
Serie Técnica
Informe Técnico No. 323

Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales
Publicación No. 21



Aprovechamiento forestal mejorado en bosques de producción

Estudio de caso Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

César Sabogal
Alfonso Castillo
Fernando Carrera
Armando Castañeda

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE
Unidad de Manejo de Bosques Naturales
Turrialba, Costa Rica, 2001



Indice

Presentación	V
Agradecimiento	VII
Resumen	IX
Summary	XI
Antecedentes	1
Río San Juan y el sitio de estudio	3
Descripción general de la zona de Río San Juan	3
<i>Características biofísicas</i>	3
<i>Uso de la tierra</i>	4
Sitio de estudio Los Filos	4
<i>Características generales</i>	4
<i>Recursos forestales</i>	4
Evaluación de la vegetación antes del aprovechamiento	6
Parcelas permanentes de medición	6
Clasificación botánica y agrupación de las especies	7
Análisis de los fustales (arbolado 10+ cm dap)	7
Análisis de la regeneración natural	9
✓ Diseño y aplicación de un aprovechamiento mejorado	10
Aprovechamiento convencional: el caso de COREXSA	11
Operaciones de aprovechamiento mejorado	14
<i>Inventario operacional</i>	14
<i>Planificación y apertura de caminos y patios de montaña</i>	16
<i>Tala dirigida</i>	16
<i>Arrastre controlado</i>	17
Rendimientos y costos	17
✓ Evaluación post-aprovechamiento	20
Evaluación de daños al bosque y comparación con el aprovechamiento convencional	20
<i>Daños causados por la caída de árboles aprovechados</i>	20
<i>Daños a la masa remanente en las parcelas permanentes de medición</i>	21



<i>Daños a los árboles de futura cosecha</i>	22
<i>Area afectada por el aprovechamiento</i>	22
<i>Disturbios ocasionados al suelo</i>	23
Condición silvicultural del bosque aprovechado	23
<i>Arboles de futura cosecha</i>	23
<i>Cambios en la iluminación de copas de los AFC</i>	24
<i>Muestreo diagnóstico</i>	25
Evaluación de la dinámica del bosque aprovechado	27
<i>Mortalidad y reclutamiento</i>	27
<i>Incremento diamétrico</i>	27
<i>Cambios en la regeneración de latizales</i>	28
Discusión general y conclusiones	29
Bibliografía	33
Anexos	337
Anexo 1: Clasificaciones utilizadas para evaluar la condición silvicultural de la vegetación arbórea	37
1a - Clase de identidad del árbol.....	37
1b - Clasificación del árbol según la mejor troza en el fuste	38
1c - Clasificación de la iluminación de la copa	38
1d - Clasificación de la forma de la copa	38
1e - Clasificación del grado de infestación por lianas	39
Anexo 2: Especies forestales en el bosque Los Filos, Río San Juan Nicaragua	40
Anexo 3: Especies forestales de la zona de Río San Juan comercializadas por la Empresa COREXSA	44
Anexo4: Agrupación de especies arbóreas para el análisis e interpretación de datos	46
Anexo 5: Variables registradas en el inventario operacional	47
Anexo 6: Evaluación de residuos de madera dejados en el bosque durante el aprovechamiento mejorado en Los Filos, Río San Juan, Nicaragua	48
Anexo 7: Metodología para la evaluación de daños del aprovechamiento forestal aplicada al caso de Los Filos, Río San Juan, Nicaragua	51



Presentación

En Nicaragua se cuenta con muy pocas experiencias sobre manejo de bosques latifoliados. Un primer esfuerzo en este campo se inició en 1990, a través del Proyecto "Desarrollo de Sistemas de Producción Sostenible para el Aprovechamiento de los Bosques Tropicales Húmedos en la Zona de Río San Juan", ejecutado por la Universidad Centroamericana (UCA), con la asesoría técnica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el apoyo financiero de la Agencia Sueca de Cooperación en la Investigación con los Países en Desarrollo (SAREC).

Como parte de los estudios básicos programados en el componente forestal de dicho Proyecto, se realizaron esfuerzos con el propósito de mejorar el nivel de planificación y ejecución del aprovechamiento comercial en bosques por intervenir, considerado como el primer paso con miras a su manejo en forma sustentable. Se trabajó con la empresa maderera local COREXSA para aplicar un aprovechamiento "mejorado" (técnicamente planificado o de bajo impacto) a escala experimental en el bosque Los Filos, para evaluar los daños a la vegetación, al suelo y los cambios en la condición silvicultural de la masa arbórea remanente. Se monitoreó la dinámica poblacional del arbolado y la regeneración durante cuatro años en parcelas permanentes de medición.

El presente documento describe y analiza cada una de las actividades del aprovechamiento mejorado y las evaluaciones subsiguientes, con el fin de que la información presentada sirva como punto de partida para mejorar las técnicas tradicionales o convencionales de aprovechamiento forestal.

Dr. César Sabogal
CIFOR



Agradecimiento

El Proyecto Trópico Húmedo fue un esfuerzo conjunto entre la Universidad Centroamericana (UCA), a través de su Escuela de Ecología, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y de la Autoridad Sueca para la Cooperación en la Investigación con los Países en Desarrollo (SAREC).

Los autores de este documento hacen constar su reconocimiento a la colaboración brindada por la empresa maderera COREXSA y sus operarios de campo, quienes participaron activamente en las labores que se describen. Asimismo, al personal profesional asignado por la Escuela de Ecología de la UCA y al Proyecto CATIE-RENARM/Producción en Bosques Naturales, que estuvo involucrado en las diferentes actividades de planificación y evaluación de las actividades.

En particular, queremos agradecer a las siguientes personas, quienes colaboraron con el Proyecto Trópico Húmedo en las investigaciones que aquí se documentan:

Alejandro Mejía (Ecólogo UCA, Coordinador del Proyecto Trópico Húmedo)

Pedro Oñoro (Estadístico CATIE)

Gerardo Martínez (Ecólogo UCA)

Alfredo Grijalba (Botánico UCA)

Rigoberto Obando (Jefe de Operaciones Forestales, Empresa COREXSA)

Pablo Arróliga (Tesista UCA y Asistente de Campo del Proyecto)

Cristina Dávila (Tesista UCA)

Carlos H. López (Tesista UNA)

Noemy Lanuza (Tesista UCA)

Cristóbal Góngora (Trabajador forestal/Baqueano)

José Argüello (Trabajador forestal/Baqueano)

Francisco Guido (Trabajador forestal, Las Maravillas)



Resumen

El trabajo describe y analiza las operaciones de un aprovechamiento forestal técnicamente planificado, aplicado a escala experimental por una empresa maderera en un bosque tropical húmedo del sureste de Nicaragua. Estas operaciones involucran la ejecución de un inventario operacional, la planificación y apertura de la red de caminos y patios de montaña, la tala dirigida, el arrastre controlado y actividades post-aprovechamiento. Para cada una de las operaciones se determinaron los rendimientos y costos, los cuales están entre los habituales para aprovechamientos en otras regiones del trópico húmedo. Como parte de la experiencia se evaluó el impacto a corto plazo del aprovechamiento en términos de daños al bosque (daños causados por la caída de árboles aprovechados, daños al arbolado remanente, daños a árboles de futura cosecha, área afectada y grado de disturbio al suelo), y cambios producidos en la condición silvicultural de la masa remanente. Los resultados muestran que los daños fueron menores, en comparación con aprovechamientos tradicionales; así, el bosque quedó en buenas condiciones para permitir su manejo en forma natural.

A través de una red de parcelas permanentes de medición, instalada antes de la intervención, se monitoreó durante cuatro años la población del arbolado y la regeneración a nivel de crecimiento, mortalidad y reclutamiento. La experiencia en Río San Juan permitió obtener indicaciones de los beneficios que se pueden lograr con la aplicación de técnicas de bajo impacto en el aprovechamiento comercial de madera. Se recomienda una validación a escala operacional y una mayor divulgación de los resultados, a fin de convencer a la empresa maderera, al concesionario o al dueño del bosque, de que el uso de una buena planificación, supervisión y capacitación en el aprovechamiento del bosque no es más costoso y está a su alcance.



Summary

This document describes and analyzes the operations of a technically planned timber harvest applied on experimental scale by a lumber company in a humid tropical forest of the Southeast of Nicaragua. The work involve an operational inventory, the planning and building of the network of trails and mountain yards, the controlled logging and its dragging and post-harvest activities. The yields and costs were determined for each one of the operations. The costs are similar to those in other regions of the humid tropic. The short term impact of the logging was evaluated in terms of damages to the forest (damages caused to the logs of the fallen trees, damages to the neighboring trees, damages to trees of future harvest, and soil disturbance), as well as changes in the silvicultural condition of the remnant mass. The results show that the damages were smaller, in comparison with traditional methods in Central America; thus, the forest was in good condition to allow its handling in natural form.

The population of trees and the regeneration in terms of growth, mortality and recruitment were monitored during four years through a network of permanent plots installed before the intervention. The experience in Río San Juan indicates that benefits can be obtained with the application of low impact techniques in the commercial timber harvest. One recommendation is to validate these results on an operational scale and increase the information coverage of the results, in order to convince the lumber company, the concessionaire or the owner of the forest that a good planning, supervision and qualification in the harvest of the forest is not more expensive and it is at their reach.



Antecedentes

Los bosques de la zona de Río San Juan han estado sometidos a una gran presión por efecto de la agricultura migratoria, la colonización, la ganadería extensiva y la explotación maderera que han dejado como resultado grandes áreas cubiertas de bosque secundario y pastizales. La extracción maderera en décadas anteriores estuvo limitada a los ríos principales, a partir de los cuales los madereros se adentraban algunos kilómetros para extraer sólo las maderas preciosas, como caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro real (*Cedrela odorata*). En 1985 se estableció en la zona la empresa forestal COREX-SA (CORFOP Extracciones S.A.), dedicada al aprovechamiento de madera en rollo para abastecer principalmente a la industria de 'plywood'.

En 1990 la Universidad Centroamericana (UCA), con sede en Managua, inició el proyecto de investigación "*Desarrollo de Sistemas de Manejo Sostenible para el Aprovechamiento de los Bosques Húmedos Tropicales de Nicaragua*" (abreviado como *Proyecto Trópico Húmedo*), con financiamiento de la Autoridad Sueca para la Cooperación en la Investigación con los Países en Desarrollo (SAREC) y la asesoría técnica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El área física de acción del proyecto fue la zona de amortiguamiento de la Gran Reserva Biológica Indio-Maíz, que forma parte de la Reserva de la Biósfera del Proyecto SI-A-PAZ, en el departamento de Río San Juan (Fig. 1).

El objetivo general del proyecto UCA/CATIE/SAREC era generar una base de conocimientos científicos para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles en las áreas de bosque húmedo tropical al sureste de Nicaragua. Como estrategia de trabajo operativo se establecieron tres componentes: forestal, agroforestal y silvopastoril (UCA/CATIE/SAREC 1991a, c). En 1993 finalizó el apoyo de SAREC; la UCA siguió operando el proyecto, pero redujo sus actividades para concentrarse únicamente en el componente forestal orientado a la generación de información y experiencias prácticas sobre técnicas de manejo para la producción forestal sostenible en las condiciones de Río San Juan.

Las principales preguntas de investigación silvicultural planteadas por el componente forestal del Proyecto Trópico Húmedo fueron:

1. ¿Cómo puede manejarse el bosque para la producción sostenible de productos forestales maderables?
2. ¿Pueden mejorarse las técnicas de extracción para reducir la degradación del suelo y el daño al bosque residual, y mejorar así las oportunidades para la regeneración natural de especies comerciales?
3. ¿Cuál es el potencial de los recursos no maderables en el bosque y su importancia en la economía de subsistencia de las comunidades locales, y cómo puede integrarse su aprovechamiento como parte del manejo para la producción de madera?

4. ¿Cómo pueden reforestarse con especies nativas las áreas severamente degradadas o desprovistas de bosque, de manera ecológicamente sana y económicamente viable?

El proyecto se concentró desde sus inicios en las tres primeras preguntas; los estudios relacionados con la última pregunta se intensificaron a partir de 1994. Un primer paso importante fue establecer un acuerdo de trabajo con la empresa forestal COREXSA, que en aquel entonces tenía bajo su administración los bosques de producción sobre una extensa área en las cuencas de los ríos Sábalos y Santa Cruz. El acuerdo posibilitó un cierto involucramiento de la empresa en las investigaciones, y sobre todo el apoyo logístico que se requería.

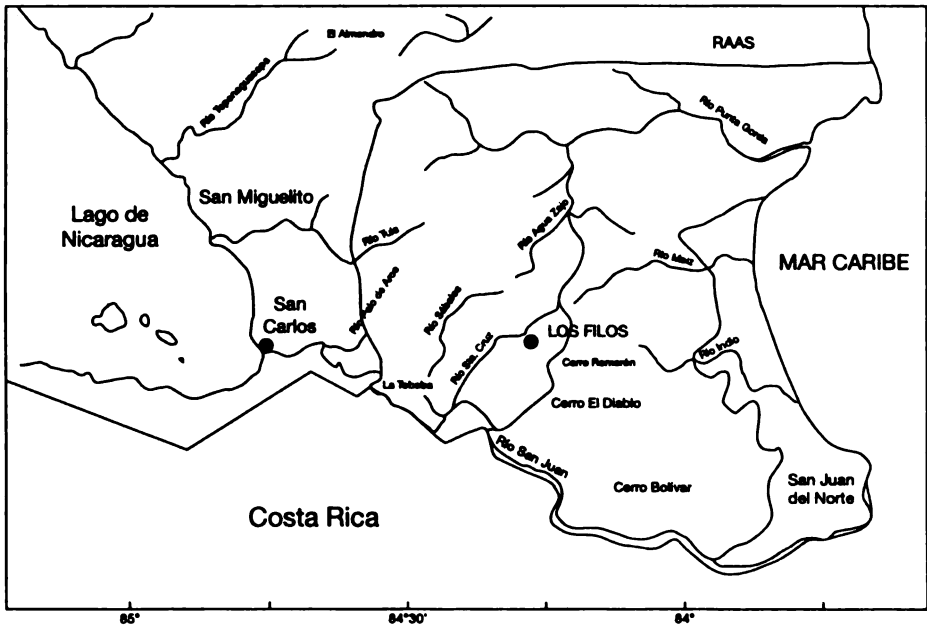


Figura 1. Ubicación de la zona del Río San Juan y el área de estudio (Sitio Los Filos)

El componente forestal del proyecto UCA/CATIE/SAREC inició sus actividades de campo en los primeros meses de 1990. Teniendo como base el campamento principal de COREXSA en La Toboba, se exploraron posibles áreas para la investigación a lo largo de la carretera forestal del 'Frente 2' de extracción de la empresa. Según el primer plan de investigación del proyecto, se buscaba un área donde el bosque ya hubiera sido intervenido por el aprovechamiento comercial de madera, que fuera de acceso relativamente fácil, y además, un área de bosque primario no intervenido para realizar investigaciones, en función de los planes de extracción y manejo de COREXSA.

A mediados de 1990, se seleccionó La Lupe como el primer sitio de trabajo del proyecto. Se trataba de un bosque aprovechado selectivamente por la empresa en la zafra



1985/86. Se construyó un campamento de montaña (hoy en día convertido en Centro de Capacitación Forestal), se efectuó un inventario de reconocimiento y posteriormente se estableció un ensayo formal de silvicultura. Las intervenciones se ejecutaron desde esa fecha hasta febrero de 1991. El detalle y los resultados de esta experiencia se documentan en el número siguiente de esta misma Colección.

A inicios de 1991, el equipo investigador del proyecto seleccionó el segundo sitio: Los Filos, donde COREXSA había empezado actividades para el aprovechamiento de final de año. En este caso, el propósito del proyecto era desarrollar junto con la empresa un área demostrativa de manejo del bosque, para lo cual COREXSA reservó de su área anual de extracción (unas 1000 ha), aproximadamente 80 ha de bosque no intervenido, y se comprometió a aprovechar la mitad de dicha área siguiendo las pautas técnicas dictadas por el proyecto. A fines del mismo año, el proyecto inició la delimitación del área experimental, y entre marzo y mayo de 1992 se implementaron las operaciones de aprovechamiento mejorado en 40 ha.

Río San Juan y el sitio de estudio

Descripción general de la zona de Río San Juan

Características biofísicas

El departamento de Río San Juan se ubica en la esquina sureste de Nicaragua (Fig. 1). Limita al norte con el departamento de Chontales, al sur con Costa Rica, al noroeste con la Región Autónoma del Atlántico Sur y al oeste con el Gran Lago de Nicaragua. Tiene una extensión territorial de 7448 km² y es el tercer departamento del país en superficie.

El clima de la zona es típicamente tropical con temperaturas cálidas todo el año; se presenta una gradiente de precipitación que aumenta de oeste a este, en dirección al Caribe. Según el sistema de Köppen, la cuenca del río Santa Cruz, donde se localiza el sitio de estudio, se ubica dentro de la zona tropical lluviosa, con un período seco corto. Las lluvias se distribuyen en un período de 8 a 11 meses al año, con una precipitación estimada de 3000 mm (UCA/CATIE/SAREC 1991b).

Al este del río Sábalo, el relieve predominante es escarpado con pendientes de 15 a 75% y elevaciones entre 100 y 600 msnm. Los materiales geológicos son volcánicos del terciario y están formados principalmente por basalto, andesita y tobas. Los grupos de suelos que ocurren son principalmente Ultisoles y Oxisoles, pobres en nutrientes, de textura pesada (arcillosos), de colores rojizos o amarillentos y de reacción ácida (UCA/CATIE/SAREC 1991b, CIPRES 1991). No se cuenta con estudios edafológicos específicos para el área en referencia, aunque en general pueden caracterizarse como suelos ácidos, pobres en nutrientes, de textura pesada pero bien drenados. Estos suelos no son apropiados para agricultura intensiva, pues pierden rápidamente su fertilidad natural cuando son desboscados (MAG 1978).



De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1987), la vegetación en la cuenca del río Santa Cruz es característica de un bosque húmedo tropical a bosque muy húmedo premontano tropical (MAG 1978).

Uso de la tierra

En la zona de amortiguamiento, la modalidad principal de uso del bosque por parte del campesinado es como área de reserva destinada al cultivo de granos básicos, una vez que las áreas existentes estén "cansadas"; asimismo, sirve como área para la extracción de leña y madera de uso doméstico. La agricultura que se practica es de subsistencia, que se inicia con la tala y quema del bosque. Las actividades agrícolas principales giran alrededor de los granos básicos (maíz y frijoles en sucesión simple), con rendimientos marginales por hectárea; un área menor es destinada a la siembra de plátanos (*Musa spp.*) y quequisques (*Xantosoma spp.*) en diferentes combinaciones espaciales y temporales (CIPRES 1991).

Sitio de estudio Los Filos

Características generales

El sitio Los Filos se localiza en la cuenca del Río Santa Cruz; administrativamente pertenece al Municipio de El Castillo, Departamento de Río San Juan, y se ubica a unos 60 km del poblado de San Carlos y a 360 km de Managua. Las coordenadas geográficas son 11°07'28" latitud norte y 84°29'17" longitud oeste.

En el área inmediata a Los Filos se encuentra el asentamiento Las Maravillas, donde en 1991 residían unas 80 familias a las que el Gobierno asignó parcelas de 50 manzanas (unas 35 ha). La actividad económica de la población se limita a la agricultura de subsistencia y la extracción de raicilla (*Psychotria ipecacuanha*); ocasionalmente venden madera de sus parcelas a madereros que aún operan en la zona. El terreno de Los Filos fue anteriormente 'parcelado' por campesinos, que a causa de la situación de conflicto en la zona en la década de los ochenta, tuvieron que abandonar sus parcelas para retornar recién a partir de 1991/92. A finales de 1993, el Municipio El Castillo declaró el área de ensayos del proyecto en Los Filos como reserva municipal, a fin de evitar que se cambie su uso forestal. Actualmente el sitio forma parte de la Red de Áreas de Demostración e Investigación en manejo de bosques naturales, coordinada por el CATIE.

Recursos forestales

Como parte de las actividades iniciales del proyecto UCA/CATIE/SAREC, se efectuaron inventarios florísticos y estudios taxonómicos y etnobotánicos en los sitios seleccionados para la investigación (Sabogal *et al.* 1992, Salick 1992a, b; Salick *et al.* 1994, Castillo 1994, Dávila y Arróliga 1994, Gutiérrez *et al.* 1996. En 1990 se realizó un inventario forestal de reconocimiento (10% intensidad de muestreo) para la población a partir de 30 cm dap (Sabogal 1990). En las 40 ha inventariadas se calculó una densidad promedio de 64 árboles/ha, un área basal de 17,2 m²/ha y un volumen neto aprovechable con corteza de 134,9 m³, a partir de 40 cm dap hasta un diámetro mínimo de

35 cm al extremo del fuste comercial (Cuadro 1). Se contabilizaron 60 especies diferentes. Con un diámetro mínimo de 60 cm dap, el grupo de especies comerciales representó el 86% del volumen total aprovechable (Cuadro 2).

Cuadro 1. Abundancia, área basal y volumen aprovechable con corteza de las principales especies arbóreas* del bosque Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Especies	Abundancia		Area basal		Volumen aprov.	
	1/ha	%	m ² /ha	%	m ³ /ha	%
Cedro macho (<i>Carapa nicaraguensis</i>)	8,1	12,7	3,92	22,8	44,52	33,0
Cebo (<i>Virola koschnyii</i> , <i>V. sebifera</i>)	7,9	12,3	1,88	10,9	24,48	18,1
Gavilán (<i>Pentaclethra maculoba</i>)	6,7	10,5	1,29	7,5	0,37	0,3
Plátano (<i>Chimarrhis</i> spp.)	3,0	4,7	0,55	3,2	0,75	0,6
Peine de mico (<i>Apeiba membranacea</i>)	2,7	4,2	0,99	5,7	3,11	2,3
Otras especies	35,6	55,6	8,59	49,9	61,70	45,7
Total	64,0	100	17,22	100	134,93	100

* Datos del inventario de árboles a partir de 30 cm dap (40 cm dap en el caso del volumen aprovechable).

Cuadro 2. Volumen y número de árboles aprovechables para especies actualmente comerciales y especies no comerciales (incluye potencialmente comerciales) en el bosque Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Categoría de especies	+40 cm dap	+60 cm dap
<i>Especies comerciales</i>		
Volumen aprovechable (m ³ /ha)	109,7	97,2
Número de árboles aprovechables	18,3	12,3
<i>Especies no comerciales</i>		
Volumen aprovechable (m ³ /ha)	25,2	14,9
Número de árboles aprovechables	8,4	3,5
<i>Total de especies</i>		
Volumen aprovechable (m ³ /ha)	134,9	112,1
Número de árboles aprovechables	26,7	15,8



Evaluación de la vegetación antes del aprovechamiento

Parcelas permanentes de medición

Con el fin de monitorear a largo plazo los efectos de las intervenciones de manejo sobre el bosque, a principios de 1992 se instalaron en Los Filos un total de ocho parcelas permanentes de medición (PPM) de 100 x 100 m (1 ha), según las recomendaciones de Synnott (1979). La evaluación de la vegetación antes del aprovechamiento comercial de madera se basa en información recolectada en estas parcelas. Para fines de evaluación y control, las PPM se subdividieron en 25 cuadrados de 20 x 20 m; en cada uno se tomó información de la población de *fustales* (árboles y palmas a partir de 10 cm dap). Las variables de registro se listan en el Cuadro 3. En el Anexo 1 se incluyen las clasificaciones utilizadas para evaluar la condición silvicultural de los árboles.

La *regeneración natural* (población de plantas por debajo de 10 cm dap) fue evaluada en dos tipos de subparcelas establecidas al interior de las PPM. Para la categoría de tamaño *latizal* (5,0 a 9,9 cm dap), se seleccionaron al azar cinco cuadrados de 20 x 20 m. Para la regeneración del tamaño *brinzal* (entre 0,5 m de altura y 4,9 cm dap), estas mismas subparcelas se subdividieron en cuatro cuadros de 10 x 10 m, uno de los cuales fue escogido al azar.

Cuadro 3. Variables de registro en las parcelas permanentes de medición instaladas en el bosque Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Tamaño de vegetación subparcela	Area	VARIABLES DE REGISTRO
Fustales ≥ 10 cm dap	20 x 20 m (n = 25)	- Número correlativo del árbol - Clase de identidad del árbol* - Nombre común de la especie - Diámetro medido a 1,3 m de altura (dap) - Calidad del fuste* - Iluminación de la copa* - Forma de la copa* - Infestación por lianas*
Latizales 5,0-9,9 cm dap	20 x 20 m (n = 5)	- Número correlativo del árbol - Nombre común de la especie - Diámetro medido a 1,3 m de altura - Altura total - Vitalidad**
Brinzales 0,5 m altura - 4,9 cm dap	10 x 10 m (n = 5)	- Nombre común, sólo especies comerciales - Altura total - Vitalidad**

* Clasificación en Anexo 1

** Condición en que se encuentra el individuo: 1 = vivo y sano; 2 = descopado con rebrote; 3 = descopado sin rebrote; 4 = no descopado y moribundo



Clasificación botánica y agrupación de las especies

En un inicio se trabajó con los nombres comunes suministrados por el baqueano y se recogió material botánico de los especímenes que no pudo identificar. Posteriormente, se contrató un dendrólogo para la identificación taxonómica de los fustales. Las muestras colectadas se depositaron en el Herbario Nacional ubicado en la UCA, Managua, y en el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), en Costa Rica. En el Anexo 2 se presenta la lista de especies.

En total, se clasificaron 146 especies agrupadas en 48 familias. Vale mencionar la dificultad de trabajar con nombres comunes, por el hecho ya conocido de que frecuentemente un mismo nombre común denomina a especies que son botánicamente diferentes (incluso de familias distintas); o que varios nombres comunes se usan indistintamente para una sola o varias especies.

● Con fines de manejo, es aconsejable agrupar las especies forestales según su temperamento ecológico y valor comercial. Para facilitar el análisis del bosque en términos ecológicos, se agruparon las especies según su capacidad de reacción a la luz y su historia de vida, de acuerdo con la clasificación propuesta por el CATIE (Finegan y Sabogal 1988, Finegan 1992). Asimismo, las especies fueron agrupadas en función de su valor comercial como madera, de acuerdo con las condiciones imperantes en el mercado local y nacional (Anexos 3 y 4).

Análisis de los fustales (vegetación ≥ 10 cm dap)

En las 8 PPM de Los Filos se encontraron 184 especies, pertenecientes a 46 familias y 111 géneros. Entre las familias botánicas más representadas resultaron Moraceae (7), Euphorbiaceae (6) y Rubiaceae (6). El cociente de mezcla (número de especies/número de individuos) fue en promedio de 4,9 (rango 4,6 a 5,3). Las especies esciófitas parciales predominan en la composición florística; en general, las esciófitas constituyen casi la mitad de las especies. Cerca del 36% de las especies no pudo ser ubicada en ninguno de los grupos ecológicos por desconocer su identidad taxonómica, o por no disponer de información suficiente acerca de su temperamento ecológico. De otro lado, más del 15% de las especies presentes tienen valor comercial actual, porcentaje que aumenta por encima del 20% si se toman en cuenta las especies de valor comercial potencial.

Variables de la estructura florística de la población de fustales:

Número de especies por grupo ecológico

Heliófitas efímeras	8
Heliófitas durables	29
Esciófitas parciales	52
Esciófitas totales	29
Especies desconocidas	66



Número de especies por grupo comercial

Actual comercial	27
Potencial comercial	16
Sin valor comercial	141

Número total de árboles (ind./ha)

Actual comercial	60
Potencial comercial	82
Sin valor comercial	280

Área basal total (m²/ha)

Actual comercial	7,8
Potencial comercial	8,3
Sin valor comercial	13,2

La abundancia promedio de fustales fue de 422 árboles/ha, con un área basal de 29,25 m²/ha. El bosque presenta una distribución diamétrica que corresponde en términos generales a una J invertida, característica de los bosques tropicales (Fig. 2). La distribución del área basal permite apreciar la proporción relativamente alta de árboles de mayores dimensiones (+60 cm dap) en el bosque sin intervención comercial (Fig. 2).

Las especies esciófitas parciales están representadas por árboles del sotobosque que no llegan a desarrollar hasta diámetros mayores. En general, las esciófitas son las más abundantes y dominantes en este bosque, con 50 a 70% de la abundancia total. Cerca del 30% de los árboles corresponden a especies de valor comercial actual o potencial; sin embargo, en términos de área basal, estos dos grupos alcanzan un 60% del total. La tendencia que se observa es de una fuerte reducción de árboles en el grupo sin valor comercial a partir de la clase de 40 cm dap.

En el Cuadro 4 se presentan las especies con el mayor peso ecológico en el bosque estudiado según el Índice de Valor de Importancia Simplificado (IVIS): 15 especies constituyen la mitad del valor total del índice. Gavilán (*Pentaclethra macroloba*), una especie potencialmente comercial, ocupa el primer puesto en importancia en este bosque.

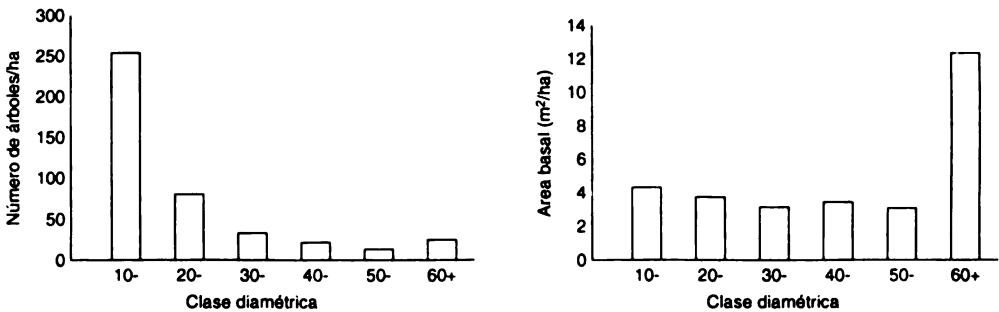


Figura 2. Distribución diamétrica del número de árboles y del área basal en el bosque de Los Filos, Río San Juan, Nicaragua (datos de las parcelas permanentes para todas las especies a partir de 10 cm dap)



Cuadro 4. Importancia ecológica de las especies del arbolado (≥ 10 cm dap) en el bosque Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Especies*	Grupos		Abundancia		Dominancia		IVIS	
	GE	GC	ind./ha	%	m ² /ha	%		%
Gavilán	3	2	50,0	11,9	4,77	16,3	28,2	14,1
Culebro	4	3	34,9	8,3	1,01	3,4	11,7	5,8
Cedro macho	3	1	13,1	3,1	2,44	8,4	11,5	5,8
Guabo-2	2	3	19,6	4,7	0,75	2,6	7,2	3,6
Peine de mico	2	3	5,4	1,3	1,23	4,2	5,5	2,7
Plátano-2	4	3	12,6	3,0	0,69	2,4	5,3	2,7
Almendro	3	2	3,4	0,8	1,31	4,4	5,3	2,6
Tamarindo	3	2	5,5	1,3	0,85	2,9	4,2	2,1
Pichipán	4	3	14,4	3,4	0,20	0,7	4,1	2,1
Ojoche-3	3	3	8,8	2,1	0,47	1,6	3,7	1,8
Cebo-4	3	1	4,0	0,9	0,81	2,8	3,7	1,8
Zopilote	2	2	7,6	1,8	0,40	1,4	3,2	1,6
Matapalo	3	3	0,3	0,1	0,90	3,1	3,2	1,6
Níspero macho-2	3	2	7,5	1,8	0,37	1,3	3,1	1,6
Sangregrado-1	2	1	4,1	1,0	0,60	2,0	3,0	1,5
Subtotal			191,1	45,4	16,8	57,4	102,9	51,4
Las demás especies			230	54,6	12,45	42,6	97,2	48,6
Total			421	100	29,25	100	200	100

* Nombres científicos en Anexo 2

Datos de 8 ha de parcelas permanentes de medición

Grupo ecológico: 1 = heliófita efímera; 2 = heliófita durable; 3 = esciófita parcial;

4 = esciófita total; 9 = gremio ecológico desconocido.

Grupo comercial: 1 = actualmente comercial; 2 = potencialmente comercial;

3 = sin valor comercial maderero actual o potencial, o especie desconocida.

Análisis de la regeneración natural

Para el estudio de la regeneración natural se muestrearon 9600 m² (400 m² x 24) en la categoría de latizales (individuos de 5,0 a 9,9 cm dap) y 2400 m² (100 m² x 24) para los brinzales (individuos de 0,5 m de altura a 4,9 cm dap de especies comerciales), según Dávila y Arróliga (1994).

Para los latizales se contabilizaron 106 especies en 0,96 ha de muestreo. Un 12% (14 especies) se clasificaron como heliófitas (7 heliófitas efímeras); sin embargo, sólo la mitad de especies pudo ser ubicada en alguno de los gremios ecológicos. En términos de abundancia, un 24% correspondió a las especies heliófitas y cerca del 40% a las esciófitas. De otro lado, 20 especies (18% del total) se clasificaron en el grupo actualmente comercial. Las especies no comerciales constituyeron entre el 70 y 75% de las espe-

as encontradas. En número de individuos por grupo comercial, aproximadamente un 40% de los latizales pertenecían a especies de interés comercial (grupos 1 y 2).


Entre las especies más abundantes a nivel de latizales, 10 totalizan un 56% de la abundancia total (Cuadro 5), pero ninguna de ellas se clasifica como actualmente comercial. A excepción de la palma hilera, la mayoría de especies más importantes pertenecen al grupo de esciófitas. Para la categoría de brinzales, de las 11 especies comerciales inventariadas, el 95% de la abundancia correspondió al grupo de esciófitas. Sólo dos especies, cedro macho y kerosín, representaron más de la mitad de la abundancia total.

Diseño y aplicación de un aprovechamiento mejorado

● Por lo general, la primera actividad destinada a poner bajo manejo un área boscosa comienza con el aprovechamiento. Este reviste de singular importancia, no sólo porque de él dependen en gran medida las posibilidades futuras de manejo, sino que, además, debe aportar los recursos económicos que permitan financiar el resto de operaciones del manejo. El aprovechamiento *convencional* (también llamado *tradicional*) de madera que se practica extensivamente en la mayoría de bosques tropicales se caracteriza por ser poco eficiente y altamente destructivo. Esto se debe principalmente a la ausencia de planificación, que da como resultado altos costos y elevados daños al bosque remanente, lo que deja pocas posibilidades para su manejo en forma sostenida (Nicholson 1958, Marn y Jonkers 1982, Uhl y Vieira 1989, Cordero 1989, Hendrison 1990, Quirós *et al.* 1996).

Cuadro 5. Especies más abundantes en la regeneración de latizales (todas las especies de árboles) y de brinzales (sólo especies comerciales) en el bosque Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Latizales					Brinzales			
Especie	GE	GC	Ind/ha	%	Especie	GE	Ind/ha	%
Sietenudos	9	3	45	10,4	Cedro macho	3	329	35,4
Culebro	4	3	36	8,3	Kerosín	3	195	21,0
Palma hilera	2	3	32	7,4	Cebo	3	154	16,5
Ojoche	3	3	30	7,0	Pronto alivio	3	96	10,3
Gavilán	3	2	22	5,1	Pavón	4	67	7,1
Palanco	3	9	19	4,4	Palo de agua	2	50	5,3
Copalchil	3	3	16	3,7	Conchillo	3	17	1,7
Plátano	4	3	16	3,7				
Terciopelo	9	3	15	3,4				
Pichipán	4	3	15	3,4				
Sub-total			246	56,8	Sub-total (7 especies)		908	97,7
Otras especies (96 especies)			187	43,2	Otras especies (4 especies)		21	2,3
Total (106 esp.)			433	100	Total		929	100




① Un aprovechamiento comercial de madera bien planificado y ejecutado puede reducir sustancialmente el impacto negativo sobre el ecosistema forestal y mejorar sus futuras posibilidades de producción y regeneración. Además, este método de aprovechamiento mejorado (planificado, controlado o de bajo impacto) es capaz de lograr una mayor eficiencia y un menor costo total de las operaciones de extracción y producir a la larga mayores rendimientos económicos (Quirós *et al.* 1996, FAO 1996, Johns *et al.* 1998). El mismo equipo que se usa en el aprovechamiento convencional puede usarse durante el aprovechamiento mejorado, ya que la mayor eficiencia y reducción del daño es consecuencia de la planificación de las operaciones y no del tipo de maquinaria en sí (Cordero y Meza 1992).

En el marco del Proyecto Trópico Húmedo se entendió que un primer paso para lograr un manejo sostenible del bosque tenía que darse a través de una mejora en la forma tradicional de ejecución del aprovechamiento comercial de madera. Con ese propósito, a principios de 1992 se realizó, en colaboración con la empresa COREXSA, un aprovechamiento mejorado a escala experimental sobre 40 ha de bosque primario en el sitio Los Filos. Los objetivos del estudio fueron:

- Describir los elementos metodológicos de las operaciones (inventario operacional, planificación y apertura de caminos, tala dirigida y arrastre controlado).
- Evaluar el resultado de las operaciones en términos de daños a nivel del área y de la masa arbórea, de cambios en la condición silvicultural y efectos sobre la regeneración y en la determinación de los rendimientos y costos de cada una de las operaciones.
- Ofrecer algunas recomendaciones técnicas que permitan mejorar las prácticas tradicionales de aprovechamiento, y así propiciar mejores condiciones para el manejo sustentable de los bosques de la zona.

Aprovechamiento convencional: el caso de COREXSA

En el sureste de Nicaragua, los bosques se han venido aprovechando selectivamente en forma tradicional desde hace más de medio siglo. A partir de 1983 la extracción maderera se intensificó, especialmente con la entrada de COREXSA. Esta empresa forestal realizó operaciones en el trópico húmedo de Río San Juan hasta 1992, año en que cerró sus actividades en lo que hoy es el área media de la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Biológica Indio-Maíz. COREXSA fue la mayor abastecedora de materia prima para Plywood de Nicaragua (PLYNIC); además, abastecía a algunos aserraderos de Río San Juan, Masaya y Granada. La capacidad instalada de extracción fue del orden de 24 000 m³, aunque en sus últimos años de funcionamiento llegó a extraer un promedio de 18 000 m³ de madera en rollo, compuestos por unas 25 a 30 especies, a partir de un diámetro mínimo de corta de 55 a 60 cm (Araquistain y Núñez 1990, CI-PRES 1991, Sabogal *et al.* 1992).



A diferencia de la gran mayoría de empresas extractoras que operaban en la zona, COREXSA realizaba una explotación semi-controlada, pues incluía algunos aspectos básicos de planificación, como los inventarios operacionales (Sánchez 1990). En el recuadro siguiente se detallan las principales operaciones de extracción forestal de COREXSA. En la práctica, sin embargo, la información de campo fue poco utilizada y se descuidaron aspectos como la capacitación de operadores y el cumplimiento de medidas efectivas para reducir el impacto de las operaciones forestales sobre el bosque (Castañeda *et al.* 1995). Por razones administrativas y de presión de grupos ambientalistas y del propio sector gubernamental, COREXSA tuvo que abandonar el área a fines de 1992.

Operaciones de extracción forestal de COREXSA, Río San Juan, Nicaragua*

1) *Baqueos*. Determinación de las posibles áreas por intervenir. Su objetivo era localizar las zonas más ricas en términos de volumen, con el fin de poder priorizar su aprovechamiento.

2) *Inventario operacional*. Una vez localizados los sitios con un volumen adecuado de madera, se procedía a la delimitación de las unidades o bloques de inventario, que por lo general abarcaban 20 ha (500 x 400 m). Se partía de la apertura de una línea base con rumbo definido (este-oeste), de la que salían las líneas de inventario y las líneas perimétricas de cada unidad. En las diferentes unidades de inventario se abrían carriles cada 100 m. A lo largo de estos, los baqueanos (personal de campo que conoce los nombres locales de los árboles) iban seleccionando los árboles por extraer, para lo cual efectuaban un 'piquete' (trocha o línea de avance) desde la línea de inventario hasta el pie del árbol. En cada inicio de piquete o bifurcación, colocaban una estaca con unos 'peines' (cortes en la madera en forma de peine) que indican la dirección y el número de árboles localizados. La información sobre cantidad y nombre de especies de los árboles localizados en cada unidad era informada al técnico de campo encargado, y este al jefe de extracción. En un mapa de campo a escala 1:25 000 se ubicaban las unidades de inventario y el número de árboles por extraer.

3) *Mapeo del terreno*. Las unidades de inventario se representaban en un mapa a escala 1:50 000 (Carta Nacional). En este mapa, con curvas de nivel cada 10 m, se ubicaba la posible ruta de extracción, de acuerdo con los bloques donde había mayor abundancia de madera, así como la posible ubicación de los patios de montaña (patios de acopio de madera). Posteriormente, se realizaba un reconocimiento de campo para la ubicación definitiva de los caminos y patios.

4) *Tala*. El técnico responsable de la tala, apoyado en el plano de ubicación de las unidades de inventario y el número de árboles por cosechar ubicaba a los operarios de motosierra en unidades diferentes para disminuir los riesgos de accidentes. No se practicaba la tala dirigida; por el contrario, los motosierristas recibían bonificaciones por producción, lo cual hacía que los mayores esfuerzos estuviesen orientados a tener una alta productividad, en detrimento de la calidad del corte. Esto a su vez ocasionaba pérdidas de volumen en las trozas derribadas y un aumento de los daños a los árboles comerciales de futura cosecha.

5) *Arrastre*. Por lo general, el arrastre se realizaba en dos fases: primero, se extraía la troza con el tractor de orugas (Komatsu D-50) hasta un patio cercano, y de allí se arrastraba con el tractor forestal hacia otro patio, donde podían llegar los camiones a cargar. El uso del cable del tractor era mínimo. El procedimiento empleado era llegar hasta el pie del árbol con el tractor de orugas, para luego arrastrar la troza hasta el patio. Como los operarios recibían beneficios por producción, prestaban poco cuidado a los daños que ocasionaban. Se utilizaba en exceso la pala del tractor para limpiar la superficie del suelo, lo cual ocasionaba un alto grado de perturbación. Además, las rutas eran trazadas por los baqueanos de acuerdo con criterios personales, lo que se traducía en un exceso en el número de vías.

6) *Transporte*. La red vial estaba compuesta por las rutas o vías de arrastre (4 m de ancho), caminos terciarios (10 m de ancho) y caminos secundarios (que son caminos de tiempo seco, de 20 m de ancho). La empresa construía caminos primarios y de penetración lastrados, que permitían el acceso continuo al área de extracción, inclusive en la época lluviosa. Se ubicaban patios de montaña de 900 m² de superficie cada 300 a 500 m. De estos patios de acopio hacia el patio principal de la empresa, el transporte primario se realizaba en camiones tronqueros. Del patio principal, la madera flotante era remolcada por río hasta San Carlos, donde se reunía una cantidad suficiente de trozas para hacer una balsa de unos 1500 m³ de capacidad, la que era remolcada hacia el puerto de Granada. Una vez allí, la madera era transportada en camiones hacia Tipitapa, sede de la empresa PLYNIC, para su posterior industrialización.

* Información basada en entrevistas realizadas entre 1991 y 1992 a personal directivo y operarios de la empresa COREXSA.



Operaciones de aprovechamiento mejorado

Inventario operacional

● El inventario operacional, también conocido como inventario pie a pie o censo comercial, es la actividad más importante en la planificación del aprovechamiento. El objetivo de esta actividad es recabar información sobre la ubicación espacial y el volumen de árboles aprovechables y de futura cosecha, así como de las características del terreno, con el fin de planificar eficientemente el aprovechamiento. La metodología utilizada fue la siguiente:

- *Delimitación del área experimental.* La empresa COREXSA cedió para el ensayo dos unidades de corta (bloques de 500 x 400 m) de 20 ha cada una dentro del área asignada para el aprovechamiento. Estos cuarteles fueron delimitados con un carril perimetral.
- *Trazo de carriles.* Se trazó una línea base tomando como punto de partida una de las esquinas de los bloques. Cada 100 m se marcó el punto de inicio de las líneas de inventario (a partir de los primeros 50 m). En total, se abrieron ocho líneas de 500 m cada una; se tuvo especial cuidado de no cortar la regeneración natural de especies de valor comercial. A lo largo de los carriles se colocaron estacas cada 20 m y se registró información sobre distancias y pendientes. Esta labor permitió generar un mapa con curvas de nivel por medio del programa topográfico *Surfer*.
- *Toma de datos.* A partir de la línea de inventario y hasta una distancia (horizontal) de 50 m a cada lado de esta línea, se evaluaron todos los árboles comerciales aprovechables por COREXSA con dap mínimo de 55 cm. Asimismo, se marcaron en forma visible los árboles de futura cosecha a partir de 20 cm dap, hasta el diámetro mínimo comercial. Con el propósito de facilitar la toma de datos, el registro se realizó en cuadrados de 50 x 50 m.

Los datos recogidos para cada árbol aprovechable fueron: número de árbol, nombre común, diámetro a la altura del pecho (dap), altura comercial y ángulo de dirección de caída natural (ver detalles en el Anexo 5). Cada árbol inventariado se ubicó en un plano; como coordenadas se usaron las líneas de inventario y la distancia del árbol a estas.

Para la selección de los *árboles de futura cosecha* (AFC) se tomaron los criterios siguientes:

- pertenecer a una especie listada (especie del grupo comercial actual)
- estar comprendido en el rango de tamaño entre 20 y 55 cm dap
- tener un fuste con al menos una troza actual o potencialmente aprovechable
- poseer una copa completa o adecuada
- no estar muy inclinado (ángulo no mayor de 20°)

Los datos registrados para los AFC fueron: nombre común, dap y ubicación aproximada del árbol dentro del cuadrado de 50 x 50 m.



Los árboles por cortar fueron seleccionados directamente en el campo y marcados con una "Z" amarilla y el número correlativo. Los AFC se marcaron con una "X" de color rojo, mientras que los árboles que iban a ser dejados como semilleros se marcaron con una "X" de color rojo encerrada en un círculo del mismo color. Simultáneamente con la marcación de los árboles aprovechables, se cortaban las lianas y bejucos envolventes con el fin de disminuir los daños durante la operación de corta.

El volumen comercial fue calculado con las siguientes fórmulas propuestas por la Dirección General Forestal de Costa Rica (MIRENEM-DGF 1990):

- Cedro macho (*Carapa guianensis*), cebo (*Virola koschnyi* y *V. sebifera*) y palo de agua (*Vochysia hondurensis*): $V = 0,000171 * (\text{dap } 1,95698) (\text{hc } 0,63653)$
- Para las demás especies, se usó la fórmula de Lojan:
 $V = 0,0000837876 * (\text{dap } 2,03986) (\text{hc } 0,779)$

Como resultado del inventario operacional se elaboró un mapa con curvas de nivel, en el que se representa la ubicación espacial de los árboles comerciales por extraer y los remanentes para futura cosecha (Fig. 3). Este mapa fue de mucha utilidad para el diseño de caminos y vías de arrastre.

Se inventariaron un total de 266 árboles comercializables a partir de 55 cm dap, lo que representa 6,65 árb/ha, con un volumen total de 1643 m³ (40,5 m³/ha). Se destaca la presencia de cedro macho y cebo, con un 45 y 30% del volumen total inventariado, respectivamente. Se extrajeron 3,8 árb/ha y 23,2 m³/ha para un volumen de 6,10 m³/árbol, lo que representa en ambos casos el 57% de lo inventariado. La diferencia entre lo inventariado y lo extraído se explica por decisiones que se tomaron con los operarios de COREXSA durante las operaciones de extracción. Estas fueron motivadas por: (a) árboles poco accesibles o difíciles de extraer; (b) árboles dañados que no fueron detectados durante el inventario (al cortarlos resultaron con podredumbre interna); (c) árboles muy delgados en el extremo superior, cuya extracción no hubiera compensado los costos; (d) alta densidad de árboles aprovechables, cuya extracción hubiera ocasionado la apertura de claros muy grandes; (e) árboles de especies con muy baja representación en el bosque (según el censo comercial).

En cuanto a los AFC, se contabilizaron un total de 545 individuos (13,6 /ha) entre 20 y 60 cm dap (se incluyeron algunos árboles a partir de 60 cm que se consideraron no aptos para el aprovechamiento actual, debido a que presentaban un diámetro superior muy delgado). En total, se seleccionaron 24 especies comerciales; las más abundantes fueron: cebo (23% del total), cedro macho (19%) y fruta dorada (*Otoba novogranatensis*, 12%).

• Planificación y apertura de caminos y patios de montaña

Esta operación es una de las más importantes para lograr los fines del aprovechamiento controlado, puesto que el mayor impacto se atribuye a la construcción de caminos. El objetivo es trazar la red de caminos en forma óptima, que permita el desembosque de todos los árboles marcados y con un recorrido mínimo. Esto repercute en una mayor eficiencia y economía de los recursos asignados, así como en una disminución de los daños al suelo y a la vegetación remanente.

Sobre el mapa base (con información de la ubicación de los árboles por aprovechar y las características del terreno), se trazó la ruta más conveniente para los caminos primarios y secundarios, así como la ubicación más adecuada para los patios de montaña. Las especificaciones técnicas para los caminos primarios, secundarios y patios de montaña fueron:


- *Camino primario*: ancho de 6 m, pendiente máxima de 12%, radio mínimo de curva de 20 m; de ser posible, no atravesar quebradas
- *Camino secundario*: ancho de 4 m, pendiente máxima de 25%, radio mínimo de curva de 10 m; atravesar lo menos posible cursos de agua
- *Patio de montaña*: topografía plana (pendiente menor de 5%)

Una vez trazada sobre el mapa la red de caminos y patios de montaña, se procedió a su comprobación y señalización en el terreno, con el uso de una cinta plástica. Posteriormente, se procedió a la corta y troceo con motosierra de todos los árboles con un diámetro entre 20 y 50 cm dap que se encontraban sobre las rutas señaladas. Los árboles <20 cm dap fueron cortados con machete, con el fin de facilitar el acceso de los tractores y minimizar el uso de las palas, de modo que la remoción del suelo fuera mínima. Para la apertura propiamente dicha de los caminos de arrastre (primarios) y los patios de montaña, se utilizó un tractor de orugas D-65. Los caminos secundarios se abrieron durante las operaciones de arrastre, a medida que se realizaba la actividad.

En total, se levantaron 2064 m de caminos, de los cuales un 46% correspondió a caminos primarios y un 54% a caminos secundarios. De acuerdo con una evaluación posterior al aprovechamiento, los caminos y patios para las operaciones de extracción correspondieron al 7% del área total.

• Tala dirigida

La tala dirigida es una técnica que permite orientar la dirección de caída del árbol hacia el lugar deseado, con el fin de disminuir la posibilidad de daños a los AFC, evitar pérdidas de madera en el árbol talado y dejar las trozas en una posición cómoda para su posterior arrastre. Para lograr esto, se adiestró al motosierrista en técnicas de tala dirigida, de manera que el árbol cayera en zonas donde no se encontrara ningún AFC, donde no existiesen obstáculos que impidieran la libre caída del árbol, en dirección oblicua a las vías de arrastre y donde no hubiera cursos de agua.



Los pasos seguidos durante la operación de tala dirigida fueron: (a) localización en el mapa base; (b) limpieza del fuste, selección de la dirección de caída más adecuada y apertura de la ruta de escape; (c) ejecución de la muesca y corte de caída (en casos necesarios, se utilizaron cuñas), y (d) limpieza para el troceo (Tanner 1996).

• Arrastre controlado

• A diferencia del arrastre tradicional, durante las operaciones de arrastre en el área experimental el tractor circuló con la pala levantada y exclusivamente por las vías trazadas. Esto permitió trasladar las trozas desde el sitio de tumba hasta el patio de acopio con un mínimo impacto en el bosque y un aumento en los niveles de eficiencia de la maquinaria. Durante el arrastre se utilizaron dos tractores de orugas marca Komatsu D-50, equipados con 'winche' y cable de 50 m de longitud. Cada tractor contó con un operador y su ayudante.

Rendimientos y costos

• Los rendimientos y costos de las operaciones ejecutadas durante el ensayo de aprovechamiento mejorado se resumen en el Cuadro 6. En el recuadro adjunto se ofrece información adicional sobre los estudios de rendimiento de las operaciones de extracción en Los Filos. El costo total de las operaciones fue de US\$ 161,12/ha (US\$ 6,95/m³). Este costo se refiere solamente a las operaciones de campo (madera puesta en patio de montaña); esto es, no incluye costos de construcción de caminos de penetración, ni gastos administrativos de la empresa. /

• Un aspecto importante que se debe de considerar en las condiciones actuales de aprovechamiento forestal en bosques tropicales heterogéneos de la región es el alto volumen de residuos que quedan en el bosque. Si estos fueran aprovechados, el margen de ganancia del aprovechamiento podría aumentar sustancialmente. En el Anexo 6 se presenta un pequeño estudio realizado en Los Filos para cuantificar los residuos de madera con posibilidades de aserrío. Se encontró que se dejaron de extraer 108,9 m³ de madera utilizable, provenientes de 42 árboles muestreados. Si se distribuyese esta cantidad sobre las 40 ha aprovechadas, resultarían en promedio 2,7 m³/ha de residuos; o sea, cerca del 12% del volumen extraído. En aprovechamientos convencionales, el volumen de residuos es mucho mayor (Cordero y Meza 1992).

Cuadro 6. Rendimientos y costos de las operaciones de aprovechamiento mejorado* en Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Actividad	Rendimiento	No. jornales**			Costo (US\$)			%
		Te	Op	Ob	Total	/ha	/m ³	
Inventario operacional								12,9
- Apertura de carriles	800 m/día	6		12	197,8	4,94	0,21	
- Inventario comercial	5/ha/día	24	8	16	634,7	15,87	0,69	
Total		30	8	28	832,5	20,81	0,90	
Trazo red de caminos***								31,4
- Señalización de caminos	237-278 ml	4		4	105,2	2,63	0,11	
- Limpieza caminos y patios	475-371 ml	6	9	9	346,6	8,66	0,37	
- Apertura caminos y patios	250 ml + 2915 m ²		5	5	1571,3	39,28	1,70	
Total		10	14	18	2023,1	50,57	2,18	
Tala dirigida	11 árb./día	(5)	10	10	347,9	8,70	0,38	5,4
Estudio y limpieza del árbol, tala y troceado	(=68 m ³ /día) (=2,9 ha/día)							
Arrastre mecanizado****	16 árb./día (=97 m ³ /día)	(5)	10	10	3241,0	81,02	3,50	50,3
Costo total		50	42	66	6444,5	161,12	6,95	100

* Area total de extracción = 40 ha; número total de árboles extraídos = 153 (3,8/ha); volumen total extraído = 926,49 m³ (23,16 m³/ha)

** Te = técnicos; Op = operarios; Ob = obreros

*** Rango en metros lineales, del rendimiento para caminos primarios y caminos secundarios. En la apertura se consideran sólo los caminos primarios y los dos patios de montaña.

**** Con base en un rendimiento de 16 árboles arrastrados por día (en más de un 90% de los casos se arrastraron fustes enteros). Con una distancia promedio de arrastre de 178 m, el volumen promedio arrastrado (5,4 m³) y un trabajo efectivo de la máquina de 5 horas/día, resultarían 18 viajes/día y 97 m³/día. Para el volumen total extraído se requerirían, entonces, 9,6 días.

Estudios de rendimiento en las operaciones de aprovechamiento mejorado en el bosque Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Inventario operacional. El carrileo se hizo sobre 4800 ml (metros lineales), se emplearon seis jornadas (de 6,5 horas efectivas por día) con un rendimiento promedio diario de 800 m. Para el censo se necesitaron ocho jornadas (de 8 horas efectivas/día), con un rendimiento de 5 ha/día.

Apertura de caminos y patios de montaña. La señalización de las rutas planificadas se hizo en cuatro jornadas de trabajo. Se trazaron en total 950 m de caminos primarios y 1113 m de caminos secundarios; se ubicaron dos patios de montaña con un área total de 2915 m². Para la limpieza de las rutas, se invirtieron seis jornadas que equivalen a 9 días/hombre para el motosierrista y su ayudante.

Tala dirigida. Con el fin de determinar la influencia del diámetro del árbol en el rendimiento durante la tumba, se realizó un estudio de tiempos y movimientos para una muestra de 32 árboles. Se encontró que el tiempo que demora la caída de un árbol durante la operación de corta dirigida está en función de su diámetro; sin embargo, la duración es mínima, con un rango muy estrecho que varía entre 1'29" y 3'36". En el trozado, la variabilidad es mayor, principalmente debido a la influencia de variables difícilmente cuantificables, como posición de la troza, dureza de la madera, etc.

El rendimiento promedio de la brigada de trabajo (un motosierrista y su ayudante) fue de 11 árboles/día. En comparación, COREXSA tenía por norma la corta de 20 a 25 árboles/día. La menor producción en el aprovechamiento mejorado se compensa con un menor nivel de daños al bosque remanente, un aprovechamiento más eficiente de los árboles tumbados (menos desperdicio) y disminución en el riesgo de accidentes a los operarios.

Arrastre controlado. Para la determinación de los rendimientos durante el arrastre, se realizó un estudio de tiempos y movimientos con base en una muestra de 96 ciclos de arrastre. Los momentos considerados durante el ciclo fueron: (a) *viaje vacío*, desde que el tractor sale del patio de montaña hasta su acomodo para el 'wincheo'; (b) *amarre*, desde que el operario desenrolla el cable del 'winche' hasta su enganche en la troza para el arrastre; (c) *viaje cargado*, tiempo que demora el tractor desde que empieza a moverse con su carga hasta la llegada al patio de montaña, y (d) *descarga y acomodo*, que comprende el desenganche y apilado de la troza en el patio de montaña. Con la información generada, se efectuó un análisis de regresión para determinar un modelo que explique el tiempo total del ciclo, en función de la distancia y el volumen transportado. El volumen de la carga fue calculado mediante la fórmula de Smalian.

La distancia promedio de arrastre fue de 178 m, con una carga de 5,4 m³ y un tiempo promedio de 15 minutos. El mayor coeficiente de variabilidad estuvo dado por la distancia de arrastre, que osciló entre 6 m y 467 m. El tiempo del ciclo en función de la distancia de arrastre se puede representar por el siguiente modelo: $T = 362,67 + 3,09 D$ ($r^2 = 0,76$), donde: T=tiempo en segundos; D=distancia en metros. El modelo es altamente significativo, e indica que la distancia explica un 76% de la variación del tiempo. Con otro modelo se trató de explicar la demora en el tiempo en función del volumen arrastrado; no obstante, la correlación fue muy baja ($r = -0,017$). Con un análisis de regresión múltiple se intentó explicar ambas variables, pero el coeficiente de determinación no mejoró sustancialmente.

En promedio, cada tractor realizó 18 ciclos por día, con un rendimiento de 97,2 m³/día. El 90% de los árboles fueron arrastrados con el fuste completo. El costo por metro cúbico de madera rolliza imputado al arrastre incluye los costos de posesión (costos fijos) y los de operación (costos variables).



Evaluación post-aprovechamiento

La evaluación del aprovechamiento forestal en Los Filos consideró tres aspectos:

- Daños al bosque remanente
- Condición silvicultural del bosque remanente
- Dinámica de crecimiento, mortalidad y reclutamiento

Los dos primeros aspectos fueron evaluados dentro de los siguientes seis meses de terminado el aprovechamiento, mientras que los efectos sobre la dinámica del bosque remanente se monitorearon por espacio de cuatro años.

Evaluación de daños al bosque y comparación con el aprovechamiento convencional

Los daños causados por el aprovechamiento mejorado en el bosque de Los Filos fueron comparados con los daños de un aprovechamiento convencional llevado a cabo por COREXSA en el sector conocido como Caño Padilla, distante unos 6 km de Los Filos y con características de terreno y vegetación similares. En Caño Padilla se evaluó el aprovechamiento en un bloque de corta de 20 ha, en el cual COREXSA hizo el premarcaje y extrajo un total de 60 árboles aprovechables en 1992.

La evaluación de daños a la masa arbórea remanente (≥ 10 cm dap) en Los Filos se basó en los siguientes indicadores:

- Daños causados a la masa residual por la caída de árboles aprovechados
- Daños a la masa residual por las operaciones de tala y arrastre dentro de las PPM
- Daños causados a los AFC
- Area total afectada por las operaciones de aprovechamiento
- Grado de disturbio al suelo causado por el aprovechamiento

En el Anexo 7 se describe la metodología utilizada. A continuación se presentan los principales resultados para cada estudio.

Daños causados por la caída de árboles aprovechados

Con base en una muestra de 51 árboles (un tercio del total de árboles talados en Los Filos), el promedio de área dañada por cada árbol aprovechado (diámetro promedio de 105 cm) fue de 357,8 m². Si se hace una proyección del área promedio abierta por un árbol aprovechado a la totalidad de árboles en los dos bloques de corta (N=153), el área de claros abiertos por la tala ascendería a 5,4 ha. En el caso de Caño Padilla, el área dañada por los 30 árboles muestreados (la mitad del total extraído) cubrió una superficie de 1,06 ha, para un promedio de área dañada por árbol de 353,2 m² (Cuadro 7).



En cuanto a los árboles con 20 cm dap que resultaron dañados por la caída de los árboles talados, en Los Filos murieron en promedio 2,7 árboles por árbol talado y 0,3 tendrían muy pocas probabilidades de sobrevivir por presentar daños muy serios. En Caño Padilla, el daño afectó a 4,6 individuos por árbol talado, aunque con una menor incidencia de individuos muertos. El aprovechamiento en este sitio fue comparativamente de menor intensidad (en promedio 3 árb/ha) y con árboles de menores dimensiones que en Los Filos; no obstante, el mayor cuidado en el aprovechamiento mejorado en Los Filos permitió una reducción del daño al rodal remanente.

Cuadro 7. Evaluación de daños causados por la caída de árboles aprovechados en Los Filos (aprovechamiento mejorado) y en Caño Padilla (aprovechamiento convencional). Río San Juan, Nicaragua

Variabes	Los Filos	Caño Padilla
Area total evaluada (ha)	40	20
Número de árboles comerciales extraídos	3,8	3,0
Arboles evaluados (muestra):		
- Número	51	30
- Diámetro promedio (cm dap)	105,0	82,5
Area promedio intervenida por árbol aprovechado (m ²)	357,8	353,2
Porcentaje de área total intervenida (= claros de tala)	13,5	10,6
Núm. promedio de árboles 20 cm dap afectados por árbol talado	3,0	4,6

La evaluación del tipo de corte, con base en los tocones de los árboles tumbados en Los Filos, indica que el 86% de los cortes fueron bien realizados; un 9,8% presentó astillamientos en el fuste por cortes incompletos; el porcentaje restante (4%) se reparte entre malos cortes por pudrición del corazón del árbol y reventaduras de la parte superior del fuste por caída sobre algún obstáculo. Para Caño Padilla, un 30% de los cortes resultaron con astillamientos del fuste (por cortes incompletos) y el resto fueron cortes bien hechos. Así, la evaluación sobre la calidad de los cortes favorece a Los Filos, lo cual era de esperar en razón de la planificación previa al aprovechamiento y el mayor cuidado durante la operación de tala en este sitio.

Daños a la masa remanente en las parcelas permanentes de medición

La intensidad de daños en Los Filos, con un 18% de individuos muertos o con heridas serias, fue ligeramente menor que en Caño Padilla (21%). Las causas principales de daños en Los Filos fueron el mismo aprovechamiento y el paso de maquinaria pesada. En Caño Padilla se encontró una situación similar, pero con una mayor frecuencia de daños ocasionados por la combinación de tala y extracción (81% *vs.* 55%). Esta diferencia sería mayor si en el bloque de Caño Padilla hubiera pasado el camino principal de extracción.



En Los Filos, el 17% de los daños fueron en el fuste y la copa; mientras que en Caño Padilla esta proporción fue de 23%. Los daños en el fuste fueron causados principalmente por fricciones de la troza arrastrada o de la maquinaria durante el desembosque. Los daños a la copa fueron causados por la caída de árboles durante la tala.

Daños a los árboles de futura cosecha

En Los Filos, el 89% de los AFC no sufrió ningún tipo de daño, un 3,8% murió y un 4,5% sufrió daños serios, pero con tendencia a recuperarse (Cuadro 8). La mayor severidad de los daños se presentó en las clases diamétricas inferiores, debido a su mayor abundancia y vulnerabilidad al impacto físico (López 1995). Estos resultados permiten apreciar las bondades del aprovechamiento mejorado que se practicó en este sitio, dirigido en particular a disminuir el daño a la futura cosecha comercial. Los AFC fueron marcados antes del aprovechamiento (durante el censo comercial), y los operadores trataron de evitarlos al decidir la dirección de caída de los árboles por tumar. En el aprovechamiento convencional de Caño Padilla no se marcaron los AFC.

Cuadro 8. Intensidad de daños a los árboles de futura cosecha después del aprovechamiento mejorado en Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Intensidad de daños	Categorías diamétricas (cm)			Total	%
	20 - 39	40 - 59	60 +		
Sin daños	244	209	31	484	89,0
Herida menor	13	1	1	15	2,7
Herida severa	13	9	3	25	4,5
Herida muy seria	--	--	--	--	--
Cortado o derribado	13	7	1	21	3,8
Total	283	226	36	545	100,0
Porcentaje (%)	52	42	6		100,0

Fuente: López (1995)

Area afectada por el aprovechamiento

En Los Filos se afectó un 20% del área aprovechada (40 ha); el mayor porcentaje correspondió a los claros de tumba (Cuadro 9). Si se considera que los caminos primarios y secundarios y los patios de montaña son los que mayor daño causan al suelo por efecto de la compactación, en conjunto la sumatoria de estas áreas representan un 2,5% del total.

En Caño Padilla, el área afectada fue menor (15%). Aproximadamente la mitad del bloque no fue disturbado por las operaciones de aprovechamiento debido a la baja densidad de árboles aprovechables, lo que significó un menor recorrido de caminos; además, no se tuvo que construir un camino principal dentro del bloque.



Cuadro 9. Área afectada por el aprovechamiento en Los Filos (mejorado) y Caño Padilla (convencional) en Río San Juan, Nicaragua

Tipo de disturbio	Ancho (m)	Los Filos			Caño Padilla		
		Long. (m)	Supf. (m ²)	(%)	Long. (m)	Supf. (m ²)	(%)
Camino primario	6	950	5700	1,7			
Camino secundario	4	1113	3290	0,8	621	2484	1,2
Pistas de arrastre	4	3832	15330	3,8	1543	6172	3,1
Patio de montaña			2915	0,7		(1280)*	(0,6)
Claros de tumba			54033	13,5 ³		21200	10,6
Total		5895	81286	20,5	2164	31136	15,5

* Patio ubicado fuera del bloque de extracción

Disturbios ocasionados al suelo

En Los Filos se evaluó cuantitativamente el grado de disturbio ocasionado al suelo principalmente por el arrastre (Anexo 6, punto 5). Los resultados obtenidos permitieron comprobar que en Los Filos un 89% de la superficie no fue disturbada (clase A); en un 5% del área se observó que el suelo estaba algo disturbado (clase B) y en una proporción similar muy disturbado (clase C); el caso extremo, suelo compactado (clase D), se apreció en menos del 1% del área.

Condición silvicultural del bosque aprovechado

En el marco técnico del manejo sostenible de un bosque, el aprovechamiento es una operación silvicultural más (Hutchinson 1993). Desde este punto de vista, es importante no sólo conocer en qué medida puede afectar al bosque, sino también el efecto positivo sobre las condiciones de regeneración, en particular de las especies de mayor interés para el manejo. En esta sección se ofrece una evaluación cualitativa parcial sobre la condición silvicultural del bosque inmediatamente después del aprovechamiento.

Arboles de futura cosecha

Como se indicó anteriormente, en las 40 ha del área experimental se marcaron un total de 542 árboles para una futura cosecha, de lo que resulta una densidad promedio de 13,6 árboles/ha. Este número es relativamente alto, si se tiene en cuenta que solamente fueron consideradas entre 20 y 25 especies con valor actual en el mercado nicaragüense (Anexo 2).

Según las condiciones actuales del mercado local, para la futura cosecha comercial del bosque estudiado probablemente predominarán las especies cebo (*Virola koschnyi* y



V. sebifera), cedro macho (*Carapa nicaraguensis*), fruta dorada (*Otoba novogranatensis*) y rosita (*Sacoglottis trichogyne*), que en conjunto representan más del 60% del número total de árboles seleccionados (Cuadro 10). Sin embargo, también es muy probable que para la época de una segunda cosecha (a los 30 años, que corresponde al ciclo de corta establecido actualmente en la legislación), otras especies hoy no comerciales se hayan sumado a este grupo. Tal es el caso del gavilán (*Pentaclethra macroleba*), una de las especies más abundantes en este bosque. Esta especie se comercializa desde hace varios años en el mercado costarricense, donde ha alcanzado un valor de mercado semejante al del cedro macho.

Cuadro 10. Distribución diamétrica de los árboles seleccionados para futura cosecha en las 40 ha del área experimental de Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Especies*	Clases diamétricas (cm)					Total	Ind./ha	%
	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 +			
Cebo	58	23	26	14	5	126	3,6	23
Cedro macho	23	25	25	19	12	104	2,6	19
Fruta dorada	13	18	19	14	--	65	1,6	12
Rosita	10	8	14	10	1	43	1,1	8
Zopilote	9	14	8	3	4	38	1,0	7
Sangregrado	12	4	9	4	11	30	0,7	5
Guayabo de charco	5	12	7	4	1	29	0,7	5
Pronto alivio	5	10	6	4	2	27	0,6	5
Pavón	4	1	2	3	3	13	0,3	2
Panamá	2	3	4	2	--	11	0,3	2
Manú**	--	3	3	4	1	11	0,3	2
Kerosín	--	1	5	4	--	10	0,2	2
Otras especies (n=12)	8	11	6	8	2	35	0,9	6
Total	149	133	134	93	32	542	13,6	
(%)	27	24	25	17	6			100

* Nombres científicos en Anexo 2

** Esta especie es muy apreciada localmente, aunque COREXSA no la incluyó en su lista para extracción comercial

Cambios en la iluminación de copas de los AFC

El efecto del aprovechamiento sobre la iluminación que reciben las copas de los AFC se evaluó en una muestra de 86 individuos dentro de las PPM, antes y después del aprovechamiento. En el histograma de la Fig. 4 se aprecia un desplazamiento de las barras hacia la izquierda, lo que indica una mejora en todas las clases de iluminación a causa del aprovechamiento.

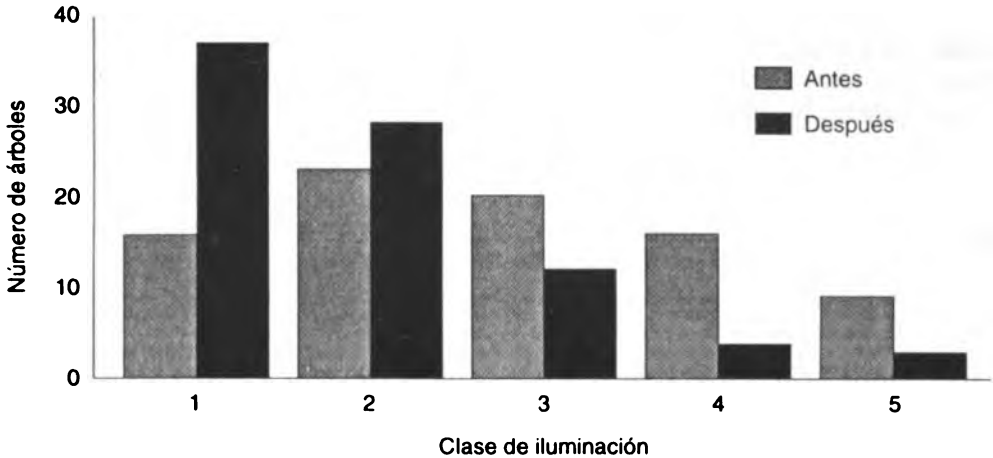


Fig. 4. Cambios en la clase de iluminación en una muestra de árboles de futura cosecha evaluados antes y después del aprovechamiento mejorado en Los Fillos, Río San Juan, Nicaragua
Clases de iluminación de copa: 1=copa emergente; 2=plena iluminación vertical; 3=alguna iluminación vertical; 4=iluminación lateral; 5=ninguna iluminación directa

Si consideramos las clases 1 y 2 como las silviculturalmente deseables para propiciar el máximo crecimiento diamétrico, se observa que inmediatamente después del aprovechamiento el porcentaje aumentó de 46% a 77%. Es posible elevar aún más este porcentaje mediante la aplicación de un tratamiento silvicultural dirigido a eliminar los individuos que compiten con los AFC. Los datos del muestreo diagnóstico corroboran esta necesidad.

Muestreo diagnóstico

El objetivo del muestreo diagnóstico es determinar el estado de la regeneración natural de un bosque y, por ende, sobre la necesidad de aplicar un tratamiento silvicultural. Esta actividad se realizó dos meses después de finalizado el aprovechamiento. El principio consiste en registrar el mejor ejemplar establecido de las especies de valor comercial (el 'líder deseable sobresaliente', DS) en parcelas temporales de 10 x 10 m y evaluar el grado de iluminación que recibe su copa. Esto permite determinar el grado de ocupación y los requerimientos de luz de los individuos seleccionados, y ayuda a definir las operaciones silviculturales apropiadas (Hutchinson 1992, 1993).

Las parcelas temporales para el muestreo diagnóstico se dispusieron a lo largo de las líneas levantadas durante el inventario operacional. En sectores de difícil penetración -por residuos de los árboles tumbados- se abrieron nuevas líneas. En total, se evaluaron 295 parcelas para una intensidad de muestreo del 7%. De acuerdo con el número de muestras tomadas, los resultados tienen un margen de error del 7%, y un 95% de confianza.



La brigada estuvo formada por un técnico, un baqueano y un obrero. El rendimiento por día (de 6,5 horas efectivas) fue de 50 parcelas de 10 x 10 m. El costo calculado por hectárea fue de US\$5,0 (US\$0,22/m²), poco significativo en comparación con los costos de las operaciones de aprovechamiento (Cuadro 6).

Un 60% de las parcelas muestreadas resultó ocupada por al menos un DS (Cuadro 11). La mayor ocupación se dio en la clase fustal, con un 26% de las parcelas muestreadas ((a partir de 20 cm dap se obtiene una densidad de 15,6 árboles/ha, cifra comparable con la obtenida en el censo de AFC (13,6/ha)). Este porcentaje de ocupación de DS puede considerarse alto, si se tiene en cuenta que no se incluyen especies potencialmente valiosas. A nivel de especies individuales, cedro macho, cebo y fruta dorada son las especies mejor representadas, con cerca de un 70% del número total de DS.

La iluminación que reciben las copas de los árboles DS corresponde a las clases menos iluminadas. En la clase fustal, cuatro de cada cinco (80%) tienen copas mal iluminadas; esto indicaría la necesidad de realizar un tratamiento para promover el máximo desarrollo, lo que tendría un efecto reductor sobre la duración del ciclo de corta. Con base en estos resultados y experiencias en bosques similares (Quirós y Finegan 1994), se recomienda realizar un tratamiento de liberación, destinado a mejorar la clase de iluminación que reciben los fustales. Los latizales y brinzales serían indirectamente beneficiados por el tratamiento a los fustales.

Cuadro 11. Resultados del muestreo diagnóstico* dos meses después del aprovechamiento mejorado en Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Clase de DS	Clase de iluminación					No. individuos	
	1	2	3	4	5	Total	%**
40 - 49,9 cm dap	2	2	4	--	1	9	3
30 - 39,9 cm dap	3	4	1	2	--	10	3
20 - 29,9 cm dap	1	1	19	5	1	27	9
10 - 19,9 cm dap	1	--	9	15	6	31	11
Fustal	7	7	33	22	8	77	26
Latizal	3	1	11	28	26	69	23
Brinzal		3	6	8	16	33	11
Parcela 9a	1	12	10	43	36	102	35
Parcela 9b	--	1	8	1	4	14	5
Total	11	24	68	102	90	295	100
(%)	4	8	23	35	30	100	100

* Datos de 295 parcelas temporales de 10x10 m

** Densidad por hectárea

Clases de DS: fustales = árboles de 10 a 49,9 cm dap; latizales = árboles de 5,0 a 9,9 cm dap; brinzales = arbolitos de 0,30 m de altura a 4,9 cm dap. Parcelas vacías: 9a = parcela en sitio productivo; 9b = parcela en sitio improductivo.

Clases de iluminación: 1 = copa emergente; 2 = plena iluminación vertical; 3 = alguna iluminación vertical; 4 = iluminación lateral; 5 = ninguna iluminación directa



Evaluación de la dinámica del bosque aprovechado

En esta sección se ofrecen resultados preliminares sobre la dinámica del bosque de Los Filos 1, 2 y 4 años después del aprovechamiento selectivo con técnicas de bajo impacto. El análisis se basa en una serie de tres mediciones periódicas para la población de fustales (≥ 10 cm dap) en las parcelas permanentes de medición.

La mortalidad y el reclutamiento de nuevos individuos en la primera clase diamétrica (10,0-19,9 cm dap) se determinaron por conteo simple. Los incrementos diamétricos anuales fueron calculados con base en las medianas entre dos mediciones; los resultados se expresan por tipo de tratamiento, clase diamétrica y grupo comercial. A estos resultados se aplicaron pruebas estadísticas no paramétricas (Wilcoxon, Kruskal-Wallis) para detectar posibles diferencias en los incrementos. Adicionalmente, se presentan resultados a nivel de la regeneración de latizales (5,0 a 9,9 cm dap). Los datos permiten apreciar algunas tendencias a corto plazo en la dinámica poblacional (cambios en la estructura y composición florística) en esta categoría de tamaño.

Mortalidad y reclutamiento

La mortalidad a un año del aprovechamiento fue de 65,5 individuos/ha (15,6% de la población originalmente inventariada). Entre 1993 y 1995 la mortalidad se redujo a 8,3 indiv/ha en un periodo de dos años, o sea, que anualmente murieron 4,15 indiv/ha (2,2%).

Se registraron en promedio 17 ingresos/ha/año, principalmente de las especies heliófitas efímeras *Cecropia obtusifolia* y *Cecropia insignis* (guarumo), *Inga sp.* (guabo) y de la esciófita *Trichilia quadrijuga* (culebro).

Incremento diamétrico

El incremento mediano en el primer periodo de medición fue superior al observado en el segundo periodo (0,48 cm vs. 0,32 cm). Igual tendencia se presentó a nivel de los grupos comerciales, pero en ambos periodos se aprecia un mayor incremento de las especies comerciales potenciales (Cuadro 12).

Cuadro 12. Incremento diamétrico mediano por periodo de incremento por grupo comercial en el bosque aprovechado de Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Grupo comercial	Incremento 1 (periodo '93)	Incremento 2 (periodo '95)
Actual comercial	0,48	0,25
Potencial comercial	0,72	0,51
Sin valor	0,48	0,25



El análisis de conglomerados se realizó para los dos periodos de incremento. En ambos análisis se consideraron 70 especies. Para el primer periodo (incremento 1993), se formaron dos grupos de crecimiento: lento (70% de las especies) y rápido. La decisión de formar estos grupos se basó en un análisis de varianza entre diferentes conglomerados. Para el segundo periodo no resultó clara la formación de dos o más grupos de crecimiento, ya que los análisis de varianza fraccionaban cada vez más los conglomerados iniciales sin definirlos claramente (en algunos casos las medianas para los diferentes conglomerados no eran diferentes estadísticamente). Las que presentaron más diferencias entre sí fueron las máximas y los terceros cuartiles de los diferentes agrupamientos. Por lo tanto, se conformó un solo grupo de crecimiento para el segundo periodo de incremento.

El análisis de correlación se efectuó para los grupos actual comercial y potencial comercial, debido a que las variables silviculturales no estaban disponibles para todas las especies, sino sólo para estos dos grupos. Las especies comerciales presentaron una correlación muy baja entre la iluminación y la forma de la copa con el incremento en los dos periodos (-0,12 y -0,13 para la iluminación, y -0,20 y -0,12 para la forma de copa), al igual que la infestación por lianas en el segundo período (-0,21). Por su parte, las especies potenciales mostraron correlación de la forma de la copa y la infestación por lianas con el primer incremento, aunque bastante baja (-0,13 y -0,20, respectivamente).

Cambios en la regeneración de latizales

Dos años después del aprovechamiento, un 22% de los latizales monitoreados originalmente habían desaparecido, debido principalmente al tránsito de maquinaria pesada por donde se ubicaban algunas de las parcelas de muestreo y/o por el impacto de la copa de árboles que se aprovecharon. La mortalidad anual calculada en las 0,96 ha muestreadas se redujo de un 4,6% a los dos años después del aprovechamiento a 1,3% hacia el tercer año. Los egresos en dicho periodo fueron de alrededor del 6%, y el reclutamiento superó ampliamente la mortalidad y los egresos: 14% a los dos años y 31% luego de tres años de la intervención. La mayoría de estos reclutas fueron de especies heliófitas.

En 1995 se contabilizaron sobre 0,96 ha un total de 112 especies (90 pertenecientes a 41 familias botánicas). En 1992 se registraron 106 especies del gremio ecológico de las esciófitas, principalmente (Cuadro 13). Para la medición de 1995, las especies de comportamiento heliófito incrementaron su presencia relativa de 10% (1992) a 15%. Esta condición se supone fue favorecida por las aperturas en el dosel y la mayor entrada de luz hacia los estratos inferiores, producidas por la extracción.



Cuadro 13. Especies más abundantes en la regeneración de latizales antes y tres años después del aprovechamiento en el bosque Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Medición inicial en 1992					Medición 1995				
Especie	GE	GC	Ind./ha	%	Especie	GE	GC	Ind./ha	%
Sietenudos	9	3	45	10,4	Guarumo *	1	3	57	12,3
Culebro	4	3	36	8,3	Sietenudos	9	3	38	8,2
Palma hilera	2	3	32	7,4	Culebro	4	3	26	5,6
Ojoche	3	3	30	7,0	Ojoche	3	3	23	5,0
Gavilán	3	2	22	5,1	Palma hilera	2	3	17	3,7
Palanco	9	3	19	4,4	Gavilán	3	2	17	3,7
Copalchil	3	3	16	3,7	Copalchil	3	3	13	2,8
Plátano *	4	3	16	3,7	Pichipán	4	3	13	2,8
Terciopelo *	9	3	15	3,4	Palanco	9	3	9	1,9
Pichipán	4	3	15	3,4	Cedro macho *	3	1	9	1,9
Sub-total			246	56,8	Sub-total			222	47,9
Otras especies (96 especies)			187	43,2	Otras especies (102 especies)			241	52,1
Total (106 esp.)		433	100		Total (112 esp.)			463	100

* Especie no común entre ambas mediciones

Discusión general y conclusiones

● Una característica del aprovechamiento mejorado es que en la planificación de las diferentes operaciones se toma en cuenta, no sólo la masa actualmente aprovechable, sino los árboles que constituirán la futura cosecha. Como parte de este enfoque de manejo, se limitan las intervenciones a un determinado porcentaje del total aprovechable, con el fin de prever reservas de árboles como semilleros y de atender restricciones de tipo técnico (por ejemplo, dificultad de extracción de un árbol) y legal (como no cortar muy cerca de cauces de ríos o quebradas). /

● Los rendimientos obtenidos con el aprovechamiento mejorado a escala experimental en Los Filos pueden considerarse relativamente altos, si se comparan con otras operaciones de tala dirigida y arrastre mecanizado en la región (Carrera 1993, Sabogal *et al.* 1993, Quirós y Finegan 1994). Este alto rendimiento puede deberse a la amplia experiencia práctica del personal de campo de COREXSA y al hecho, de por sí controversial, de que estos solían ser pagados con base en la producción, con lo cual tendían a descuidar la calidad por la cantidad (mayor rendimiento).



Con base en los resultados de la evaluación de daños causados por el aprovechamiento convencional (caso Caño Padilla) y el aprovechamiento mejorado (caso Los Filos), se encuentra que hay diferencias que favorecen a este último. En Caño Padilla se extrajeron todos los árboles inventariados, mientras que en Los Filos, a pesar de haber una mayor densidad y volumen aprovechable, no se extrajo todo lo inventariado, sino una cantidad por debajo del 60% (porcentaje que corresponde al límite de extracción establecido en la legislación forestal de Costa Rica; MIRENEM-DGF 1990). Además, en Los Filos se inventariaron todos los árboles de futura cosecha con miras a conservarlos y protegerlos.

El tamaño promedio de los claros producidos por la tumba de árboles en Los Filos fue de 358 m², comparado con 353 m² por árbol en Caño Padilla. Sin embargo, hay que tomar en cuenta una diferencia mayor de 20 cm en el diámetro promedio de los árboles tumbados en Los Filos. En porcentaje, el área de claros abiertos por la tumba fue de 10,6% en el aprovechamiento convencional y de 13,5% en el mejorado. Estas cifras son comparables a las obtenidas en experiencias similares en otros bosques neotropicales, por ejemplo, en Costa Rica (Méndez y Vargas 1992) y la Amazonia brasileña (Uhl y Vieira 1989, D'Oliveira y Braz 1995, Johns *et al.* 1998).

Si bien los claros abiertos por la tala representaron el mayor porcentaje de área afectada, estos no deben considerarse como área dañada, sino más bien como área disturbada, en la cual se activó el proceso dinámico del bosque (Finegan 1992). Lo que se hace con un buen aprovechamiento es imitar este proceso, pero en forma más acelerada (Hartshorn 1980). Es muy difícil disminuir el tamaño de los claros; lo que es factible, es salvaguardar individuos deseables con la práctica de la tala dirigida. Además, es preciso distribuir espacialmente la ubicación de los árboles por aprovechar para evitar claros grandes que provoquen un retroceso en la sucesión natural.

El mayor daño que se atribuye a un aprovechamiento es por la construcción de caminos primarios, secundarios y patios de montaña, ya que causan compactación del suelo. En conjunto, la sumatoria de estas áreas representaron un 3,2% del total en Los Filos. Este porcentaje es bastante bajo si se le compara con los resultados obtenidos en Surinam bajo métodos tradicionales de extracción, que llegan a 8,2% del total de la superficie intervenida (Henderson y de Graaf 1986). Las pistas de arrastre significaron un 3,8% del área total en Los Filos. Debido a que el tractor transitó por ellos con la pala levantada, la remoción del suelo fue mínima en estas áreas. El trazo de los caminos antes del aprovechamiento conllevó a que los daños al fuste de los árboles de futura cosecha hayan sido muy poco significativos.

La evaluación del tipo de corte en el tocón revela que se hicieron mejores cortes con el aprovechamiento mejorado. Esto se debe a que se puso un mayor cuidado durante la tala. El número de árboles dañados por los que fueron tumbados fue ligeramente menor en el aprovechamiento mejorado: 3,9 *vs.* 4,6, aún a pesar de que había una mayor densidad de árboles en Los Filos.



Con el aprovechamiento mejorado, 18% de los árboles resultaron muertos o con daños severos, en comparación con 25% en el convencional. Estos resultados están muy por debajo de la severidad de daños (a veces por encima del 50%) causados por el aprovechamiento tradicional en condiciones de bosques mucho más ricos en árboles comerciales, como ocurre en el Sudeste Asiático (Nicholson 1958). Un dato comparable al del presente caso es el que reportan Uhl y Vieira (1989) para un aprovechamiento tradicional en la Amazonia brasileña, donde se dañó alrededor del 25% de todos los árboles. Para la región centroamericana, se reportan niveles de daños entre 10 y 20% (Méndez y Vargas 1992, Quesada 1992). El bajo nivel de daños que causó el aprovechamiento técnicamente planificado y la mejora en la clase de iluminación de las copas de los AFC permiten afirmar que el aprovechamiento mejorado, tal como se implementó en Los Filos, constituye en sí un tratamiento silvicultural.

Los resultados preliminares sobre cambios a corto plazo en la dinámica de la masa remanente (≥ 10 cm dap) en el bosque sometido a un aprovechamiento de bajo impacto se ubican dentro del rango reportado en varios estudios en bosques similares dentro de la región, particularmente en cuanto a incrementos diamétricos (Siteo 1992, Sabogal *et al.* 1992). Los datos permiten destacar la variación en las tasas de cambio entre dos periodos de medición posteriores a la intervención. Esto se refleja tanto en la mortalidad (15,6% a un año del aprovechamiento y 2,2% a los tres años), como en el incremento diamétrico (IDA mediano para todas las especies) que pasó de 0,48 cm a 0,32 cm).

Las especies del grupo potencial comercial tuvieron las tasas más altas de incremento. Contrario a lo que podría esperarse, las especies comerciales presentaron una correlación muy baja entre la iluminación y la forma de la copa con el incremento. A nivel de la regeneración de latizales, destaca la alta tasa de reclutamiento registrada en el segundo periodo de medición (a tres años del aprovechamiento). Esto indica claramente el efecto de la intervención sobre la regeneración natural, que en el primer y segundo año se manifestó en la población de plántulas y brinzales, que luego ingresaron a la categoría de latizales.

A pesar de las limitaciones propias del estudio, estos resultados permiten dar indicaciones sobre los beneficios de su aplicación. Es necesaria, sin embargo, una mayor validación para convencer a la empresa maderera, al concesionario o al dueño del bosque, de que el uso de una buena planificación, supervisión y capacitación en el aprovechamiento del bosque no es más costoso y está a su alcance.

☛ El cambio que significa pasar de una explotación tradicional de maderas comerciales - con el objetivo principal de generar el mayor ingreso posible en el más corto plazo y sin considerar el futuro del bosque - hacia prácticas de aprovechamiento que busquen optimizar las funciones de producción y la conservación a largo plazo, requiere también de mucha voluntad política. En algunos países latinoamericanos ya se vienen dando pasos concretos en ese sentido, los que se reflejan, por ejemplo, en una revisión de las normativas que rigen los planes de manejo y en programas de demostración y capacitación, donde organismos no gubernamentales y la empresa privada juegan un rol decisivo.



Bibliografía

- Araquistain, R.; Nuñez, M. 1990. Manejo del bosque tropical húmedo y forestería social: base del desarrollo forestal de la empresa CORFOP Extracciones S.A. Managua, Nicaragua, Corporación Forestal del Pueblo (CORFOP). 21 p. (Mimeogr.).
- Carrera, F. 1993. Rendimientos y costos de las operaciones iniciales de manejo en un bosque primario de la zona atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.
- Castañeda, A.; Carrera, F.; Flores, J. 1995. Extracción con bueyes y aserrío con motosierra de marco: una alternativa para el manejo forestal comunitario; estudio de caso en el ADI La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. Proyecto RENARM/Producción en Bosques Naturales (CATIE/USAID) - Proyecto Trópico Húmedo (UCA/SAREC). Managua. Documento presentado al 2do. Congreso Forestal Centroamericano realizado en Honduras.
- Castillo U., A. 1994. Análisis de la composición y estructura horizontal de un bosque aprovechado selectivamente en la zona de Río San Juan, Nicaragua. Trabajo de Diploma para optar el título de Licenciado en Ecología y Recursos Naturales. Universidad Centroamericana, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Managua, Nicaragua. 83 p.
- CIPRES. 1991. Agricultura migratoria y desarrollo sostenible en la producción campesina de Río San Juan. Diagnóstico de base. Centro para la Investigación, la Promoción y el Desarrollo Rural y Social. Cuadernos del CIPRES 7. Managua, Nicaragua. 84 p.
- Cordero, W. 1989. Aprovechamiento forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Serie de Apoyo Académico n° 8. 101 p.
- ; Meza, A. 1992. Algunas observaciones de un aprovechamiento forestal tradicional en la zona sur de Costa Rica. In Congreso Forestal Nacional (2, 1992, San José, C.R.) Resúmenes de ponencias. San José, Costa Rica. pp 123-125.
- Dávila C., L.; Arróliga P., P. 1994. Análisis de la regeneración natural de especies maderables en bosques con y sin aprovechamiento comercial en Río San Juan, Nicaragua. Trabajo de Diploma para optar el título de Licenciado en Ecología y Recursos Naturales. Universidad Centroamericana, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Managua, Nicaragua. 55 p.
- D'Oliveira, M.V.N.; Braz, E.M. 1995. Reduction of damage to tropical moist forest through planned harvesting. Commonwealth Forestry Review 74 (3): 208-210.



- Finegan, B.; Sabogal, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: un estudio de caso en Costa Rica. *El Chasqui* (C.R.), 17: 3-24.
- Finegan, B. 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. *In* V Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. (Mimeogr.) s.p.
- FAO. 1996. *FAO Model Code of Forest Harvesting Practice*. Rome, Italy.
- Gutiérrez, N.; Góngora, C.; Argüello, A. 1996. Manual práctico para la identificación de las principales especies maderables de la zona del Río San Juan, Nicaragua; características para su identificación. Proyecto Producción de Bosques Naturales, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 113 p. [Serie técnica. Informe técnico no. 19]
- Hartshorn, G. 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropica* (EE.UU.) 12 (Suppl.):23-30.
- Henderson, J.; de Graaf, R. 1986. Algunas notas sobre el manejo del bosque alto seco en Suriname. *In* Seminario Internacional sobre Manejo de Bosque Tropical Húmedo en la Región de Centroamérica. ESNACIFOR, Siguatepeque, Honduras. Memorias. pp. 1-20.
- Henderson, J. 1990. Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname. (Ecology and Management of Tropical Rain Forests in Suriname). The Netherlands, Wageningen Agricultural University. 204 p.
- Holdridge, L. R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. IICA. Serie de Libros y Materiales Educativos n° 83. 216 p.
- Hutchinson, I. 1992. Técnicas silviculturales en bosques tropicales latifoliados. *In* V Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. (Mimeogr.). 46 p.
- Hutchinson, I. D. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 204. 31 p.
- Johns, J.; Barreto, P.; Uhl, C. 1998. Os danos da exploração de madeira com e sem planejamento na Amazônia Oriental. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), Série Amazônica No. 16. Belém, Brasil. 40 p.
- López B., C. H. 1995. Daños a los árboles de futura cosecha causados por un aprovechamiento mejorado en un bosque de la zona de Río San Juan, Nicaragua. Trabajo de Diploma. Escuela de Ciencias Forestales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 42 p.



-
- Marn, M; Jonkers, W. 1982. Logging damage in tropical high forest. *Malaysia Tropical Forests. Source of Energy through Optimization & Diversification.* pp 27-39.
- Méndez, J.; Vargas, R. 1992. Análisis silvicultural del impacto del aprovechamiento. *In Congreso Forestal Nacional, Resúmenes de ponencias.* San José, C.R. pp 126-127.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Nicaragua. 1978. Reconocimiento edafológico de la región sureste de Nicaragua. Catastro Nacional, MAG, Managua, Nicaragua.
- Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, Costa Rica. 1990. Guía para planes de manejo en bosque natural. MIRENEM-DGF, San José, Costa Rica. 11 p.
- Nicholson, D. 1958. An analysis of logging damage in tropical rain forest, North Borneo. *Malaysiam Forester (Malaysia)* 21:235-245.
- Quesada, R. 1992. Evaluación del aprovechamiento mejorado a través de parcelas permanentes de muestreo en Boca Tapada de Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. *In Congreso Forestal Nacional (2. 1992, San José, C.R.). Resúmenes de ponencias.* San José, C.R. pp 131-133.
- Quirós, D.; Finegan, B. 1994. Manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.225. 25 p. + Anexos.
- Quirós, D.; Campos, J.J.; Carrera, F.; Castañeda, F.; aus der Beek, R. 1996. CATIE's experiences in the development of low impact forest harvesting systems in Central America. *In Research on environmentally sound forest practices to sustain tropical forests. Proceedings FAO/IUFRO Satellite Meeting, IUFRO XX World Congress.* Tampere, Finland. August 1995. pp. 15-26.
- Sabogal, C. 1990. Inventario forestal de la masa aprovechable y muestreo diagnóstico de la regeneración natural de especies comerciales en el Area I-La Lupe, Zona del Río San Juan. Proyecto UCA/CATIE/SAREC - Desarrollo de Sistemas de Manejo para el Aprovechamiento de los Bosques Húmedos Tropicales de Nicaragua. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Sabogal, C.; Mejía, A.; Carrera, F.; Castillo, A. 1992. Bases de información para el manejo: existencias maderables y regeneración natural en el bosque tropical húmedo de la zona de Río San Juan, Nicaragua. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 56 p.
- Sabogal, C.; Finegan, B.; Hutchinson, I.; Reiche, C. 1993. El manejo sostenible de los bosques húmedos tropicales: marco técnico y resultados de su aplicación en Centroamérica. *In Memoria, I Congreso Forestal Centroamericano y III Congreso Forestal de Guatemala "Dr. Marco Antonio Flores Rodas".* Guatemala, noviembre de 1993. pp. 63-97.



-
- Salick, J. 1992a. Forest products and natural forest management within the Peace Park Buffer Zone, Nicaragua. *In* F. R. Miller and K.L. Adam (editors). *Wise management of tropical forest. Proceedings of the Oxford Conference on Tropical Forests.* Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences. pp. 235-243.
- Salick, J. 1992b. The sustainable management of non-timber rain forest products in the SI-A-PAZ Peace Park, Nicaragua. *In* *Sustainable Harvest and Marketing of Rainforest Products.* Island Press, Washington D.C. pp. 118-124.
- Salick, J.; Mejía, A.; Anderson, T. 1994. *Forestry more than timber, ecology more than trees: applications of tropical rain forest community ecology to reintegrate non-timber forest products with natural forest management.* Rio San Juan, Nicaragua.
- Sánchez S., S. 1990. *Análisis del inventario operacional en COREXSA, Río San Juan, Nicaragua.* Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ciencias Forestales. Managua, Nicaragua. 33 p.
- Sitoe, A. 1992. *Crecimiento diamétrico de especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo diferentes intensidades de intervención.* Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 119 p.
- Synnott, T. 1979. *A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests.* Commonwealth Forestry Institute, Oxford (Reino Unido). *Tropical Forestry Papers* no. 14. 67 p.
- UCA/CATIE/SAREC. 1991a. *Plan operativo para el desarrollo de sistemas de manejo sostenible para el aprovechamiento de los bosques húmedos tropicales de Nicaragua.* CATIE, Turrialba, Costa Rica. 94 p.
- UCA/CATIE/SAREC. 1991b. *Caracterización del departamento del Río San Juan. Borrador para discusión.* CATIE, Turrialba, Costa Rica. (Mimeogr) s/p.
- UCA/CATIE/SAREC. 1991c. *Desarrollo de sistemas de manejo sostenible para el aprovechamiento de los bosques húmedos tropicales de Nicaragua.* Informe Anual 1991. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 148 p.
- Tanner, H. 1996. *Tala dirigida con motosierra en bosques tropicales.* Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico No. 23. 165 p.
- Uhl, C; Vieira, I. 1989. *Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon. A case study from the Paragominas Region of the State of Para.* *Biotropica* (EE.UU.) 21(2):98-106.

Anexos

Anexo 1

Clasificaciones para evaluar la condición silvicultural de la vegetación arbórea

1a. Clase de identidad del árbol (Clasificación desarrollada por Hutchinson, incluida en los formularios de campo del Proyecto CATIE-RENARM/Producción en Bosques Naturales, 1992)

Clase de identidad	Fuste		Tocón		No encontrado
	Compl.	Quebr.F	Quebr.	Cort.	
Arboles (10 + cm dap)					
Arbol vivo en pie	111	112	113	114	119
Arbol vivo inclinado < 30°	121	122			
Arbol vivo inclinado >30°	131	132			
Fuste curvado (media luna)	141	142			
Arbol vivo caído	151	152	153		
Arbol muerto en pie	161	162	163	164	169
Arbol muerto caído	171	172	173		179
Rebrotes (10 + cm dap)					
Rebrote vivo en pie	211	212	213	214	219
Rebrote vivo inclinado < 30°	221	222			229
Rebrote vivo inclinado > 30°	231	232			239
Rebrote vivo caído	241	242	243		249
Rebrote muerto en pie	251	252	253	254	259
Rebrote muerto caído	261	262	263		269
FUSTE: altura total > 4 metros TOCON: altura total < 4 metros					
Palmas (alt. hasta el punto final del fuste leñoso)					
2 + m altura total vivo en pie	511	512	513	514	519
2 + m altura total vivo caído	521	522	523	--	529
2 + m altura total muerto	531	532	533	534	539
0,30 - 1,99 m vivo en pie	551	552	553	554	--
0,30 - 1,99 m vivo caído	561	562	563	--	--



1b. Clasificación del árbol según la mejor troza en el fuste (Hutchinson 1987)

1. **Actualmente maderable.** La mejor troza en el fuste es de un tamaño adecuado para la comercialización inmediata; sana, recta, por lo menos de cuatro metros de largo, y con un diámetro en la punta no menor de 40 cm; puede tener nudos comercialmente aceptables, pero ninguno con un diámetro igual o mayor a un tercio del diámetro del fuste en el punto de unión con la rama.
2. **Potencialmente maderable.** La mayor troza en el fuste no es de un tamaño adecuado para la comercialización. No obstante, el fuste contiene una sección sana y recta de por lo menos cuatro metros de largo, la cual tendría mercado en el futuro. Es decir, las trozas de la clase dos son de buena calidad, pero todavía pequeñas.
3. **Deformada.** La mejor troza en el fuste no tiene cuatro metros de largo en forma recta; fuste deformado, corto, torcido, con raíces tablares, demasiado ramificado, o con nudos grandes.
4. **Dañado.** El daño físico en el fuste no deja ninguna posibilidad para la conversión industrial de alguna troza. Los fustes de esta clase son más comunes en los bosques recién aprovechados.
5. **Podrida.** A causa de la pudrición, el fuste no contiene una porción sana y recta.

1c. Clasificación de la iluminación de la copa (Adaptado de Dawkins 1958; descrito en Hutchinson 1987)

1. **Emergente.** Cuando la copa recibe plena iluminación vertical y lateral.
2. **Plena iluminación vertical.** Cuando la copa recibe plena iluminación vertical.
3. **Alguna iluminación vertical.** Cuando la copa recibe parcialmente la iluminación vertical.
4. **Iluminación lateral.** Cuando la copa sólo recibe iluminación lateral.
5. **Ninguna iluminación directa.** Cuando la copa está totalmente cubierta.

1d. Clasificación de la forma de la copa (Adaptado de Dawkins 1958 y Synnott 1979; descrito en Hutchinson 1987)

1. **Círculo completo.** Copa del árbol es circular y simétrica.
2. **Círculo irregular.** Copa del árbol es casi la ideal (silviculturalmente satisfactoria), pero muestra algún tipo de asimetría o muerte de algunas ramas.



-
3. **Medio círculo.** Copa cuya forma está justo en el límite silvicultural satisfactorio, asimétrica o delgada, pero capaz de mejorar si se le da más espacio para desarrollarse.
 4. **Menos de medio círculo.** Copa silviculturalmente no satisfactoria, con fuerte asimetría, pocas ramas y muerte regresiva; probablemente sobreviva.
 5. **Solamente pocas ramas.** Copa degenerada, definitivamente suprimida y fuertemente dañada; probablemente no es capaz de crecer.

1e. Clasificación del grado de infestación por lianas
(Adaptado de Hutchinson 1987)

1. **Lianas ausentes** o sólo unas pocas y delgadas sobre el fuste.
2. **Lianas presentes en el fuste** del árbol únicamente; delgadas o de tamaño intermedio, sueltas (no aprietan al fuste causándole daño).
3. **Lianas presentes en la copa** del árbol, pero aparentemente no afectan su crecimiento.
4. **Lianas presentes en la copa y fuste** del árbol afectando visiblemente su crecimiento.



Anexo 2

Especies forestales en el bosque de Los Filos, Río San Juan, Nicaragua Lista ordenada por nombres científicos

Nombre científico	Nombre común	Familia	GE	GC
<i>Adelia triloba</i>	Espino blanco	Euphorbiaceae	9	3
<i>Alchornea</i> sp.	Concha de cangrejo	Euphorbiaceae	9	3
<i>Ampelocera hottlei</i>	Yayo	Ulmaceae	2	3
<i>Annona</i> sp.	Palanco	Annonaceae	9	3
<i>Apeiba membranacea</i>	Peine de mico	Tiliaceae	2	3
<i>Ardisia</i> sp.	Uva	Myrcinaceae	4	3
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Areno	Apocynaceae	2	2
<i>Bactris</i> sp.	Pijibay	Arecaceae	9	3
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojoche (macho)	Moraceae	3	3
<i>Brosimum guianensis</i>	Ojoche macho	Moraceae	3	3
<i>Brosimum</i> sp.	Ojoche (macho), Quina, Terciopelo	Moraceae	3	3
<i>Bursera simaruba</i>	Jiñocuabo	Burseraceae	2	3
<i>Carapa nicaraguensis</i>	Cedro macho	Meliaceae	3	1
<i>Casearia arborea</i>	Piojillo	Flacourtiaceae	3	3
<i>Casearia</i> sp.	Huesillo, Piojillo	Flacourtiaceae	2	3
<i>Cassia fruticosa</i>	(Desconocido)	Fabaceae/Caes.	9	3
<i>Castilla elastica</i>	Hule	Moraceae	2	3
<i>Cecropia insignis</i>	Guarumo	Cecropiaceae	1	3
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Cecropiaceae	1	3
<i>Cecropia</i> sp.	Guarumo	Cecropiaceae	1	3
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro real	Meliaceae	2	1
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceibo espino	Bombacaceae	2	1
<i>Celtis schipii</i>	Cuero de sajino, Sardinillo	Ulmaceae	3	3
<i>Cestrum</i> sp.	Areno	Solanaceae	2	3
<i>Chimarrhis latifolia</i>	Plátano	Rubiaceae	4	3
<i>Chimarrhis parviflora</i>	Plátano	Rubiaceae	4	3
<i>Chimarrhis</i> sp.	Plátano	Rubiaceae	4	3
<i>Chrysophyllum</i> sp.	Níspero macho, Caimito, Sapotillo, Terciopelo	Sapotaceae	3	2
<i>Clarisia biflora</i>	Ojoche	Moraceae	3	3
<i>Colubrina ovalifolia</i>	Pichipán	Rhamnaceae	4	3
<i>Copaifera aromatica</i>	Camíbar, Kamíbar	Fabaceae/Caes.	3	1
<i>Cordia bicolor</i>	Muñeco	Boraginaceae	2	2
<i>Cordia dwyeri</i>	Muñeco, Laurel pataste	Boraginaceae	9	3
<i>Cordia</i> sp.	Laurel pataste, Cacao pataste, Muñeco	Boraginaceae	9	1
<i>Croton billbergianus</i>	Algodón	Euphorbiaceae	1	3
<i>Croton killipianus</i>	Algodón	Euphorbiaceae	1	3
<i>Croton schiedeanus</i>	Copalchil	Euphorbiaceae	3	3
<i>Cupania cinerea</i>	Pavón1	Sapindaceae	9	3
<i>Cupania pubescens</i>	Chicharrón	Sapindaceae	9	3



<i>Cupania</i> sp.	Cola de pava	Sapindaceae	9	3
<i>Dendropanax arboreus</i>	Pan blanco	Araliaceae	2	3
<i>Dialium guianensis</i>	Tamarindo	Fabaceae/Caes.	3	2
<i>Dipteryx panamensis</i>	Almendro	Fabaceae/Papi.	3	2
<i>Dussia macrophyllata</i>	Matasón, Guantero	Fabaceae/Pap.	2	2
<i>Erythrina lanceolata</i>	Helequene, Chilamate	Fabaceae/Pap.	2	3
<i>Eugenia glabra</i>	Barazón	Myrtaceae	4	3
<i>Eugenia</i> sp.	Barazón	Myrtaceae	4	3
<i>Faramea occidentalis</i>	Cafecillo	Rubiaceae	9	3
<i>Ficus</i> sp.	Chilamate, Higo, Matapalo	Moraceae	9	3
<i>Garcinia edulis</i>	Azufre	Clusiaceae	4	3
<i>Grias fendleri</i>	(Desconocido)	Lecythidaceae	9	3
<i>Guarea aligera</i>	Palo de rosa	Meliaceae	9	3
<i>Guarea bullata</i>	Carolillo, Pronto alivio, Palo de rosa	Meliaceae	4	1
<i>Guarea</i> sp.	Pronto alivio, Pavón	Meliaceae	4	1
<i>Guarea</i> sp.	Cola de pava, Palo de rosa, Zopilote	Meliaceae	4	3
<i>Guatteria</i> sp.	Palanco	Annonaceae	9	3
<i>Guettarda</i> sp.	Mangle	Rubiaceae	9	3
<i>Gymnanthes riparia</i>	Terciopelo	Euphorbiaceae	9	3
<i>Hasseltia floribunda</i>	Guabillo blanco, Concha de cangrejo	Flacourtiaceae	2	3
<i>Hedyosmum scaberrimum</i>	Tatacasmé, Pichipán	Chlorantaceae	2	3
<i>Heisteria</i> sp.	Camarón	Olacaceae	4	3
<i>Hernandia didymantha</i>	Quina	Hernandiaceae	2	3
<i>Hippotis albiflora</i>	Capirote	Rubiaceae	9	3
<i>Hirtella americana</i>	Guabiluno	Chrysobalanaceae	4	3
<i>Hirtella triandra</i>	Guabiluno	Chrysobalanaceae	4	3
<i>Inga coruscans</i>	Guabo	Fabaceae/Mim.	4	3
<i>Inga edulis</i>	Guabo, Guaba (de montaña)	Fabaceae/Mim.	2	3
<i>Inga</i> sp.	Guabillo, Sapotillo	Fabaceae/Mim.	2	3
<i>Iriarteia gigantea</i>	Maquenque, Palma hilerá	Arecaceae	3	3
<i>Jacaratia costaricensis</i>	Papayo, Papayillo	Caricaceae	2	3
<i>Lacmellea panamensis</i>	Leche de vaca	Apocynaceae	2	3
<i>Lacunaria panamensis</i>	Barazón, Huevo de cangrejo, Nisperito	Quinaceae	9	3
<i>Laetia procera</i>	Areno	Flacourtiaceae	2	1
<i>Leicontea amazonia</i>	Costilla de danto	Fabaceae/Pap.	9	3
<i>Licania</i> sp.	Canelo, Palanco, Tempisque	Chrysobalanaceae	4	3
<i>Licaria sarapiquensis</i>	Palanco	Lauraceae	9	3
<i>Licaria</i> sp.	Palanco	Lauraceae	9	3
<i>Lonchocarpus</i> sp.	Chaperno, Costilla de danto, Coyote, Cuero de sajino, Frijolillo, Zopilote	Fabaceae/Pap.	2	1
<i>Luehea seemanni</i>	Guácimo colorado	Tiliaceae	3	3
<i>Luehea speciosa</i>	Guácimo colorado, Guácimo macho	Tiliaceae	2	3
<i>Lunania parviflora</i>	Huesillo, Plumillo	Flacourtiaceae	9	3
<i>Maquira costaricensis</i>	Chico ruiz	Chrysobalanaceae	9	3



<i>Maranthes panamensis</i>	Costilla de danto	Chrysobalanaceae	9	3
<i>Marila</i> sp.	Caimito	Apocynaceae	9	3
<i>Miconia argentea</i>	Caimito	Melastomataceae	9	3
<i>Miconia scorpionioides</i>	Capirote, Concha de cangrejo	Melastomataceae	9	3
<i>Miconia</i> sp.	Capirote, Caimito	Melastomataceae	9	3
<i>Minuartia guianensis</i>	Manú	Olacaceae	4	2
<i>Naucleopsis naga</i>	Sulfato, Azufre, Zopilote	Moraceae	3	3
<i>Nectandra</i> sp.	Aguacate de monte, Quina	Lauraceae	9	3
<i>Neea</i> sp.	Jazmín	Nyctagayaceae	9	3
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	Bombacaceae	1	3
<i>Ocotea nicaraguensis</i>	Aguacate de monte	Lauraceae	3	3
<i>Ocotea</i> sp.	Aguacate de monte, Canelo, Quina, Yayo	Lauraceae	3	3
<i>Otoba novogranatensis</i>	Fruta dorada, Cebo	Myristicaceae	2	1
<i>Pentaclethra macroloba</i>	Gavilán	Fabaceae/Mim.	3	2
<i>Phitecelobium</i> sp.	Sardinillo	Fabaceae/Mim.	9	3
<i>Phoebe</i> sp.	Aguacate de monte	Lauraceae	9	3
<i>Pithecelobium</i> sp.	Guabillo colorado, Manzano	Fabaceae/Mim.	9	3
<i>Posoqueria latifolia</i>	Jazmín	Rubiaceae	9	3
<i>Pourouma aspera</i>	Pasica	Cecropiaceae	3	3
<i>Pouteria</i> sp.	Níspero macho	Sapotaceae	3	2
<i>Pouteria</i> sp.	Sapotillo, Chico ruiz, Sonsapote, Trompillo	Sapotaceae	3	3
<i>Protium panamensis</i>	Alcanfor, Fósforo	Burseraceae	3	3
<i>Protium pittieri</i>	Alcanfor	Burseraceae	9	3
<i>Protium</i> sp.	Alcanfor, Kerosín	Burseraceae	9	3
<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>	Ojoche macho	Moraceae	3	3
<i>Pseudolmedia spurea</i>	Ojoche colorado, Ojoche macho, Ojochillo	Moraceae	3	3
<i>Psychotria pubescens</i>	Mangle	Rubiaceae	9	3
<i>Psychotria</i> sp.	Concha de cangrejo, Jazmín, Mangle, Plomo, Terciopelo, Tirisia, Uva (macho)	Rubiaceae	4	3
<i>Pterocarpus hayesii</i>	Sangregado, Costilla de danto	Fabaceae/Pap.	2	1
<i>Pterocarpus</i> sp.	Sangregrado	Fabaceae/Pap.	2	1
<i>Quararibea bracteolosa</i>	Palanco, Pataste, Palo de plomo	Bombacaceae	3	3
<i>Rhandia</i> sp.	Madroño negro, Pectoral	Rubiaceae	9	3
<i>Rinorea pubipes</i>	Sietenudos	Violaceae	9	3
<i>Rollinia microcephala</i>	Anona	Annonaceae	2	3
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	Rosita	Humiriaceae	4	1
<i>Sapium</i> sp.	Palo de leche	Euphorbiaceae	9	3
<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	Sapotaceae	3	2
<i>Sideroxylon</i> sp.	Sapotillo	Sapotaceae	9	3
<i>Socratea durissima</i>	Maquengue	Arecaceae	9	3
<i>Solanum</i> sp.	Lavaplato	Solanaceae	1	3
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Anacardiaceae	2	3
<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	Cachito, Cojón de caballo	Apocynaceae	4	3



<i>Sterculia recordiana</i>	Panamá	Sterculiaceae	2	1
<i>Stryphnodendron excelsum</i>	Vainillo	Fabaceae/Mim.	2	3
<i>Swartzia</i> sp.	Costilla de danto	Fabaceae/Pap.	9	3
<i>Tachigalia versicolor</i>	Pavón		9	3
<i>Tapirira guianensis</i>	Caobillo, Cola de pava	Anacardiaceae	3	3
<i>Tapirira myriantha</i>	Caobillo	Anacardiaceae	3	3
<i>Terminalia amazonia</i>	Guayabón	Combretaceae	3	1
<i>Tetragastris panamensis</i>	Kerosín, Fósforo, Canfín	Burseraceae	3	1
<i>Tetragastris</i> sp.	Kerosín	Burseraceae	3	1
<i>Tetragastris tomentosa</i>	Fósforo	Burseraceae	9	3
<i>Theobroma</i> sp.	Talcacao	Sterculiaceae	4	3
<i>Trichilia montana</i>	Culebro, Cacahuillo	Meliaceae	4	3
<i>Trichilia quadrijuga</i>	Culebro, Cacahuillo	Meliaceae	4	3
<i>Trichospermum grewifolium</i>	Capulín	Tiliaceae	1	3
<i>Trophis racemosa</i>	Ojoche hembra	Moraceae	9	3
<i>Turpinia occidentalis</i>	Chilillo	Sthaphyllaceae	9	3
<i>Viola koschnyi</i>	Cebo	Myristicaceae	3	1
<i>Viola multiflora</i>	Conchillo	Myristicaceae	3	1
<i>Viola sebifera</i>	Cebo	Myristicaceae	3	1
<i>Vitex cooperi</i>	Bimbayán	Verbenaceae	2	2
<i>Vochysia hondurensis</i>	Palo de agua	Voshyciaceae	2	1
<i>Warcewitzia coccinea</i>	Pastor canecho	Rubiaceae	9	3
<i>Zanthoxylum elephantiasis</i>	Lagarto	Rutaceae	2	1
<i>Zanthoxylum</i> sp.	Lagarto negro	Rutaceae	2	1

Grupo ecológico (GE): 1 = *Heliófita efímera*; 2 = *Heliófita durable*; 3 = *Esciófita parcial*; 4 = *Esciófita total*; 9 = *Gremio desconocido*.

Grupo comercial (GC): 1 = *Actualmente comercial*; 2 = *Potencialmente comercial*; 3 = *No comercial (sin valor comercial actual o potencial) o especie desconocida*



Anexo 3

Especies forestales de la zona de Río San Juan comercializadas por la Empresa COREXSA

<i>Nombre común (y sinónimos)</i>	<i>Nombre científico</i>	<i>Familia</i>
Actuales comerciales:		
Aceituno	<i>Simaruba amara</i>	Simaroubaceae
Areno	<i>Laetia procera</i>	Flacourtiaceae
	<i>Aspidosperma cruentum</i>	Apocynaceae
Camúbar, Kamúbar	<i>Copaifera aromatica</i>	Fabaceae/Caes.
Coralillo, Carolillo, Costilla de Danto	<i>Hymenolobium</i> sp.	Fabaceae/Pap.
	<i>Ormosia schippii</i>	Fabaceae/Pap.
Cebo	<i>Virola koschnyi</i>	Myristicaceae
	<i>Virola sebifera</i>	Myristicaceae
Cedro macho	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae
Conchillo	<i>Virola multiflora</i>	Myristicaceae
Coyote, Frijolillo, Zopilote	<i>Lonchocarpus</i> sp.	Fabaceae/Pap.
Fruta dorada	<i>Otoba novogranatensis</i>	Myristicaceae
Guayabo de charco	<i>Terminalia bucidiodes</i>	Combretaceae
Guayabo negro	<i>Terminalia</i> sp.	Combretaceae
Kerosín, Fósforo, Canfín	<i>Tetragastris panamensis</i>	Burseraceae
Lagarto	<i>Zanthoxylum procerum</i>	Rutaceae
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
Laurel mastaste	<i>Cordia</i> sp.	Boraginaceae
María	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae
Nancitón	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Euphorbiaceae
Palo de agua	<i>Vochysia hondurensis</i>	Vochysiaceae
Panamá	<i>Sterculia recordiana</i>	Sterculiaceae
Pansubá	<i>Lecythis ampla</i>	Lecythidaceae
	<i>Lecythis costaricensis</i>	Lecythidaceae
Pavón	<i>Guarea</i> sp.	Meliaceae
Pronto alivio, Palo de rosa	<i>Guarea bullata</i>	Meliaceae
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae
Rosita	<i>Sacoglottis trichogyna</i>	Humiriaceae
Sangregado, Costilla de danto	<i>Pterocarpus hayesii</i>	Fabaceae/Pap.
Potenciales comerciales:		
Almendro	<i>Dipteryx panamensis</i>	Fabaceae/Pap.
Areno	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Apocynaceae
Bimbayán	<i>Vitex cooperi</i>	Verbenaceae
Botarrama, Manga larga	<i>Vochysia ferruginea</i>	Vochysiaceae
Ceibo espino	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae
Corteza, Cortéz	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae
Gavilán	<i>Pentaclethra macroloba</i>	Fabaceae/Mim.
Guayabón	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae



Manú	<i>Miconia guianensis</i>	Olacaceae
Muñeco	<i>Cordia bicolor</i>	Boraginaceae
Níspero macho, Caimito, Sapotillo, Níspero	<i>Chrysophyllum</i> sp.	Sapotaceae
Níspero macho	<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae
Níspero macho	<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae
Tamarindo	<i>Dialium guianensis</i>	Fabaceae/Caes.
Tempisque	<i>Sideroxylon capiri</i>	Sapotaceae



Anexo 4

Agrupación de especies arbóreas para el análisis e interpretación de datos

(Clasificación basada en Finegan y Sabogal (1988) y Finegan (1992))

Grupos ecológicos

1 = <i>Heliófitas efímeras</i>	Especies arbóreas de vida corta, muy exigentes de plena luz durante todas las etapas de su desarrollo; las plántulas de estas especies se establecen y crecen solamente en claros grandes.
2 = <i>Heliófitas durables</i>	Especies menos exigentes de luz que el grupo anterior y de vida más larga; pueden establecerse bajo el dosel arbóreo, pero requieren necesariamente de claros, aunque pequeños, que lleguen al piso del bosque para crecer.
3 = <i>Esciófitas parciales</i>	Especies que pueden soportar sombra en las primeras etapas de su desarrollo, pero que requieren condiciones adecuadas de luminosidad para pasar de la etapa de fuste joven a fuste maduro y poder reproducirse.
4 = <i>Esciófitas totales</i>	Especies capaces de soportar sombra durante todas las etapas de su desarrollo.
9 = <i>Especies de gremio desconocido</i>	Especies no clasificadas en alguno de los grupos anteriores.

Grupos comerciales

1 = <i>Comerciales</i>	Especies maderables actualmente.
2 = <i>Potenciales comerciales</i>	Especies no incluidas en el grupo anterior, pero que tienen un alto potencial de ser comercializadas como madera en un futuro próximo.
3 = <i>No comerciales</i>	Especies que por sus características no tienen posibilidades de ser comercializadas como madera.



Anexo 5

Variables registradas en el inventario operacional

<i>Número del árbol</i>	El número se pintó en el fuste en orden correlativo ascendente para su posterior identificación; el número fue colocado en el lugar correspondiente en papel milimetrado a escala para su ubicación espacial.
<i>Especie</i>	Se anotó el nombre común, según la identificación en el sitio por el baqueano.
<i>Dap</i>	Diámetro a la altura del pecho, medido con forcípula a 1,30 m de altura; en caso de defectos en el fuste que imposibilitaran la medición, se midió 30 cm por encima del defecto o gambas.
<i>Altura comercial</i>	Longitud aprovechable de la troza; medida con un clinómetro.
<i>Angulo de dirección de la caída natural</i>	Dirección natural de caída del árbol, estimada con ayuda de una brújula Suunto.
<i>Lianas</i>	Cuantificación del grado de dificultad que puede tener la operación de tala, así como el grado de infestación sobre los árboles. Clases: 1 = lianas ausentes en el fuste o sólo unas pocas y delgadas sobre el fuste 2 = lianas presentes en el fuste del árbol únicamente, delgadas o de tamaño intermedio, sueltas (no aprietan el fuste) 3 = lianas presentes en la copa del árbol, pero aparentemente sin afectar su crecimiento 4 = lianas presentes en la copa y fuste del árbol, afectando el crecimiento



Anexo 6

Evaluación de residuos de madera dejados en el bosque durante el aprovechamiento mejorado en el bosque Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Una de las características del aprovechamiento forestal en muchos de los bosques tropicales heterogéneos de la región latinoamericana es la subutilización del bosque, pues se sacan solamente árboles de alto valor comercial y en el bosque quedan cantidades de residuos que se generan durante el proceso de extracción. Este estudio, realizado en junio de 1992 en el marco del proyecto de investigación UCA/CATIE/SAREC, tuvo como objetivo evaluar los residuos con posibilidades de aserrío, que fueran dejados en el bosque durante el aprovechamiento mejorado en el área experimental Los Filos.

Una vez concluido el aprovechamiento, se realizó la evaluación de residuos de trozas con posibilidades de aserrío para un total de 42 árboles. Para simplificar la información, los árboles se dividieron en tres secciones:

T_1 = troza residual comprendida desde el corte de caída hasta el corte de desbase

T_2 = troza residual comprendida desde el corte de descope hasta la bifurcación del árbol

T_3 = troza residual generada por las copas de los árboles (con diámetro mayor a 20 cm y con una longitud >1 m)

La cuantificación del volumen de las trozas residuales se calculó mediante la fórmula de Smalian:

$$V = \frac{A + aL}{2} \quad \text{donde: } V = \text{volumen de la troza o fuste, en m}^3; A = \text{área basal en el diámetro mayor, en m}^2; a = \text{área basal en el diámetro menor, en m}^2; L = \text{longitud de la troza o fuste, en m}$$

Para determinar la causa por la cual se dejaron los residuos en el bosque se usó el siguiente código:

- A = Gambas o aletones
- B = Astillamiento en el fuste por cortes incompletos
- C = Daños por pudrición del corazón
- D = Torceduras
- E = Reventadura por caída
- F = Reventadura por caída sobre un obstáculo
- G = Se presentan dos casos particulares:

T_2 = trozas residuales dejadas en el bosque por deficiencias en las operaciones de tala (descope impreciso con respecto a la longitud aprovechable de la troza) y por extracción (al no extraer todas las partes de la troza seccionada)



T_3 = trozas residuales dejadas en el bosque por no cumplir con las dimensiones requeridas para el proceso de industrialización convencional.

El estudio determinó un total de 108,9 m³ de madera residual (Cuadro 1). Un 43% de esta madera se deriva de las trozas residuales T_1 , cerca del 35% de las trozas residuales T_2 y el restante 22% de las trozas residuales T_3 . En ese mismo orden se da el aporte de volumen a nivel individual por tipo de troza residual (1,81, 1,08 y 0,51 m³, respectivamente). El mayor porcentaje de los árboles muestreados correspondió a cedro macho (*Carapa guianensis*) y cebo (*Virola koschnyi* y *V. sebifera*), las de mayor importancia para la empresa.

La principal causa por la que estas trozas fueron dejadas en el bosque fueron deficiencias en la tala y extracción y/o por dimensiones menores a las requeridas (código G): un 69% de las trozas y el 50% del volumen (Cuadro 2). Las trozas residuales por causa de astillamiento en el fuste, por cortes incompletos, daños por pudrición del corazón, torceduras y reventadura por caída constituyeron un 22% del volumen residual. De lo anterior, se puede decir que la operación de corta fue apropiada y que se estudió detenidamente la dirección correcta de caída.

Sin embargo, la gran cantidad de madera residual muestra los defectos del maderero tradicional: las empresas madereras aprovechan únicamente la madera rolliza y no complementan con el aserrío de residuos, pues dependes de las exigencias del mercado. Además, el sistema de pago por producción agrava el problema. Los operadores de motosierra ganan por árbol tumbado y no por metro cúbico tumbado; asimismo, los operadores de tractores ganan por troza arrastrada y no por metro cúbico arrastrado. Esto trae como consecuencia que el factor tiempo influya en el desperdicio de madera. Por ejemplo, cuando el motosierrista encontraba el lugar de despunte del árbol incómodo y de difícil acceso, el despunte lo hacía donde le resultara más fácil para así ganar tiempo para poder tumbiar más árboles. En el caso del tractorista, con la preocupación de realizar más viajes, al encontrar trozas de grandes volúmenes en posición incómoda y ubicadas en áreas con topografía no muy severa, seccionaban las trozas y no regresaban por el resto.

Cuadro 1. Cuantificación de trozas residuales

Clase de troza	T_1		T_2		T_3		Total	
	No. de Trozas	Vol. (m ³)	No. de trozas	Vol. (m ³)	No. de trozas	Vol. (m ³)	No. de trozas	Vol. (m ³)
Cedro macho	12	27,2	14	12,6	39	17,1	65	56,9
Cebo	11	15,1	14	17,8	2	1,3	27	34,2
Otras	3	4,8	7	7,4	6	5,4	16	17,6
Total	26	47,2	35	37,8	47	23,8	108	108,7
Porcentaje (%)	24	43	32	35	44	22	100	100



Cuadro 2. Evaluación y cuantificación de trozas residuales según causa de abandono en el bosque

Cl. de troza:		T1		T2		T3		Total		
Causa (códigos)	No. de trozas	Vol. (m ³)	No. de trozas	Vol. (m ³)	No. de trozas	Vol. (m ³)	No. de trozas	Vol. (m ³)	%	
A	22	31,0					22	31,0	28	
B	1	0,5					1	0,5	1	
C	1	5,2	2	3,4			3	8,6	8	
D	1	1,0	2	0,9			3	1,9	2	
E			2	2,1			2	2,1	2	
F	1	9,5	1	0,9			2	10,3	10	
G			28	30,6	47	23,9	75	54,4	5	
Total	26	47,2	35	37,9	47	23,9	108	108,8	100	
porcentaje	24	43	32	35	44	22	100	100	100	

Con la industrialización de los residuos producidos por el aprovechamiento es posible obtener productos como madera de cuadro, muebles, cajas, cajones, tablillas, marcos para puertas y ventanas, entre otros. Los ingresos generados por el procesamiento de estos residuos podrían cubrir parte de los costos de manejo. Se recomienda desarrollar un sistema eficiente de pago por producción para minimizar los residuos generados por las operaciones de tala y arrastre.

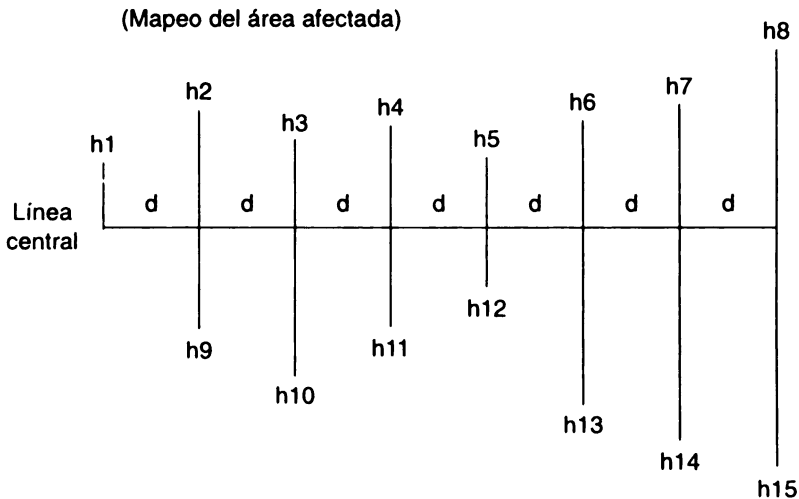


Anexo 7

Metodología para la evaluación de daños del aprovechamiento forestal aplicada en Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

1) Daños causados por la caída de árboles aprovechados

Con base en una muestra al azar de árboles talados (51 árboles muestreados en Los Filos y 30 árboles en el caso de Caño Padilla), se realizó un levantamiento del área dañada por la caída de cada árbol, así como el daño a la vegetación a partir de 20 cm dap. El procedimiento para cuantificar el área afectada por la corta (adaptado de Cordero y Meza 1991) se ilustra a continuación:



A partir de esta información, se calculó el área real de cada una de las mitades del área afectada. El área de la mitad superior e inferior se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Area superior} = d \left(\frac{h1 + h8}{2} \right) + h2 + h3 + \dots + h7$$

$$\text{Area inferior} = d \left(\frac{h9 + h15}{2} \right) + h10 + h11 + \dots + h14$$



El levantamiento de los árboles dañados incluyó 5 m extra alrededor del área visiblemente dañada. En esta se evaluó la intensidad de daño en los árboles con dap igual o superior a 20 cm utilizando la clasificación siguiente:

- Clase 1 - Cortado o derribado
- Clase 2 - Heridas o daños muy serios; poco chance que el árbol se recupere
- Clase 3 - Herida severa: daño significativo en el fuste o la copa, o daño visible en ambos
- Clase 4 - Herida menor: cualquier daño pequeño no clasificado en las clases anteriores
- Clase 5 - Arbol sin daños

Además, se evaluaron los tocones de los árboles tumbados, para determinar el porcentaje de malos cortes que se realizan y que estarían incidiendo en una mayor cantidad de daños por la corta. Para esta evaluación se utilizó la siguiente clasificación (Cordero y Meza 1991):

- Clase A - Corte bien realizado, no se aprecian daños
- Clase B - Daños por pudrición del corazón
- Clase C - Reventadura del fuste por caída sobre gamba
- Clase D - Reventadura de la parte inferior del fuste por caída sobre un obstáculo
- Clase E - Reventadura de la parte superior del fuste por caída sobre un obstáculo
- Clase F - Astillamiento en el fuste por cortes incompletos

2) *Daños a la masa remanente en las parcelas permanentes de medición*

Como parte del ensayo en Los Filos, antes del aprovechamiento se instalaron ocho parcelas de medición permanente de 1 ha cada una. En el bloque de corta de Caño Padilla, igualmente antes de iniciar las operaciones de aprovechamiento, se instalaron dos parcelas de iguales dimensiones, las que fueron localizadas en sectores que contenían una alta (12 árboles marcados) y una baja densidad (4 árboles marcados) de árboles aprovechables. Para la evaluación del arbolado en estas parcelas se siguió la metodología desarrollada por el Proyecto CATIE/RENARM-PBN; los datos se registraron en formularios especialmente diseñados para este fin. Se evaluaron las siguientes variables cualitativas: clase de identidad del árbol (Anexo 1a), intensidad del daño, causa y posición del daño (recuadro siguiente).



Variables para evaluación de daños en el arbolado*

Intensidad del daño	Causa del daño	Posición del daño
1. Arbol sin daños 2. Herida menor: cualquier daño pequeño no clasificado en las clases anteriores 3. Herida severa: daño significativo en el fuste o la copa, o daño visible en ambos 4. Heridas o daños muy serios; poco chance que el árbol se recupere 5. Cortado o derribado	1. Ningún daño visible 2. Daño debido a tormenta 3. Daño debido a flora/fauna 4. Daño debido a maquinaria pesada 5. Daño debido al aprovechamiento forestal 6. Daño 4 + 5 7. Daño debido a tratamiento silvicultural (mejora+ liberación) 8. Daño debido a varias causas	1. Ningún daño 2. Raíces y/o fuste inferior 3. Fuste superior 4. Copa 5. 2 + 3 6. 2 + 4 7. 3 + 4 8. 2 + 3 + 4

* Formulario del proyecto CATIE-RENARM/PBN, versión 1992.

3) Daños causados a los árboles de futura cosecha (AFC)

Esta evaluación se efectuó solamente en el sitio Los Filos. Durante el inventario operacional se identificaron y marcaron los AFC entre 20 cm dap y el diámetro mínimo de corta (de 55 a 60 cm dap). Unos dos meses después de finalizar el aprovechamiento, con ayuda del mapa elaborado en la fase de planificación, se procedió a buscar cada AFC y evaluarlo de acuerdo con las variables cualitativas de intensidad, causa y posición de daños, así como el cambio en la condición silvicultural del árbol.

4) Area afectada por el aprovechamiento

La cuantificación del área afectada por las operaciones de construcción de las vías de extracción, la tala y el arrastre se realizó a través de un levantamiento planimétrico del desarrollo de los caminos y pistas de arrastre, patios de montaña y claros producidos por la tala de los árboles. Considerando el ancho promedio de los caminos y pistas, así como el área de los patios, los resultados se expresaron en metros cuadrados y porcentaje del área total afectada.

5) Grado de disturbio al suelo causado por el aprovechamiento

En el sitio Los Filos únicamente se evaluó el grado de disturbio ocasionado al suelo, principalmente por el arrastre (el paso de la maquinaria y los troncos) para calcular el porcentaje del área que resultó disturbada. Se utilizó la metodología propuesta por Cordero y Meza (1991), en la que se distinguen cinco categorías de disturbio al suelo:

Catg. A - Sin disturbar; materia orgánica en su lugar y no evidencia compactación

Catg. B - Algo disturbado; tres condiciones se dan en esta categoría: i) materia orgánica removida y suelo mineral expuesto; ii) materia orgánica y suelo mineral mezclado; iii) suelo mineral depositado sobre la materia orgánica



-
- Catg. C - Muy disturbado; suelo superficial removido y exposición de los horizontes inferiores**
 - Catg. D - Compactado; compactación obvia como consecuencia del paso de la maquinaria o del arrastre de las trozas**
 - Catg. E - Muy compactado; fuerte compactación ocasionada por el transporte de la madera.**



Títulos publicados en esta Colección

(Anteriormente llamada Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales)

1. **Blaser, J.; Camacho, M.** Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de roble (*Quercus* spp.) del piso montano en Costa Rica
2. **Orozco, L.** Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica
3. **Pedroni, L.** Sobre la producción de carbón en los robledales de altura de Costa Rica
4. **Räber, C.** Regeneración natural sobre los árboles muertos en un bosque nublado de Costa Rica
5. **Finegan, B.** El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas
6. **Aus der Beek, R.; Sáenz, G.** Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque; estudio de caso en los robledales de altura de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica
7. **Hutchinson, I.D.** Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo
8. **Aus der Beek, R.; Navas, S.** Técnicas de producción y calidad del carbón vegetal en los robledales de altura de Costa Rica
9. **Quirós, D.; Finegan, B.** Manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica; definición de un plan operacional y resultados de su aplicación
10. **Stadtmüller, T.** Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales; medidas para mitigarlo
11. **Camacho, M.; Finegan, B.** Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: el crecimiento diamétrico con énfasis en el rodal comercial



-
12. **Delgado, D.; Finegan, B.** Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: cambios en la riqueza y composición de la vegetación
13. **Quirós, D.; Gómez, M.** Manejo sustentable de un bosque primario intervenido en la Zona Atlántica Norte de Costa Rica; análisis financiero
14. **Guariguata, M.** Consideraciones ecológicas sobre la regeneración natural aplicada al manejo forestal
15. **Segura, M.; Venegas, G.** Tablas de volumen comercial con corteza para encino, roble y otras especies del bosque pluvial montano de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica
16. **Guariguata, M.** Biología de semillas y plántulas de nueve especies arbóreas comunes en bosques secundarios de bajura en Costa Rica; implicaciones para el manejo forestal basado en la regeneración natural
17. **Romero, C.** Epífitas no vasculares comerciales de un bosque montano tropical; ecología, efectos de la tala y manejo
18. **Campos, J.; Ortiz, R.; Smith, J.; Maldonado, T.; de Camino, T.** Almacenamiento de carbono y conservación de biodiversidad por medio de actividades forestales en el Area de Conservación Cordillera Volcánica Central, Costa Rica
19. **Pedroni, L.; De Camino, R.** Un marco lógico para la formulación de estándares de manejo forestal sostenible
20. **Venegas, G; Camacho M.** Efecto de un tratamiento silvicultural sobre la dinámica de un bosque secundario montano en Villa Mills, Costa Rica
21. **Sabogal, C.; Castillo, A.; Carrera, F.; Castañeda, A.** Aprovechamiento mejorado en bosques de producción forestal; estudio de caso Los Filos, Río San Juan, Nicaragua



Publicación de la Unidad de Manejo de Bosques Naturales (UMBN), editado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Responsable técnica:	Lorena Orozco Vilchez
Edición:	Elizabeth Mora
Diagramación:	Roy García
Fotografía de la portada:	Unidad de Manejo de Bosques Naturales

Impreso en la Unidad de Producción de Medios, CATIE
Edición de 600 ejemplares.