ARBOLES NO APROVECHADOS (POR SITUACIONES ESPECIALES)
- △ ARBOLES DE VALOR ECOLOGICO
- ~ QUEBRADAS - CAMINOS - - - -
- || LINEAS DE INVENTARIO

ANEXO 2

Especies deseables en el bosque primario intervenido en La Tirimbina, Sarapiquí

Nombre científico	Grupo Comercial	Grupo Ecológico	Familia
<i>Aspidosperma cruentum</i>	D	3	Apocynaceae
<i>Aspidosperma sp.</i>	D	3	Apocynaceae
<i>Calophyllum brasiliense</i>	D	4	Guttiferae
<i>Carapa guianensis</i>	D	4	Meliaceae
<i>Cedrela odorata</i>	D	2	Meliaceae
<i>Cordia bicolor</i>	D	2	Boraginaceae
<i>Cordia alliodora</i>	D	2	Boraginaceae
<i>Guarea glabra</i>	D	5	Meliaceae
<i>Guarea sp.</i>	D	5	Meliaceae
<i>Hyeronima alchornoides</i>	D	3	Euphorbiaceae
<i>Hyeronima oblonga</i>	D	3	Euphorbiaceae
<i>Humiriastrum diguense</i>	D	4	Humiriaceae
<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	D	4	Caesalpinaceae
<i>Hymenolobium sp.</i>	D	9	Caesalpinaceae
<i>Inga coruscans</i>	D	4	Mimosaceae
<i>Jacaranda copaia</i>	D	2	Bignoniaceae
<i>Laetia procera</i>	D	3	Flacourtiaceae
<i>Lecythis ampla</i>	D	4	Lecythidaceae
<i>Miconia guianensis</i>	D	5	Oleaceae
<i>Pentaclethra macroloba</i>	D	4	Mimosaceae
<i>Qualea sp.</i>	D	4	Vochysiaceae
<i>Rollinia microcephala</i>	D	2	Annonaceae
<i>Simarouba amara</i>	D	2	Simaroubaceae
<i>Stryphnodendron excelsum</i>	D	2	Mimosaceae
<i>Tabebuia crysantha</i>	D	9	Bignoniaceae
<i>Tabebuia rosea</i>	D	9	Bignoniaceae
<i>Tapirira guianensis</i>	D	3	Anacardiaceae
<i>Vatairea lundelli</i>	D	9	Papilionaceae
<i>Virola koschnii</i>	D	4	Myristicaceae
<i>Virola sebifera</i>	D	4	Myristicaceae
<i>Vitex cooperi</i>	D	3	Verbenaceae
<i>Vochysia ferruginea</i>	D	2	Vochysiaceae
<i>Vochysia hondurensis</i>	D	2	Vochysiaceae
<i>Zanthoxylum sp.</i>	D	3	Rutaceae

ANEXO 3

Especies y familias inventariadas en el bosque primario intervenido de La Tirimbina (dap > = 60 cm)

Nombre común	Nombre científico	Familia
Ajillo	<i>Pithecellobium elegans</i>	Mimosaceae
Amarguillo	<i>Aspidosperma cruentum</i>	Apocynaceae
Areno	<i>Qualea sp.</i>	Vochysiaceae
Botarrama	<i>Vochysia ferruginea</i>	Vochysiaceae
Caimito	<i>Pouteria campechana</i>	Sapotaceae
Caobilla	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae
Corteza	<i>Tabebuia crysantha</i>	Bignoniaceae
Fruta dorada	<i>Virola sebifera</i>	Myristicaceae
Gavilán	<i>Pentaclethra macroloba</i>	Mimosaceae
Guabo	<i>Inga coruscans</i>	Mimosaceae
Jicaro	<i>Lecythis ampla</i>	Lecythidaceae
Laurel mastate	<i>Hernandia didymantha</i>	Hernadiaceae
Lorito	<i>Humiriastrum diguense</i>	Humiriaceae
Manga larga	<i>Laetia procera</i>	Flacourtiaceae
Manteco	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae
Manú	<i>Minquartia guianensis</i>	Olacaceae
Manú platano	<i>Vitex cooperi</i>	Verbenaceae
Paleta	<i>Pterocarpus hayesii</i>	Papilionaceae
Peine de mico	<i>Apeiba membranaceae</i>	Tiliaceae
Pejibaye	<i>Hirtella triandra</i>	Chrysobalanaceae
Pilón	<i>Hyeronima alchornoides</i>	Euphorbiaceae
Roble	<i>Terminalia bucidiodes</i>	Combrotaceae
Roble coral	<i>Terminalia amazonia</i>	Combrotaceae
Sapotillo	<i>Pouteria sp.</i>	Sapotaceae
Spachia	<i>Spachia correa</i>	Malpighiaceae

ANEXO 4

Volumen, área basal y número de árboles comerciales totales y por hectárea en el bosque primario intervenido de La Tirimbina (dap > = 60 cm)

AREA (ha ⁻¹)	VOLUMEN (m ³)	AREA_BASAL (m ²)	# DE ARBOLES	OBSERVACION
22,7 1,0	545,2 24,0	96,3 4,2	254 11,2	árboles de especies comerciales*
22,7 1,0	124,2 5,4	15,4 0,6	40 1,8	árboles semilleros
22,7 1,0	3,3 0,1	5,7 0,2	12 0,5	árboles con valor ecológico
22,7 1,0	417,6 18,4	75,1 3,3	202 8,9	masa a aprovechar
22,7 1,0	188,5 8,3	38,5 1,7	108 4,8	masa no apro- vechada por situaciones especiales
22,7 1,0	229,0 10,0	36,6 1,6	94 4,1	masa cortada

* especies de uso comercial para aserrfo.

ANEXO 5

Productos y rendimientos obtenidos en el aserrío de residuos

Producto					Total de madera aserrada en rollo (PMT)	Total de madera aserrada (PMT)	Rendimiento %
Dimensiones y número de piezas obtenidas							
Ancho (pulg.) Min.	Max.	Largo (varas)	Total piezas	Subtotal (pulg.)			
2	20	2	7	140,50			
3/4	6	3	44	148,50			
3/4	8	3	20	90,00			
3/4	9	3	40	202,50			
3/4	11	3	9	55,70			
1	2	3	5	7,50	*		
1	3	3	50	112,50			
1	7	3	19	99,75	12663	6608	52
2	3	3	14	63,00			
3/4	6	4	102	459,00			
3/4	7	4	96	504,00			
3/4	8	4	42	252,00			
3/4	9	4	24	162,00			
3/4	10	4	20	150,00			
3/4	11	4	12	99,00			
1	2	4	32	64,00			
1	3	4	62	186,00			
1	4	4	60	240,00			
1	5	4	10	50,00			
1	6	4	10	60,00			
1	9	4	13	117,00			
2	3	4	163	978,00			
2	4	4	38	304,00			
2	5	4	11	110,00			
2	6	4	5	60,00			
3	3	4	39	351,00			
3	4	4	1	12,00			
4	4	4	61	976,00			
5	5	4	6	150,00			
1	4	6	1	6,00			
2	4	6	14	168,00			
2	5	6	7	105,00			
2	6	6	7	126,00			
TOTAL			1044	6608,00	12663	6608	52

PMT : pulgada mederera tica, que equivale a 1 pulg. x 1 pulg. x 4 varas

VARA: Equivale a 34 pulgadas = 86 cm

* : Medición tradicional utilizando mecate

Publicación del Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales (COSUDE), editado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Editora: Elizabeth Mora

Revisión bibliográfica: Marcela Gil

Dibujos: David Quirós
Rocío Jiménez

Diseño artístico de la portada: Lucio Pedroni

Diseño gráfico de la portada: Roy García

Levantado de texto: David Quirós
Bryan Finegan
Grace Sánchez

Gráficos: Alvaro Chaves

Composición e impresión en láser: Alvaro Chaves

Montaje de artes finales: Varitec, S.A.

Impreso en los talleres gráficos de Varitec, S.A.

Edición de 650 ejemplares

Se terminó de imprimir en el mes de mayo, 1994

