

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

PROGRAMA DE ENSEÑANZA

ÁREA DE POSGRADO

RENDIMIENTOS Y COSTOS DE LAS OPERACIONES INICIALES DE
MANEJO EN UN BOSQUE PRIMARIO DE LA
ZONA ATLÁNTICA DE COSTA RICA

Tesis sometida a consideración del Comité Técnico Académico
del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y
Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza, para optar el grado de

Magister Scientiae

por

FERNANDO LUIS CARRERA GAMBETTA

CATIE


Turrialba, Costa Rica

1993


Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

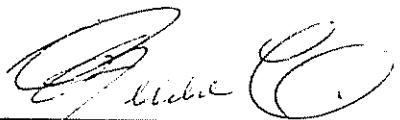
FIRMANTES:



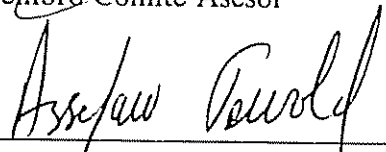
Dr. César Salgado
Profesor Consejero



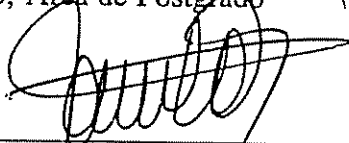
WILLIAM CORDERO, M.Sc.
Miembro Comité Asesor



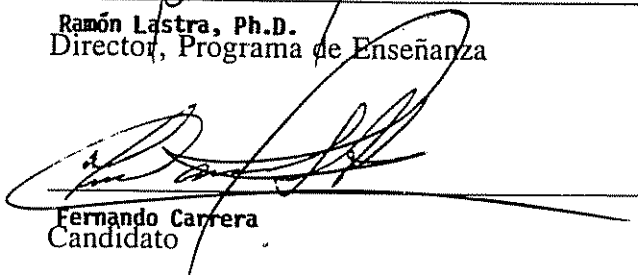
Carlos Reiche, M.Sc
Miembro Comité Asesor



Assefaw Tewolde, Ph.D.
Jefe, Área de Postgrado



Ramón Lastra, Ph.D.
Director, Programa de Enseñanza



Fernando Carrera
Candidato

D E D I C A T O R I A

A Esperanza Gambetta
y Alfonso Carrera,
mis padres

A Mariluz Rengifo,
mi esposa

A Pía Esperanza,
Indira y Yarina,
nuestras hijas

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que contribuyeron a la realización de este trabajo. En especial al Dr. César Sabogal, profesor consejero, asesor y amigo, ejemplo de profesionalidad. A los M.Sc. Willian Cordero y Carlos Reiche por su dedicación, orientación académica y asistencia técnica en calidad de miembros del comité asesor.

A la Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD) de Alemania, por haber financiado mis estudios en el CATIE.

A los Proyectos CATIE/RENARM/Producción en Bosques Naturales y FORESTA de la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR), por su apoyo técnico y económico.

Al personal de los proyectos CATIE/RENARM/PBN y CATIE/COSUDE/SBN, por su amistad y apoyo constante durante la ejecución de esta investigación. En especial al Sr. Carlos Pérez Alvarado, con quien compartí toda la experiencia de campo.

A los profesores del CATIE y del ITCR, en especial a Ian Hutchinson, Bryan Finegan y Juvenal Valerio, quienes supieron transmitirme sus conocimientos.

A Froilán Castañeda, Sergio Jiménez, Rafael Miranda y Juan Fernández por sus consejos y colaboración desinteresada.

A los estudiantes de la promoción 90-91 y 91-92, especialmente a Almeida Siteo, Shuichi Okumoto, Guillermo Jiménez y Lorena Soto, mi grupo de estudio.

A mis amigos de la Universidad Agrícola de Wageningen por todo el apoyo recibido.

A la comunidad del CATIE, en especial a las familias Arze, Sabogal, Vera Varsa, Ruiz, Amador, Araujo, de Miranda, de Lucca, Urriola, Londoño, Tíneo, Vásquez, Vidaurre y Diaz, por haber hecho agradable mi estancia en Costa Rica.

Los nombres de las personas e instituciones citadas son una pequeña parte de los que contribuyeron a la realización de la investigación. En realidad, existen muchas más a las que debo mis mayores agradecimientos.

BIOGRAFIA

El autor nació en Lima, Perú. Hijo del Ing. Alfonso Carrera y Esperanza Gambetta. Realizó estudios primarios y secundarios en la Gran Unidad Escolar "José María Eguren", Lima.

Cursó sus estudios universitarios en la Universidad Nacional Agraria "La Molina", donde se graduó como Bachiller en Ciencias Forestales en el año de 1981.

Durante los años de 1982-86 trabajó como contraparte nacional en el "Proyecto de Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la zona Amazónica de la República del Perú" (Proyecto INFOR-JICA). En 1986-87 tuvo el cargo de superintendente de campo en la empresa REFOREST S.A., realizando trabajos de extracción y manejo en una concesión de 30,000 ha en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt.

Entre 1987-90 laboró como experto en silvicultura para el Proyecto Apoyo a la Política de Selva Alta (APODESA) del Instituto Nacional de Desarrollo (INADE). En ese periodo asistió al curso de especialización en "Formulación y Evaluación de Proyectos Agrícolas" dictado por la Universidad Nacional Agraria "La Molina", al curso de "Formación de Especialistas Universitarios en el Desarrollo de Areas Amazónicas" dictado por el Núcleo de Altos Estudios Amazónicos de la Universidad Federal de Pará en Brasil.

De junio a agosto de 1990 recibió un entrenamiento en Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales, auspiciado por programa de Capacitación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), para después ingresar al programa de Posgrado de esa institución, obteniendo el grado de *Magister Scientiae* en el área de Sistemas de Producción Agropecuaria Sostenible con énfasis en Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales en 1993.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	ix
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
1 INTRODUCCION.....	1
2 REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 El bosque húmedo tropical.....	3
2.1.1 Bases ecológicas para la silvicultura..	3
2.1.2 El aprovechamiento mejorado.....	4
2.1.3 Sistemas, tratamientos y técnicas silviculturales.....	7
2.2 Métodos para el estudio de costos y rendimientos.....	12
2.2.1 Elementos sobre estudios de tiempos....	13
2.2.2 Elementos para el cálculo de costos....	15
3 MATERIALES Y METODOS.....	17
3.1 Descripción general de la finca.....	17
3.1.1 Localización geográfica y política.....	17
3.1.2 Accesibilidad.....	17
3.1.3 Uso actual y potencial de los suelos...	19
3.1.4 Topografía e hidrografía.....	21
3.1.5 Clima.....	22
3.1.6 Zona de vida y vegetación.....	23
3.2 Antecedentes de investigación en el área.....	23
3.3 Descripción metodológica de las operaciones...	25
3.3.1 Operaciones de pre-aprovechamiento.....	25
3.3.2 Operaciones de aprovechamiento.....	28
3.3.3 Operaciones post-aprovechamiento.....	30

3.4	Metodología para la toma de datos y análisis de la información.....	31
3.4.1	Rendimientos.....	31
3.4.2	Costos.....	34
3.4.3	Cambios en la vegetación remanente y el suelo.....	35
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	37
4.1	Rendimientos por actividad.....	37
4.1.1	Operaciones de pre-aprovechamiento.....	37
4.1.2	Operaciones de aprovechamiento.....	43
4.1.3	Operaciones post-aprovechamiento.....	52
4.2	Costos.....	53
4.3	Ingresos.....	57
4.4	Cambios en el bosque.....	61
4.4.1	Situación inicial.....	61
4.4.2	Daños causados por el aprovechamiento..	64
4.4.3	Cambios en la iluminación de las copas.	67
4.5	Comentario general.....	70
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
6	BIBLIOGRAFIA.....	74
7	ANEXOS.....	80

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.

Palabras claves: Manejo de bosques, plan de manejo, inventarios forestales, aprovechamiento, muestreo diagnóstico, tratamiento silvicultural, rendimientos, costos, daños.

RESUMEN

El estudio detalla los rendimientos y costos incurridos en cada una de las actividades iniciales tendientes a poner bajo régimen de manejo 30 ha de bosque primario en una finca privada en la zona atlántica de Costa Rica. También se evaluó el impacto de las operaciones en términos de daños a la vegetación remanente y el grado de perturbación del suelo.

El trabajo se desarrolló en la finca "Los Laureles de Corinto", lugar donde el CATIE tiene instaladas nueve parcelas de medición permanente.

El costo por metro cúbico de madera rolliza, atribuible a las operaciones de campo, fue de US \$ 16,27. De este total, el 8,2 % correspondió a las operaciones pre-extractivas (inventario, marcación de árboles y trazo de caminos de arrastre), 87.7 % al aprovechamiento propiamente dicho (corta arrastre y carguío) y un 4.1 % a las operaciones post-aprovechamiento (muestreo diagnóstico y arreglo de los caminos).

Se destaca el bajo nivel de daños causado por el aprovechamiento mejorado sobre la vegetación remanente (16.7 % del inicial de árboles) y el suelo (4.4 % del área), dejando al recurso en buenas condiciones para su manejo.

Las operaciones, tal como fueron realizadas, permitió conciliar la producción con la conservación. El finquero logró importantes ingresos económicos, manteniendo el recurso y los productos intangibles del bosque en buen estado, asegurando de esta manera su producción futura.

CARRERA, F. 1993. The yields and costs of the initial management operations in a primary forest in the atlantic zone of Costa Rica. M.Sc. Thesis, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.

Key words: Forest management, management plan, forest inventaries, harvesting, diagnostic sampling, silvicultural treatment, yields, cost, damage.

SUMMARY

The research details the yield gained and cost incurred by each of the initial activities carried out in order to implement a forest management regime in a primary forest of 30 ha on a private farm in the Atlantic Zone of Costa Rica. The impacts of the forestry operations were also evaluated in terms of the damage caused to the remnant vegetation and the degree of soil disturbance.

The cost per cubic meter of round wood attributable to the operations implemented, was US \$ 16,27. Out of this total, 8,2% corresponded to the pre-extractive operations (inventory, marking of the trees and tracing of the forest roads), 87,7% corresponded to the harvesting operations such as (felling, extraction loading) and a 4.1 % to the post-harvesting operations (diagnostic sampling and repairing of the roads).

The low level of damage caused by the improved harvesting methods to the remnant vegetation (16.7% of the initial trees) and to the soil (4.4% of the area) was notable, leaving the resource in good condition for its management.

The operations, as implemented, permitted the reconciliation of production with conservation. The farmer obtained important economic revenues while the resource and the intangible products of the forest were maintained in good condition hence ensuring future production.

LISTA DE CUADROS

En el texto:

Número		Página
1	Porcentaje de área afectada bajo diferentes métodos de aprovechamiento en Surinam.....	6
2	Producción de un obrero abriendo un carril de un metro de ancho.....	40
3	Rendimiento en las operaciones de pre- aprovechamiento en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	43
4	Parámetros estadísticos de la distribución del tiempo de trabajo efectivo durante la operación de corta.....	46
5	Determinación estadística de los parámetros durante la primera fase del arrastre en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica....	48
6	Determinación estadística de los parámetros durante el carguío de trozas.....	52
7	Costo unitario por empleo de mano de obra y equipo en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	55
8	Necesidad de empleo de mano de obra, equipo e insumos por actividad durante la ejecución de la primera parte del "Plan de Manejo" en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica....	56
9	Costos unitarios y totales de las operaciones iniciales de el manejo en 30 ha de la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	57
10	Relación ingresos y costos por la venta de madera en pie, en el patio de carguío y en el aserradero..	61
11	Especies por ha (sp/ha), número de árboles (N) y área basal (G) por grupo comercial en seis PMP de la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	63

12	Distribución por clase diamétrica del número de árboles por categoría de daño después del arrastre en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	68
13	Porcentaje de área afectada por clase de disturbio del suelo posterior al aprovechamiento en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica....	69

En el anexo:

1A	Características necesarias para escoger un deseable sobresaliente (DS).....	83
2A	Cálculo del costo diario por uso de una motosierra Stihl 076.....	84
3A	Clasificación de la clase de daño.....	86
4A	Clasificación de la iluminación de copa.....	87
5A	Clasificación del grado de alteración de los suelos.....	88
6A	Número de árboles (N) y volumen total (m ³) inventariado y seleccionado para la corta.....	89
7A	Número de muestras necesarias de acuerdo a la precisión deseada en una proporción multinomial....	90
8A	Muestreo diagnóstico en la finca "Los Laureles de Corinto, Guápiles, Costa Rica".....	91

LISTA DE FIGURAS

En el texto:

Número		Página
1	Ubicación de la zona de estudio, finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	18
2	Mapa de uso actual y potencial de los suelos, finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	20
3	Mapa topográfico del área intervenida en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	21
4	Distribución mensual de la precipitación en Guápiles.	22
5	Distribución de carriles aperturados durante el inventario operacional.....	39
6	Mapa base de la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	42
7	Distribución del tiempo por jornada de trabajo durante la operación de corta en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	45
8	Distribución del tiempo de trabajo del tractor durante la primera fase del arrastre en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	50
9	Número de árboles (N/ha) y área basal (m ² /ha) por grupo comercial en el bosque primario de la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	64
10	Distribución por clase diamétrica del número de árboles por grupo comercial en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	64
11	Número de árboles y área basal por categoría de daño después de las operaciones de corta y arrastre en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	66
12	Cambios en la exposición de las copas de los árboles remanentes antes y después del aprovechamiento en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.....	70

1. INTRODUCCION

La conservación de los bosques tropicales ocupa actualmente un lugar de preferencia en la política internacional, la cual fue puesta de manifiesto durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) celebrada en Brasil en Junio de 1992.

Parte del interés y de los esfuerzos se han dirigido hacia medidas proteccionistas que fomentan la intangibilidad del recurso. Esta alternativa, sin embargo, no es por sí sola suficiente y con frecuencia incompatible con la realidad de una creciente población con necesidades reales de utilizar los recursos naturales disponibles.

El manejo de los bosques tropicales, que no estén clasificados como áreas protegidas, es considerado como el mejor instrumento para su conservación (Fontaine, 1980; Schmidt, 1986; de Graaf, 1986, Leslie, 1987; Finegan y Sabogal, 1988; Budowski, 1990; Maini, 1992). Para lograr este objetivo, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, 1991), señala que es imperativo demostrar que pueden ser manejados con miras a una ganancia económica, bajo una variedad de condiciones sociales y físicas, sin destruir su potencial económico y los beneficios ambientales que brindan.

Pese a que los aspectos técnicos de la silvicultura y el manejo de estos ecosistemas datan de más de un siglo, sorprende comprobar la ausencia de información económica, sobre todo en lo referente a rendimientos y costos, que permitan planificar y cuantificar el proceso de manejo a nivel de fincas. Esto es considerado como una de las más severas limitantes para su implementación en forma efectiva.

En ese sentido, el CATIE viene desarrollando investigaciones cuyos objetivos son elaborar técnicas silviculturales y lineamientos de manejo para la producción sostenible de bosques naturales de Costa Rica. Para tal fin, en la Zona Atlántica se opera a nivel de fincas demostrativas en dos sitios: La Virgen de Sarapiquí y La Unión de Pococí (Sabogal, 1988).

En este último sitio, se viene implementando la primera parte de un plan de manejo en 30 ha de bosque primario, que contempla la ejecución de operaciones de aprovechamiento técnicamente planificado y un tratamiento silvicultural adecuado.

Como parte integral de estas investigaciones, y consciente de la falta de información económica, la presente tesis tiene como objetivos:

- a) Determinar los rendimientos y costos durante la ejecución de la primera etapa del plan de manejo en la finca "Los Laureles de Corinto", en Guápiles, Costa Rica.
- b) Evaluar los cambios provocados por las intervenciones sobre la vegetación remanente y el suelo.
- c) Aportar algunos elementos metodológicos en la ejecución de las actividades de manejo en bosques similares.

2 REVISION DE LITERATURA

2.1 El bosque húmedo tropical

2.1.1 Bases ecológicas para la silvicultura

Desde el punto de vista ecológico, es necesario destacar tres aspectos relevantes y comunes a estos ecosistemas, de cuyo entendimiento radica la base para su manejo en forma natural :

- 1) Una alta diversidad florística. La alta variabilidad florística por unidad de superficie que presentan los bosques tropicales y las interacciones que ocurren en ella, han motivado que muchos investigadores lo consideren como el ecosistema terrestre más rico y complicado del planeta, siendo esta una condición indispensable para su funcionamiento en forma sostenida (Richards, 1976; Whitmore, 1984; Ashton, 1980; Letouzey, 1980). No obstante, esta gran diversidad no necesariamente complica su manejo, si las especies son agrupadas adecuadamente por grupos ecológicos y comerciales (Fontaine, 1986; Schmidt, 1987; Finegan y Sabogal, 1988; Hutchinson, 1989). Además, la alta diversidad se ve simplificada si tenemos en cuenta que un bajo porcentaje de especies aportan la mayor parte del volumen (Rollet, 1980; Malleux, 1982; Manta, 1988).

- 2) Estructura similar. Si bien las especies varían de región a región, su estructura es similar (Holdridge, 1987). La distribución del número de árboles por clase diamétrica en un bosque primario suele tener una forma exponencial negativa ("J" invertida), implicando una abundante presencia de árboles de sotobosque y regeneración natural (Rollet, 1980, Whitmore, 1991).

3) Estado de equilibrio dinámico. La tasa neta de crecimiento de un bosque tropical primario es cero (Whitmore, 1991). Esta apariencia estática y permanente es ilusoria, dado que está cambiando una masa equivalente a todo lo que muere y se renueva cada 40 a 100 años (Ashton, 1980). En la Estación Biológica "La Selva", Hartshorn (1980) determinó que la caída de los árboles se producen a un ritmo de aproximadamente un árbol anual por hectárea.

Una conclusión lógica de estos estudios es que las perturbaciones naturales son frecuentes y que la mayoría de las especies se adaptan a éstas, aprovechando los recursos que se liberan. Es importante tener presente que la perturbación es el motor del bosque y esta debe ser la clave para establecer su manejo en forma natural (Hartshorn, 1880; Lombardi, 1989; Lamprecht, 1990; Whitmore, 1991).

2.1.2 El aprovechamiento mejorado

El aprovechamiento tradicional, práctica corriente en la mayoría de los bosques tropicales del mundo, se caracteriza por ser poco eficiente y altamente destructivo. Esto se debe principalmente a la ausencia de planificación, dando como resultado una baja utilización, altos costos de aprovechamiento y elevados daños al bosque remanente, dejando pocas posibilidades para su manejo en forma natural (Nicholson, 1958; Fox, 1968; Marm y Jonkers, 1982; Uhl y Veira, 1989; Hendrison, 1990; Cordero y Meza, 1992).

Una extracción forestal bien planificada debe constituir en sí la primera intervención destinada al manejo en forma sostenible; en ese sentido, un aprovechamiento controlado

determinará en gran medida el futuro del bosque, cualquiera que sea el sistema silvícola a emplear (Marm y Jonkers, 1982; Hendrison, 1990).

Cordero (1991) señala que el aprovechamiento mejorado implica un cambio en el objetivo de maximizar las utilidades a corto plazo por el de la producción sostenible. Para esto, las políticas de manejo y los métodos de aprovechamiento deben sufrir algunas modificaciones. El autor manifiesta que el mismo equipo usado en operaciones tradicionales, puede ser utilizado en sistemas de aprovechamiento mejorado, ya que la reducción del daño es principalmente consecuencia de la planificación de las actividades de aprovechamiento y no del tipo de maquinaria en sí.

El mejoramiento de las operaciones tradicionales debe incluir, según Hendrison (1990) y Cordero (1991), una buena planificación y ejecución de las operaciones de inventarios, caminos, corta y arrastre.

Inventario. El inventario al 100% de los árboles comerciales o "censo" es vital para lograr los objetivos de controlar el daño y realizar un aprovechamiento eficiente. Este tipo de inventario permite ubicar en el terreno los árboles comerciales, además de suministrar información sobre las características del terreno, lo que ayuda a la planificación de caminos y pistas de extracción.

Caminos. Las pistas y caminos de extracción deben ser cuidadosamente planificadas, de acuerdo a la distribución espacial de las especies aprovechables y de las características del terreno. Estas pistas no deben ser mayor de un metro del ancho del equipo de extracción y pueden considerarse como parte de la infraestructura que será utilizada en futuras intervenciones.

Corta. La operación de corta debe ser dirigida con la finalidad de facilitar el desembosque y reducir los daños al bosque residual. La dirección de caída de los árboles debe ser en un ángulo de 30° y 60° con relación a la pista de extracción adyacente. La corta previa de lianas y bejucos facilita esta operación.

Arrastre. El "wincheo" debe utilizarse al máximo para reducir la construcción de pistas y así disminuir los daños al suelo y vuelo del bosque. Se debe controlar que las máquinas transiten sólo por las pistas demarcadas con anterioridad.

En Surinam, se han realizado algunos experimentos con miras a cuantificar la reducción de los daños bajo diferentes métodos de extracción. Los resultados muestran una reducción de casi 50% de los daños aplicando una extracción controlada.

Cuadro 1. Porcentaje de área afectada bajo diferentes métodos de aprovechamiento en Surinam. (Intensidad de extracción de 15-20 m³/ha)

Método de extracción	Aperturas por cortas	Aperturas por arrastre		Area total afectada
		Trochas principales	Trochas secundarias	
Tradicional	10.5	8.2	6.7	25.4
Controlada	6.8	4.2	3.1	14.1
Controlada por cablestante	6.5	3.8	1.3	11.6

Fuente: Hendrison, J.; de Graaf, J (1986)

Hendrison (1990) demostró que un aprovechamiento técnicamente planificado no sólo disminuye los daños al momento del aprovechamiento, dejando al bosque con mejores posibilidades para su manejo, sino que también aumenta la eficiencia, con la consecuente disminución en los costos.

2.1.3 Sistemas, tratamientos y técnicas silviculturales

Se define un sistema silvícola como una secuencia de etapas, varias de las cuales están dedicadas a asegurar la existencia y el desarrollo de la regeneración natural (Hutchinson, 1992).

Se han desarrollado numerosos sistemas silvícolas en el sureste asiático, África occidental y en América tropical, los cuales han sido ampliamente descritos por Dawkins (1958), Baur (1964), Wyatt-Smith (1986), Schmidt (1987) y Lamprecht (1990), entre otros.

Neil (1981), señala que los sistemas silvícolas actualmente ensayados varían de país en país en función de la tradición forestal, la situación política, el mercado, el grado de tecnología y las características ecológicas del bosque. En ese sentido, Schmidt (1986), Wyatt-Smith (1986), Hutchinson (1989) y Lamprecht (1990), aclaran que ningún sistema silvicultural debe aplicarse como receta, fuera de su ambiente ecológico y socio-económico en el cual fue desarrollado, aunque fuera una opción atractiva.

Los tratamientos silviculturales son definidos por Whitmore (1991) como "manipulaciones al bosque para favorecer a ciertas especies de valor comercial". El objetivo principal es reducir la intensidad de competencia que afecta a los árboles deseables y aumentar el grado de iluminación que

reciben sus copas. Esto se logra por medio de varios tratamientos u operaciones, entre los que destacan:

- 1) El tratamiento de mejora. Consiste en la eliminación de los árboles que han superado el diámetro mínimo de corta.
- 2) El Aprovechamiento. Un aprovechamiento bien ejecutado constituye la operación silvicultural más importante, debido a que proporciona los fondos necesarios para el resto de operaciones, apertura el dosel y baja la intensidad de competencia. Hay que tener presente que las aperturas causadas por el aprovechamiento son aleatorias, dependiendo de la ubicación de los árboles a aprovechar, y muchas veces no es suficiente para provocar una reacción adecuada para inducir el crecimiento de los árboles de futura cosecha.
- 3) El raleo de liberación. Consiste en mejorar las condiciones de iluminación de los árboles comerciales de futura cosecha, mediante la eliminación puntual de sus competidores que estén limitando su crecimiento. Se eliminan solamente los árboles que compiten con el árbol valioso que debe cumplir los requisitos de buena forma y vigor, copa sana y bien desarrollada y un buen espaciamiento en relación a sus vecinos (Hutchinson, 1992).
- 4) El refinamiento. Este tratamiento consiste en eliminar del bosque determinadas especies no comerciales, independientemente de su ubicación. Hutchinson (1992) destaca que el refinamiento no toma en cuenta los cambios en el mercado, ni los efectos positivos que pueden tener la presencia de especies no comerciales en la autopoda. Sin embargo, por su facilidad de ejecución en grandes áreas, es el tratamiento más utilizado.

Catinot (1965), citado por Lamprecht (1990), sugiere que cualquiera que sean los tratamientos a emplear, los obreros deben contar con reglas claras y sencillas y éstas deben limitarse a realizar lo estrictamente necesario.

Sobre las técnicas silviculturales, Wyatt-Smith (1986), concluye que sería poco constructivo decir que nada se ha aprendido de las lecciones de manejo en otros continentes. El autor señala que, de las diferentes técnicas que han sido involucradas durante el desarrollo del sistema en la Península de Malaya, tres pueden ayudar al desarrollo de sistemas en América Central:

- 1) Muestreo diagnóstico. El objetivo general de esta técnica es obtener información sobre las perspectivas actuales y futuras del bosque, así como de la regeneración natural y la composición probable de la cosecha de madera en el futuro. Hutchinson ha promovido su empleo en América Latina, simplificando la técnica con algunas modificaciones de orden práctico (Hutchinson, 1993).

El principio consiste en registrar el mejor ejemplar establecido ("Deseable Sobresaliente") de las especies de valor comercial, en parcelas de 10x10 m y registrar el grado de iluminación que recibe su copa. Esto permite determinar el grado de ocupación y requerimientos de luminosidad de los individuos seleccionados, ayudando a definir las operaciones silviculturales apropiadas.

- 2) Agrupación de las especies. Para un manejo práctico, es conveniente agrupar las especies en grupos ecológicos y comerciales.

a) Ecológicos. Finegan (1991) agrupa a las especies en cuatro gremios:

(1) Heliófitas efímeras. Especies que pueden regenerarse y completar su ciclo de vida solamente en sitios abiertos relativamente grandes. Se caracterizan por ser árboles con ciclos de corta duración, crecimiento sumamente veloz y madera blanca de poco valor en el mercado. En este gremio se encuentran especies de los géneros *Cecropia*, *Heliocarpus*, *Ochroma* y *Trema*.

(2) Heliófitas durables. Es una versión menos extrema que las especies heliófitas efímeras. Son capaces de establecerse en claros pequeños, crecimiento rápido y un ciclo de vida más largo en comparación con las heliófitas efímeras. Son representadas por especies bien conocidas, como *Cedrela odorata*, *Swietenia* spp., *Ceiba pentandra*, etc.

(3) Esciófitas parciales. Capaces de regenerarse, crecer y desarrollarse a la sombra, pero requieren de un alto grado de iluminación para pasar por la etapa final de su desarrollo, antes de la madurez. Ejemplos de este gremio son especies como *Virola* spp., *Carapa guianensis*, *Lecythis ampla*, *Pentaclethra macroloba*, etc.

(4) Esciófitas totales. Especies que pueden completar su ciclo de vida a la sombra. Como ejemplo de este gremio se puede citar a *Minquartia guianensis*, y probablemente las especies del género *Pouteria*.

Por sus características, los grupos ecológicos influyen en la toma de decisiones sobre los posibles tratamientos que se darán al bosque, según los objetivos y metas finales del manejo (Picado, 1992).

b) Comerciales. La agrupación de las especies por grupos comerciales permite una fácil y rápida valoración del recurso, además de incrementar su potencial de comercialización. Schmidt (1987); Finegan y Sabogal (1988) y Hutchinson (1989), sugieren agruparlas en tres categorías:

(1) Deseables. Son aquellas de alto o mediano precio, que se comercializan a nivel nacional.

(2) Aceptables. Especies de bajo precio en el mercado o que se utilizan sólo a nivel local.

(3) Otras. Especies que no tienen uso definido.

3) Envenenamiento de árboles no deseables.

Dawkins (1958), Baur (1964), Wyatt-Smith (1986), Jonkers (1987) y Lamprecht (1990) concuerdan en señalar que la eliminación de los árboles indeseables, mediante la tumba, resulta muchas veces caro y contraproducente para la regeneración natural establecida, debido a los altos daños y aperturas violentas en el dosel.

Maruyama y Carrera (1990) señalan que el anillado, por sí sólo, no es suficiente, encontrando una eficiencia de alrededor de 50 % en los árboles tratados. Una alternativa es el anillamiento y envenenamiento con aceite quemado o arboricidas. Existen en el mercado varios tipos de arboricidas, cuyo empleo y principio activo se encuentra ampliamente explicado por Lamprecht (1990).

2.2 Métodos para el estudio de costos y rendimientos

Reiche (1992) indica que la tarea fundamental de la ciencia económica, y especialmente la economía forestal, es contribuir en asignar eficiente y adecuadamente los recursos escasos (bosques naturales) entre diferentes alternativas u opciones; para producir bienes y servicios tangibles e intangibles. Estos deben satisfacer, por un lado, necesidades de la sociedad (productos, servicios y ambiente) y, por otro, generar beneficios (ganancias para el productor).

Schmidt (1986) afirma que el manejo forestal debe justificar las inversiones en términos de su efectividad para incrementar beneficios futuros. Lamprecht (1990) concuerda con esta afirmación al manifestar que la actividad silvicultural se justifica solamente cuando sirve a la consecución de determinados objetivos económicos.

La información sobre costos y rendimientos en operaciones de manejo de bosques naturales es escasa. La mayor parte de los estudios sobre el tema se han referido a la silvicultura de plantaciones (Rodríguez, 1983; Navarro y Reiche, 1985; Reiche, 1986 y 1988; CATIE, 1989; Reiche y Current, 1991) y actividades extractivas (Clavijo, 1972, Jenssen, 1976; FAO, 1978; Frisk y Córdova, 1979; Sage y Cordero, 1981; Campos, 1983; etc.).

2.2.1 Elementos sobre estudios de tiempos

Una herramienta que contribuye a la planificación es el estudio del trabajo. La Organización Internacional del Trabajo (1981), citado por Kantola y Harstela (1991), divide al estudio del trabajo en:

- 1) Estudio de métodos. Consiste en la observación y crítica sistemática de la manera como se realiza o se propone que se realice una determinada actividad, como medio para desarrollar métodos de trabajo más eficientes, cómodos y de menor costo.
- 2) Medida del trabajo. Trata de la aplicación de técnicas especiales para determinar el tiempo que un trabajador capacitado necesita para completar un trabajo determinado.

Esta última definición se centra en uno de los principales problemas de los estudios del trabajo, que consiste en cómo obtener resultados que puedan generalizarse. Estas técnicas incluyen el muestreo del trabajo, ordenación por rangos y compilación de tiempos estándares. Esto se lleva a cabo mediante estudios de tiempos y movimientos.

El manual para determinar rendimientos y costos por faena de producción de los sistemas de árboles de uso múltiple (CATIE, 1989), señala la conveniencia de utilizar tres opciones o métodos para estos fines:

- 1) Tiempos y Movimientos. Es la opción o método más detallado y confiable para tomar información. Consiste en anotar, bajo tiempo controlado, el rendimiento de cada actividad que se realice, así como los tiempos muertos, tanto los necesarios como los puramente accidentales.

- 2) Rendimiento por faena. Es un método práctico, menos detallado, de menor precisión, pero suficientemente confiable y útil. Consiste en tomar la información cuando ya se ha concluido una actividad o faena completa.
- 3) Recuperación de costos. Consiste en la búsqueda o recuperación de datos de archivos, bitácoras, informes de trabajo, contabilidad y respaldos, complementados con la información de las personas que participaron en dicha actividad.

Cordero y Meza (1992) señalan que se debe identificar bien el objeto del estudio, recopilar toda la información sobre la producción, los métodos usados y los elementos que componen un ciclo de producción. Antes de proceder con la recolección de información, es necesario que se divida todo el proceso de producción en elementos con un principio y un fin bien definido.

Para la determinación de tiempos, Cordero (1989), señala la posibilidad de utilizar tres métodos:

- 1) Método del tiempo total. Se basa en la producción obtenida sobre un periodo determinado (hora, día, mes, etc).
- 2) Método de tiempo continuo. Este método asume que hay una persona que, utilizando un cronómetro, observa, toma el tiempo y registra cada fase u operación que se realiza a lo largo del día, semana y/o mes.
- 3) Método de muestreo. Es un método basado en principios estadísticos, según el cual se hacen observaciones instantáneas a intervalos al azar o sistemáticamente. En este método no se toma el tiempo de las diferentes

actividades, sino que al momento de hacer la observación, se anota el tipo de actividad que se está llevando a cabo. Este método permite obtener porcentajes para cada operación, dividiendo el número de observaciones de una determinada operación entre el número total de observaciones hechas.

2.2.2 Elementos para el cálculo de costos

La determinación de los costos de las distintas actividades que conforman el manejo del bosque es necesaria para analizar su rentabilidad, tanto económica como financiera.

En el uso de maquinaria (tractores, motosierras, etc.), existen metodologías definidas para la determinación de los costos unitarios (FAO, 1978; Campos, 1983). Teniendo en cuenta que los factores que intervienen con mayor influencia en la realización de las operaciones de aprovechamiento son el personal y las máquinas, Campos (op.cit) sugiere la agrupación para su análisis en: costo de posesión, costo de operación y costo de personal.

Los costos de posesión (costos fijos) corresponden a aquellos cuyos montos dependen del tiempo y no de la producción o servicio de la máquina. Se consideran dentro de estos costos: la depreciación, el interés sobre la inversión media anual, los seguros, el mantenimiento y las reparaciones. Si bien este último corresponde a costos de operación, se debe incluir como costo de posesión, dado que sus valores pueden ser obtenidos como porcentaje de la depreciación.

Los costos de operación (costos variables), se presentan en el momento que la máquina entra en funcionamiento o empieza a prestar servicio. Se consideran dentro del mismo los costos

de repuestos y los costos de combustibles, lubricantes y filtros.

El costo de personal debe ser considerado como un costo fijo (pagos por salarios) o variable (pagos por producción por destajo) debiendo incluir siempre las cargas sociales.

— Jiménez (1993) señala que los costos hombre y máquina se pueden calcular en un total por unidad de tiempo y esta suma es fácil de relacionarla con la producción de cada operación y obtener el costo por unidad de producción.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción general de la finca

3.1.1 Localización geográfica y política

La finca "Los Laureles de Corinto", propiedad de Agropecuaria Corinto S.A., se ubica al pie de la vertiente norteña de la Cordillera Volcánica Central, en la localidad de La Unión, Distrito 702-01 Guápiles, Cantón 702 Pococí, de la Provincia de Limón. La misma aparece en la hoja cartográfica Guápiles - 3446 IV, a escala 1:50000, del Instituto Geográfico Nacional, entre las coordenadas 10^o 13' N y 83^o 53' O, a unos 12 km de la ciudad de Guápiles.

3.1.2 Accesibilidad

La finca cuenta con una excelente accesibilidad a través de la carretera que une Guápiles con San José. La principal vía de acceso al bosque es mediante un camino transitable de 650 m.

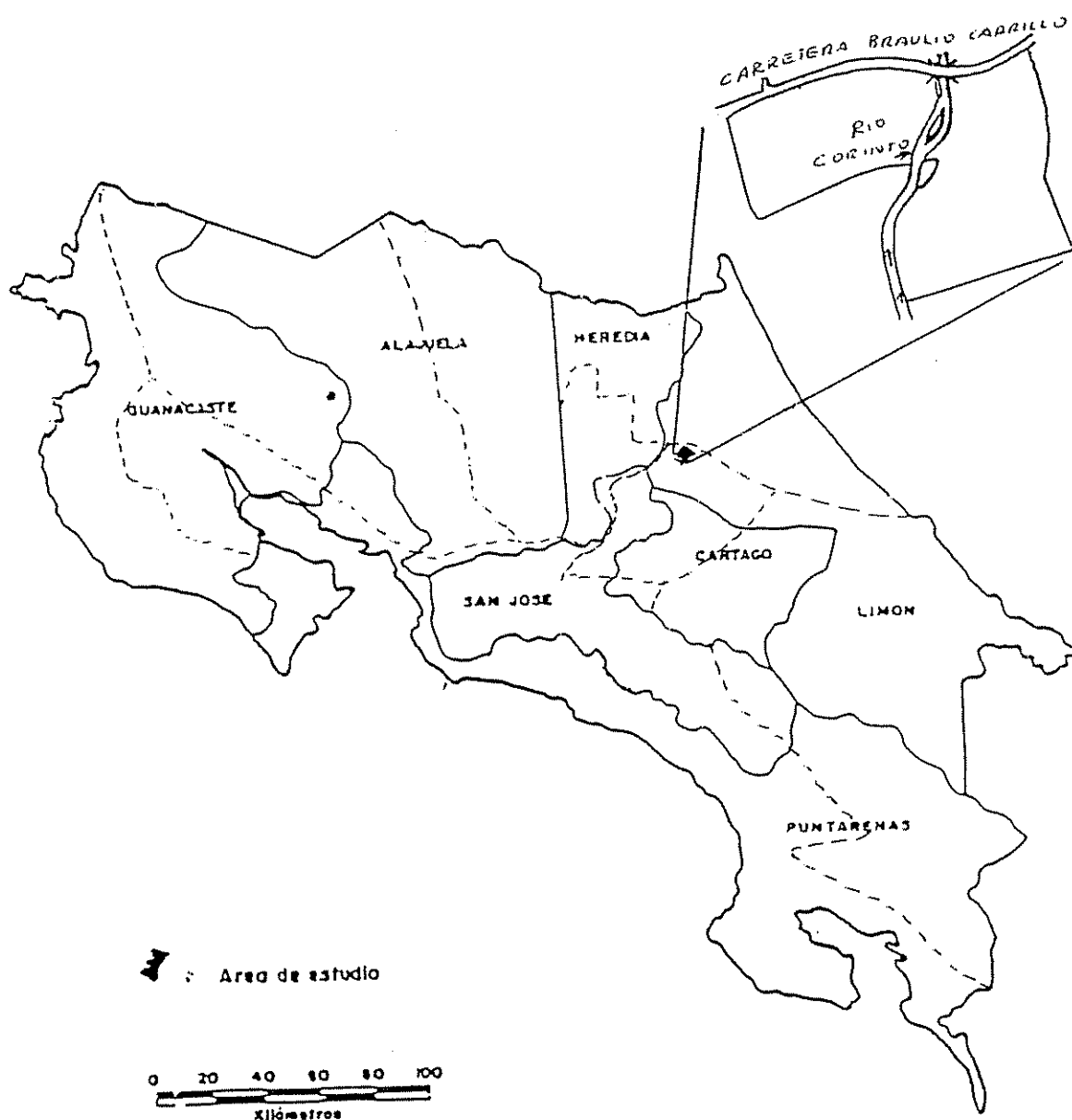


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio, Finca Los Laureles de Corinto, Guápiles, Costa Rica.

3.1.3 Uso actual y potencial de los suelos

La finca tiene una superficie de 260,7 ha, cuya mayor parte está bajo cobertura boscosa, sobre todo como bosque primario (150 ha), 30 de las cuales entre los meses de octubre y diciembre de 1992.

En el mapa de la Figura 2, se indica además una pequeña área reforestada con especies nativas, algunos sectores de tacotales o bosque secundario, y en repasto. El uso actual del área sin bosque es pastoreo extensivo, cultivo de frutales, palmito y caña india.

Siguiendo la metodología del Centro Científico Tropical, Sabogal y colaboradores (1991), llegaron a diferenciar dos clases de capacidad de uso del suelo en 113 ha del bosque primario:

- Clase VIII: Producción forestal intensiva
- Clase IV : Cultivos permanentes o semipermanentes

Las 30 ha seleccionadas para el manejo experimental se ubican en suelos de vocación forestal.

Las principales limitantes identificadas son la pendiente, el drenaje interno (texturas pesadas en terrenos planos) y la pedregosidad (en ciertos sectores accidentados).

Los tipos texturales en el suelo incluyen sobre todo el franco arcilloso, arcilloso y franco arenoso. El análisis químico de muestras de suelo hasta unos 50 cm de profundidad, detectaron altas concentraciones de aluminio y bajos niveles de fósforo (1-3 ppm); la acidez alcanzó valores entre 5,2 y 5,4.

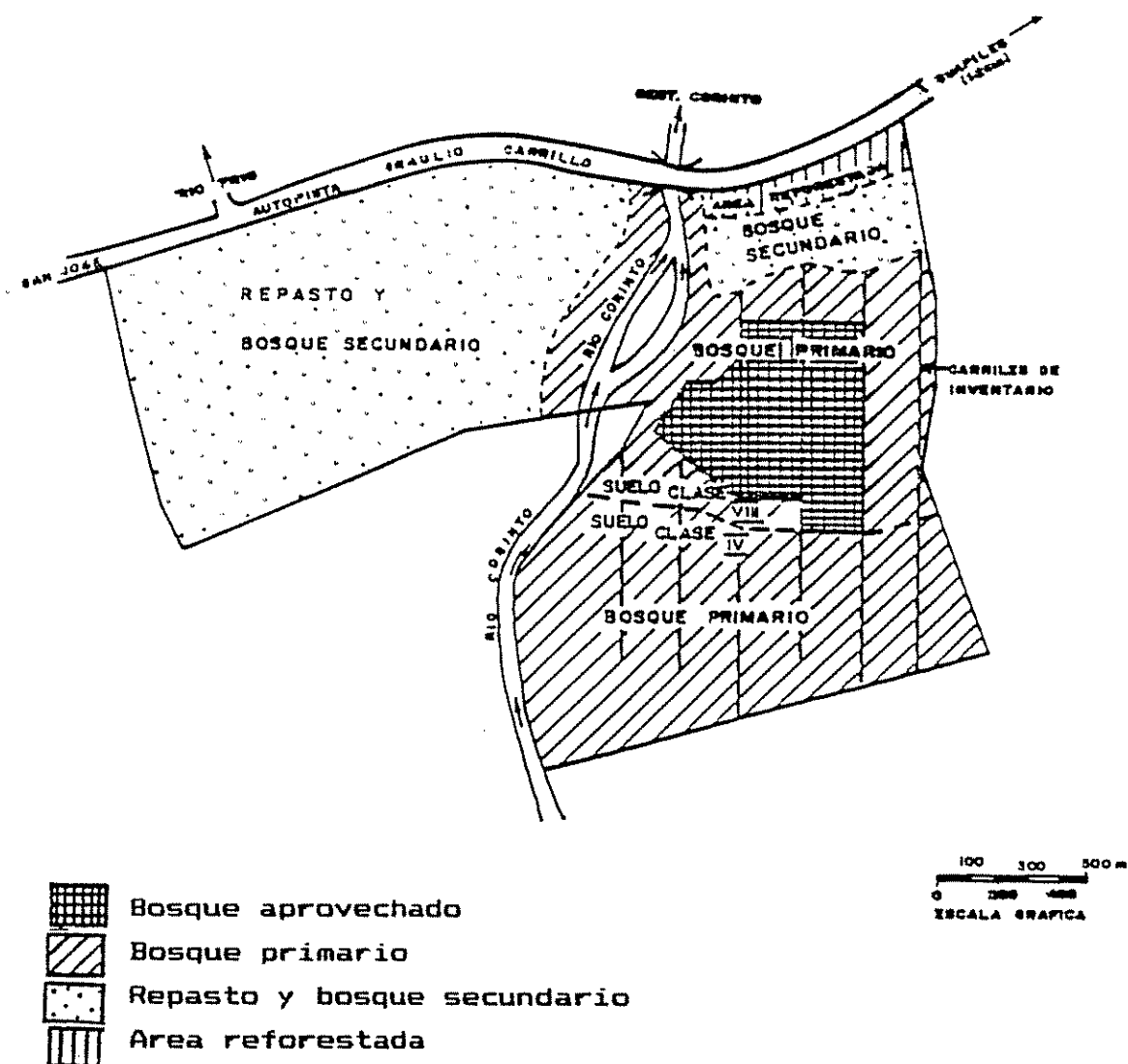


Figura 2. Mapa de uso actual y potencial de los suelos de la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

3.1.4 Topografía e hidrografía

El área que ocupa la finca corresponde a terrenos de topografía relativamente plana a accidentada, con un ámbito de pendientes entre 0% y 40% (casi en un 90 %), aunque las pendientes mayores se presentan sólo en laderas cortas.

En las 30 ha intervenidas se ubica en un sistema de terrazas, tal como lo demuestra el mapa topográfico presentado en la Figura 3.

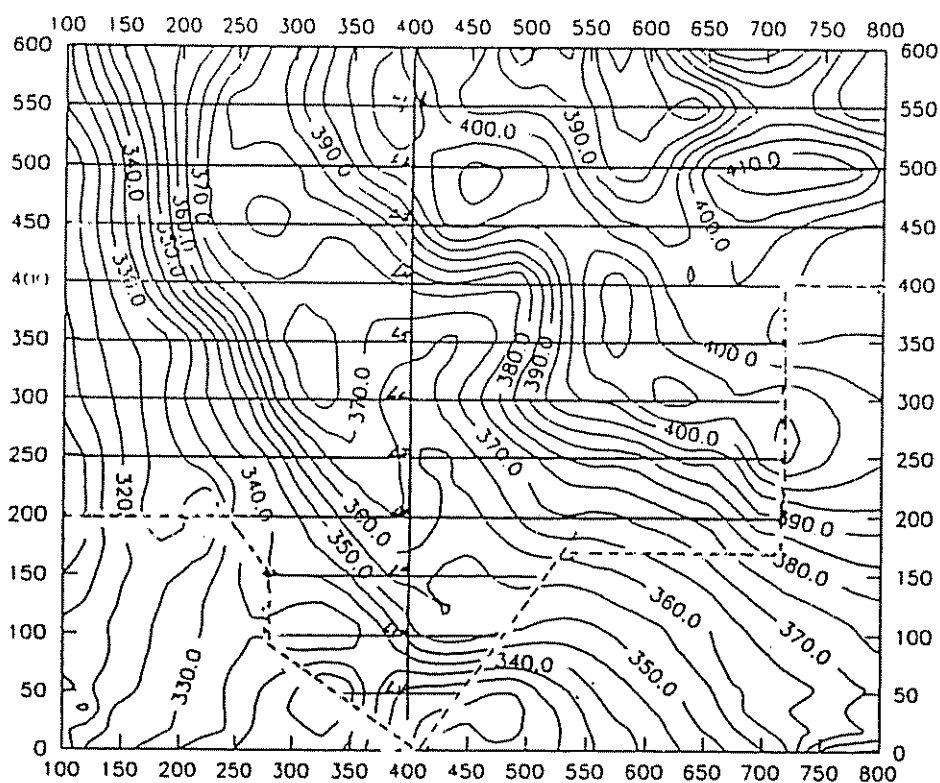


Figura 3. Mapa topográfico del área intervenida en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica

El principal curso de agua es el río Corinto, que divide la finca y se constituye en el límite natural más importante del área cubierta con bosque primario. En las 30 ha bajo manejo existen dos quebradas con agua permanente y un gran número de quebradas intermitentes.

3.1.5 Clima

De acuerdo a los datos de la Estación Meteorológica "Los Diamantes", ubicada a 14 km del bosque en estudio, la precipitación media anual es de 4.346 mm, con una temperatura media anual de 24,7 °C.

La Figura 4 presenta la distribución mensual de la temperatura y precipitación. Se destacan dos épocas bien definidas: una lluviosa, de mayo a diciembre, y otra de menor precipitación, entre enero y abril.

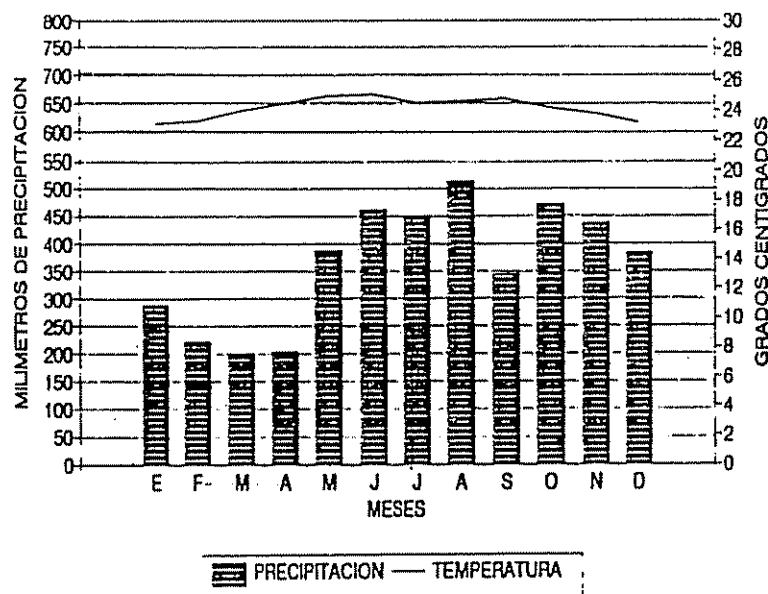


Figura 4. Distribución mensual de la precipitación en Guápiles. Datos recolectados por la Estación Meteorológica "Los Diamantes" en el período 1980-1991.

3.1.6 Zona de vida y vegetación

La zona de vida pertenece a la formación bosque muy húmedo tropical (bmh-T), según la clasificación descrita por L.R. Holdridge (1987).

El bosque de la finca se puede clasificar como primario. En años anteriores, en partes más accesibles, hubo un aprovechamiento puntual, donde se extrajeron con bueyes algunos árboles de Manú (*Minquartia guianensis*) para su uso local como postes.

En el bosque se destaca la presencia de Gavilán (*Pentaclethra maculosa*), especie que ocupa más del 20 % de la abundancia total y un 45% del área basal (Finegan y Sabogal, 1988).

3.2 Antecedentes de investigación en el área

El CATIE, por medio del Proyecto COSUDE/Silvicultura de Bosques Naturales, inició sus primeras investigaciones en este sitio en 1985, a través de un estudio experimental de la sucesión secundaria y del comportamiento fenológico de un grupo de especies forestales maderables (Sabogal et al, 1993).

Con la finalidad de estudiar aspectos de la composición, estructura y dinámica del bosque primario de la finca, en 1988 se instalaron las primeras cuatro parcelas de medición permanente (PMP).

En 1989 se elaboró un plan de trabajo para los siguientes tres años. La primera actividad prevista en el mismo, consistió en un estudio de reconocimiento de la capacidad de uso de los suelos. Posteriormente, ya en una área

seleccionada, se llevó a cabo un inventario forestal de la masa aprovechable, en conjunto con un muestreo de la regeneración natural.

Con base en estos trabajos, así como a información sobre mercados para la madera a comercializar, se preparó en 1989 el plan de manejo para el área, siguiendo las normas prescritas por la Dirección General Forestal. En el plan se propone la instalación de un ensayo formal que contempla la aplicación de tres tratamientos: (1) bosque no intervenido, (2) bosque aprovechado sin tratamiento posterior, (3) bosque aprovechado con tratamiento silvicultural.

En los primeros meses de 1990 se truncan las expectativas de implementar los trabajos previstos, por la decisión del propietario de someter a la venta parte del bosque primario, situación que finalmente no se concretó.

Durante el segundo semestre de 1991, se acordó con el propietario realizar el aprovechamiento y posteriores intervenciones silviculturales sobre una superficie de 30 ha, con la participación directa del CATIE, a través del proyecto RENARM/Producción en Bosques Naturales y la colaboración del proyecto FORESTA a través de la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR).

El "plan de manejo" fue presentado en el mes de octubre de 1991, con la intención de realizar el aprovechamiento en la época seca. Este fue aprobado recién en junio del año siguiente, teniéndose que realizar el aprovechamiento en la época de mayor precipitación, entre los meses de octubre y noviembre.

Esta situación perjudicó el normal desarrollo de la operación de arrastre, incrementando sus costos al tener necesidad de emplear una mayor cantidad de horas máquina,

mayores tiempos muertos, además de incrementar el impacto sobre el suelo.

3.3 Descripción metodológica de las operaciones

3.3.1 Operaciones de pre-aprovechamiento

1) Inventario operacional

El objetivo principal de este tipo de inventario fue de recabar información principalmente sobre la ubicación espacial de los árboles aprovechables y las características del terreno, a fin de planificar el aprovechamiento.

Su implementación tuvo dos etapas:

- a) Apertura de carriles y toma de datos topográficos. Se establecieron carriles paralelos cada 50 m a partir de una línea-base. Durante esta labor, se registró información sobre distancias y pendientes, lo que permitió generar un mapa de curvas de nivel por medio del Programa Topográfico SURFER de la Golden Software (Figura 3).
- b) Censo. Cada carril de inventario permitió ubicar y marcar los árboles aprovechables, a partir de 60 cm de dap, hasta 25 m a ambos lados (50 m en total). Para cada árbol inventariado se tomó información sobre la especie, diámetro, altura comercial, ubicación espacial, dirección natural de caída, conveniencia de extracción y calidad del fuste.

Estas dos últimas variables fueron de utilidad práctica para la selección de los árboles a extraer y reservar. Mediante la conveniencia de extracción se trató de valorar la dificultad del aprovechamiento, su factibilidad práctica y restricciones de tipo legal.

Conveniencia de extracción	Código
- Conveniente	1
- Algún grado de inconveniencia	2
- Inconveniente	3

La calidad del fuste tuvo por finalidad evaluar su forma y estado. El código empleado fue el siguiente:

Calidad de fuste	Código
- Bueno	1
- Regular	2
- Deformado	3

2) Selección y marcación de árboles

De los árboles censados, fue necesario seleccionar los que serían aprovechados y los que quedarían como reserva, ya sea como semilleros o para una cosecha futura.

Con base en la información del Plan de Manejo, sobre estructura diamétrica y comportamiento ecológico de las especies, se diseñaron tres distintas intensidades de corta a aplicar (Sabogal et al, 1991). Las intensidades de corta por grupo de especies se presenta en el Cuadro 1A.

Durante la selección se tuvo especial cuidado en dejar como reserva aquellos árboles:

- de buena forma que calificaron como semilleros;
- que tenían restricciones legales para su aprovechamiento;
- extracción dificultosa por las condiciones del terreno o del mismo árbol;
- de mala forma, que ponían en duda la rentabilidad de su aprovechamiento bajo el método propuesto;
- en sitios de alta densidad, para evitar apertura de grandes claros.

La selección de los árboles se realizó primero en el mapa-base y luego en el campo. Tanto los árboles a cortar, como aquellos a reservar, fueron marcados con pintura con la letra "C" o "R", respectivamente.

3) Trazo de la red de vías de arrastre

El objetivo de esta actividad fue señalar, en el mapa y luego en el terreno, la ruta por donde transitará la maquinaria durante la extracción, evitando obstáculos y recorridos innecesarios con el fin de aumentar la eficiencia y reducir los daños a la vegetación y al suelo.

El trazo de la red de pistas de arrastre tuvo tres etapas:

a) Trazo sobre el mapa base

Con la ubicación de los árboles a aprovechar y las características del terreno, se trazó sobre el mapa la red de vías, teniendo siempre presente que el "wincheo" sería desde la pista de arrastre, utilizando el tractor un cable de 50 metros.

b) Comprobación del trazo definitivo

Se efectuó un recorrido en el bosque para comprobar la conveniencia del trazo y hacer las correcciones en el campo. Se abrió un carril de un metro de ancho para indicar su desarrollo.

En algunos casos, cuando se tuvo referencia de algún punto de tránsito obligatorio, fue conveniente comenzar el trazo desde ese punto en sentido inverso para unirlo al carril inicial.

c) Ampliación del carril

Se amplió la trocha hasta 3,5 metros de ancho, cortando la vegetación inferior a 5 cm dap. Esto fue necesario para indicar al operador del tractor la ruta a seguir durante el arrastre, evitando que afecte áreas fuera de las destinadas para el tránsito de la maquinaria.

3.3.2 Operaciones de aprovechamiento

El aprovechamiento fue realizado por un maderero contratista, bajo la supervisión técnica del CATIE.

1) Corta

La corta fue de tipo dirigida y tuvo como objetivos:

- Dejar las trozas en una posición cómoda para el arrastre. Esto se logró dirigiendo la caída del árbol entre 30 y 60 grados con relación a la pista de extracción a utilizar.
- Evitar pérdidas en la madera cortada, tratando que el fuste no caiga sobre obstáculos que puedan dañar la troza.
- Tratar de minimizar los daños a los árboles de especies comerciales de futura cosecha.

Para la operación de corta se utilizó una motosierra Stihl 076. Los pasos seguidos fueron:

- Localización en el mapa-base y traslado al árbol a cortar.
- Limpieza del fuste, selección de la dirección de caída más adecuada y apertura de la ruta de escape.
- Ejecución de la muesca y corte de caída (en casos necesarios se utilizaron cuñas).
- Limpieza para el troceo, desbase, despunte y troceo.

2) Arrastre

El objetivo de esta actividad fue trasladar las trozas desde el lugar de la corta hasta el patio de carguío.

La operación de arrastre estaba prevista realizarse durante la época seca en dos fases, mediante la combinación de tractor de orugas y tractor forestal articulado. No obstante, demoras en la aprobación del plan de manejo obligaron a realizar ambas fases con tractor de orugas en la época de mayor precipitación.

El arrastre se realizó con un tractor de orugas marca Caterpillar modelo D4-D, con winche y cable de 50 metros.

1º Fase: Arrastre desde el tocón hasta el patio de montaña. A diferencia del arrastre tradicional, en donde el tractor llega al tocón del árbol para realizar el amarre, en la mayoría de los casos este se realizó desde el camino de arrastre.

2º Fase: Arrastre desde el patio de montaña al patio de carguío. La dificultad de que los camiones lleguen al patio de montaña para realizar el carguío, motivó la decisión de arrastrar las trozas una distancia de 525 m, a 100 m del cargadero.

3) Carguío

El carguío se realizó con el tractor de orugas, dada la imposibilidad de contar con un cargador frontal. Para esto, se tuvo que construir un cargadero o rampla en un sitio accesible a pocos metros de la carretera Braulio Carrillo.

3.3.3 Operaciones post-aprovechamiento

1) Arreglo de caminos

Terminada las labores de aprovechamiento, se procedió al arreglo de los caminos, a fin de dejarlos en buenas condiciones para futuras intervenciones. Se construyeron gabetas, cunetas y barreras de agua para desaguar el exceso de precipitación

2) Muestreo diagnóstico

Con la finalidad de determinar la necesidad de la aplicación de un tratamiento silvicultural, se realizó un muestreo diagnóstico, de acuerdo a la metodología propuesta por Hutchinson (1993).

Se levantaron 297 parcelas de 10x10 m ubicadas a lo largo de los carriles de inventario. Las características necesarias para escoger un deseable sobresaliente en la parcela se presenta en el Cuadro 3A del Anexo.

3) Aprovechamiento de residuos y tratamiento silvicultural

Si bien el plan de manejo contempla el aprovechamiento de residuos del aprovechamiento y la implementación de un tratamiento silvicultural, estos recién se vienen ejecutando, motivo por el que no incluyen sus resultados en el análisis.

3.4 Metodología para la toma de datos y análisis de la información

3.4.1 Rendimientos

1) Rendimientos por faena

Para las operaciones de inventario, marcación de árboles, trazo de vías y muestreo diagnóstico, se registró el avance obtenido por la brigada de trabajo y el número de jornales empleados por cada actividad.

2) Estudio de tiempos

La evaluación de las operaciones de corta y la primera etapa del arrastre, se efectuó mediante un estudio de tiempos y movimientos.

La operación de corta fue dividida en los siguientes momentos o fases:

- Limpieza y determinación de la dirección de caída
- Tumbado
- Desbase
- Limpieza para el descope
- Descope y troceo

Se cronometró tiempos efectivos, suplementarios y demoras.

Se determinó la influencia del diámetro, en el tiempo efectivo de corta, con base al siguiente modelo:

$$T = a + b D$$

donde:

a = Constante para corregir el tiempo para un diámetro ≥ 50 cm dap.

b = Cambio unitario en el tiempo (segundos) por cada unidad de cambio en el diámetro.

T = Tiempo en segundos.

D = Diámetro en centímetros.

La operación de arrastre fue dividida en los siguientes momentos:

- Viaje vacío
- Wincheo
- Viaje cargado
- Descarga y acomodo

Para determinar la influencia de la distancia de arrastre y el volumen de la carga, el ciclo de rotación se calculó por la siguiente ecuación:

$$T = a + b_1 D + b_2 V$$

donde:

- a = Tiempo fijo empleado por ciclo de arrastre.
 b_1 = Cambio unitario en el tiempo (T) por cada unidad de cambio en la distancia (D), manteniendo constante el volumen (V).
 b_2 = Cambio unitario en el tiempo (T) por cada unidad de cambio en el volumen arrastrado (V), manteniendo constante la distancia (D).
 T = Tiempo total de rotación en minutos.
 D = Distancia de arrastre en metros.
 V = Volumen arrastrado en m^3 .

Los volúmenes fueron calculados por la fórmula de Smalian:

$$V = \frac{A + a}{2} \times L$$

donde:

- V = Volumen de la troza (m^3).
 A = Area correspondiente al diámetro mayor (m^2).
 a = Area correspondiente al diámetro menor (m^2).
 L = Longitud de la troza (m).

3.4.2 Costos

Los costos unitarios en las operaciones de inventario, marcación de árboles, trazo de caminos y muestreo diagnóstico, se obtuvieron de dividir el costo total de la operación (jornales + insumos) entre el total del trabajo realizado.

Para el análisis de costos en la operación de corta, se calculó el costo de funcionamiento de la motosierra, utilizando el método propuesto por la FAO (1981) y descrita en el Cuadro 3A en el Anexo.

El costo durante la operación de arrastre y carguío, se obtuvo de dividir el costo total de la operación entre el volumen arrastrado o cargado. Se encontró dificultad para determinar el costo real de funcionamiento horario de la maquinaria; por esta razón, se utilizó un costo de alquiler, estimado en 3.500 colones por hora trabajada.

La determinación del tiempo trabajado por el tractor durante la operación de arrastre, se registró por el método del muestreo, con intervalos cada cinco minutos. Esto debido a que, durante la operación del arrastre, el tractor realizó una serie de actividades complementarias no consideradas en los momentos del ciclo de arrastre.

En todos los casos, los costos e ingresos se expresan en dólares, por ser una moneda utilizada como patrón de comparación internacional. El cambio utilizado fue el vigente en Costa Rica en enero de 1993 (US \$ 1 = 127 Colones).

3.4.3 Cambios en la vegetación remanente y el suelo

1) Daños a la vegetación remanente

Para el caso del presente estudio, entendemos como vegetación remanente a toda planta leñosa con un diámetro medido a la altura del pecho igual o mayor a 10 cm.

La determinación de los daños ocasionados por el aprovechamiento en la vegetación remanente se realizó en las seis parcelas de medición permanentes (PMPs), ubicadas en el área intervenida.

Todos los árboles y palmas mayores a 10 cm dap fueron evaluados antes y después de la operación de corta y arrastre. Para esto se utilizó el siguiente código de daños descrito en el Cuadro 4A del Anexo:

Clase de daño	Código
- Sin daño	1
- Daño ligero	2
- Daño moderado	3
- Daño severo	4
- Muerto	5

2) Cambios en la clase de iluminación que reciben las copas

La determinación de los cambios en la clase de iluminación que reciben las copas, debido a las intervenciones

antes descritas, fue realizada en las mismas parcelas donde se evaluaron los daños.

Los cambios fueron evaluados por medio de la clave visual propuesta por Dawkins (1958), cuya descripción se encuentra en el Cuadro 5A del Anexo.

Clase de iluminación	Código
- Emergente	1
- Plena iluminación superior	2
- Alguna iluminación superior	3
- Luz oblicua	4
- Sin iluminación directa	5

3) Alteración del suelo

Con el fin de cuantificar el porcentaje de área afectada y el grado de alteración que sufre el suelo a consecuencia del aprovechamiento, se evaluó su condición sistemáticamente cada 10 m sobre las líneas de inventario, utilizando las siguientes categorías propuestas por Cordero (1991) y descritas en el Cuadro 6A del Anexo:

Condición del suelo	Código
- Sin disturbar	1
- Algo disturbado	2
- Muy disturbado	3
- Compactado	4

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Rendimientos por actividad

-Dadas las características de la vegetación arbórea, la topografía del área, la época del año en que se trabajó, el tipo y estado de la maquinaria empleada, los resultados obtenidos en esta investigación son específicos para las condiciones de la finca. No obstante, constituyen un buen patrón de referencia, ante la carencia de información específica sobre el tema.

4.1.1 Operaciones de pre-aprovechamiento

1) Inventario operacional

- Apertura de carriles. Se abrió un total de 9.765 m de carriles. De estos, 2.458 m (25 %) correspondieron al carril perimetral, 600 m (6 %) a la trocha base y 6.707 m (69 %) a los carriles de inventario propiamente dicho.

El carril perimetral permitió delimitar 30 ha de bosque primario, conteniendo seis parcelas permanentes de medición (PMPs). La distribución de las PMPs y los diferentes tipos de carriles se presentan en la Figura 5.

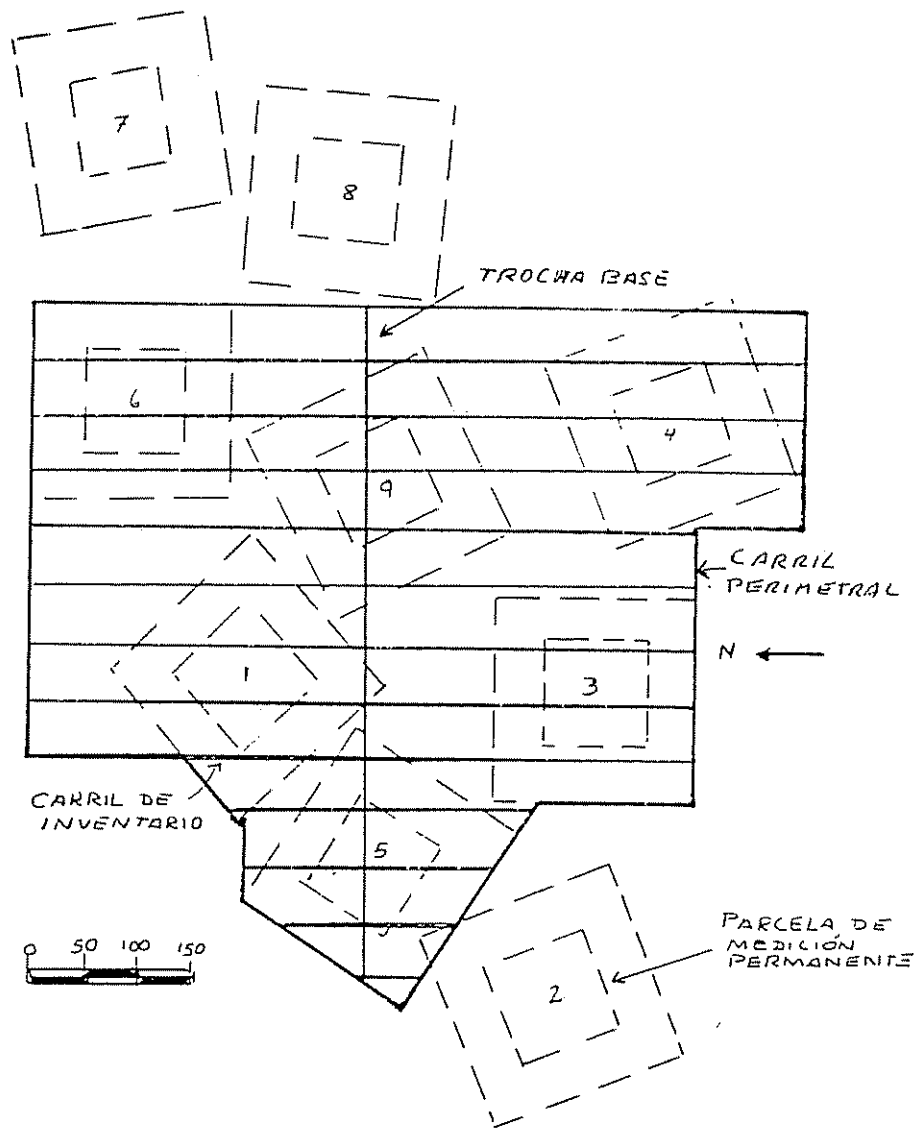


Figura 5. Distribución de las parcelas de permanentes de medición y los carriles durante el inventario operacional en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

La cuadrilla se integró por un técnico y dos obreros. El rendimiento promedio fue de 1.220 m diarios, empleándose en total 8 jornadas de trabajo (1 jornada = 8 horas).

Cordero (1992) señala que el rendimiento está influenciado por el tipo de bosque y la fisiografía del terreno. En el caso de la finca no se pudo realizar este tipo de comparación por tratarse de un solo tipo fisiográfico y florístico. Sin embargo, el rendimiento concuerda con lo observado por el investigador para este tipo de bosque (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción de un obrero abriendo un carril de un metro de ancho

Tipo de bosque	Horas/100 metros
Charral	2
Tacotal	1
Bosque maduro plano	0,20
Bosque maduro accidentado	0,30

Fuente: Cordero (1992)

Se recomienda que el ancho del carril sea el mínimo necesario para permitir el paso del personal. Carriles de un metro de ancho permiten mayores rendimientos y menor impacto en la vegetación.

- Censo. Para realizar el inventario propiamente dicho, se contó con el apoyo de un técnico y un identificador o "baquiano", quien ubicó los árboles hasta 25 m a cada lado del carril. El avance fue de 4.3 ha/día, empleándose un total de 7 jornadas de trabajo.

Es conveniente señalar que, de haberse empleado por lo menos dos "baquianos", el rendimiento se hubiera incrementado

significativamente, ya que un técnico puede controlar al menos dos "baquianos", uno a cada lado del carril de inventario.

Cordero y Meza (1992) citan ejemplos en donde se emplearon cuadrillas con 3, 6 y hasta 12 "baquianos" con rendimientos de 20, 50 y 80 ha/día. El empleo de más personal dependerá de la magnitud del recurso, del tamaño de los árboles, de la precisión deseada, del método de trabajo, del tiempo disponible, de la disponibilidad de personal capacitado y los recursos financieros.

2) Selección y marcación de los árboles a extraer y reservar

Una vez seleccionados en el mapa los árboles a extraer y reservar, se procedió a marcarlos con pintura. Se necesitó 4 jornales de ocho horas para marcar un total de 340 árboles censados.

La conveniencia práctica de realizar esta labor de campo es discutible, debido a que los árboles fueron diferenciados con un código numérico en el fuste durante el inventario. Este código se anotó en el mapa-base, documento que acompañó las labores de corta y arrastre. Es necesario reconocer que esta labor ayudó a despejar cualquier duda al respecto.

3) Trazo de la red de caminos de arrastre

Sobre el mapa-base se trazó la ubicación de la red de caminos de arrastre. En ella se distinguen tres caminos principales, distribuidos en igual número de terrazas (Figura 6).

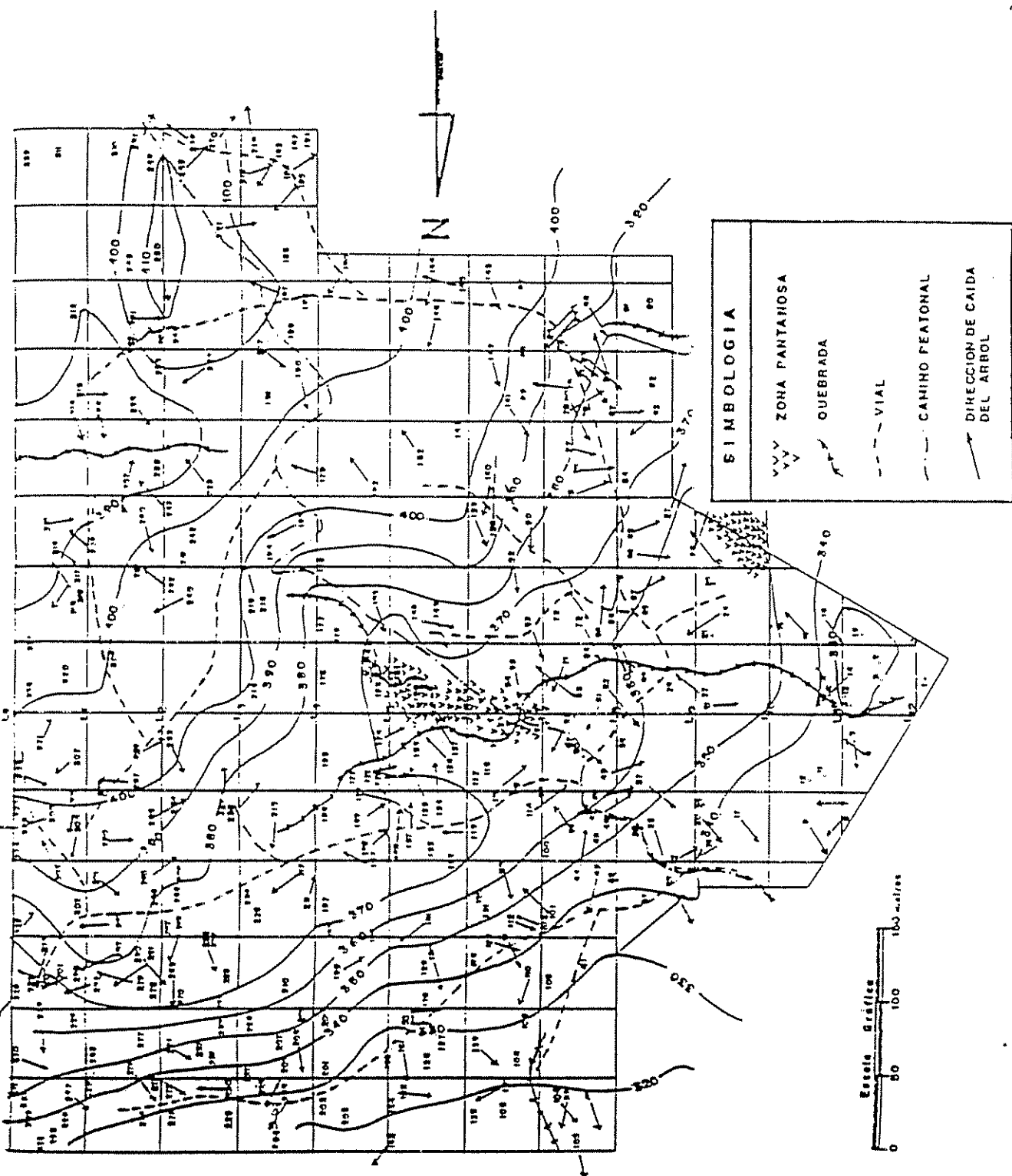


Figura 6. Mapa base de la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

En total se trazó 3.000 m de carriles, de los cuales 1.600 m pueden considerarse como caminos principales y 1.400 m como secundarios. El trazo en el campo de la red de caminos fue realizada por un técnico y un obrero, empleándose 4 jornadas de trabajo.

Una vez concluido el trazado de la red de caminos de arrastre, se procedió a ampliar los carriles de uno a tres metros y medio de ancho. Se cortó toda la vegetación menor a 5 cm de diámetro sobre su desarrollo. El rendimiento promedio del obrero en esta labor fue de 500 m diarios.

Las operaciones pre-extractivas demandaron en total 19 días técnico y 37 jornales obrero. EL Cuadro 3 resume el personal empleado, los rendimientos por jornada y el número de días laborados en dichas operaciones.

Cuadro 3. Rendimiento en las operaciones de pre-aprovechamiento en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

ACTIVIDAD	Personal		Rendimiento por jornada*	Jornadas (30 ha)
	Técnico	Obrero		
CENSO				
Carrileo	1	2	1220 m	8
Censo	1	1	4,3 ha	7
MARCACION DE ARBOLES		1	85 árbol	4
TRAZO DE VIALES				
Trazo	1	1	750 m	4
Ampliación		1	500 m	6

* Una jornada representa ocho horas de trabajo por día

La realización de estas actividades se considera indispensable para realizar un aprovechamiento planificado, con miras a aumentar la eficiencia y reducir el impacto en el bosque residual.

4.1.2 Operaciones de aprovechamiento

1) Corta

Bajo el método de la corta dirigida, se tumbó en promedio 11 árboles diarios, con un rendimiento de 48 m^3 . Este valor está en el rango del rendimiento por la corta tradicional en Costa Rica, estimado entre 45 y 65 m^3 (Cordero, 1992).

Estos resultados son lógicos, dado que dirigir la caída no necesariamente implica realizar una mayor cantidad de cortes, sino una mejora en la técnica de su ejecución.

La duración promedio de la jornada de trabajo fue de 5 horas y 50 minutos, estando su distribución representada en la Figura 7.

El tiempo promedio de trabajo real (tiempo efectivo + tiempo suplementario) fue de 4 horas y 29 minutos, es decir, el 77 % de la jornada de trabajo.

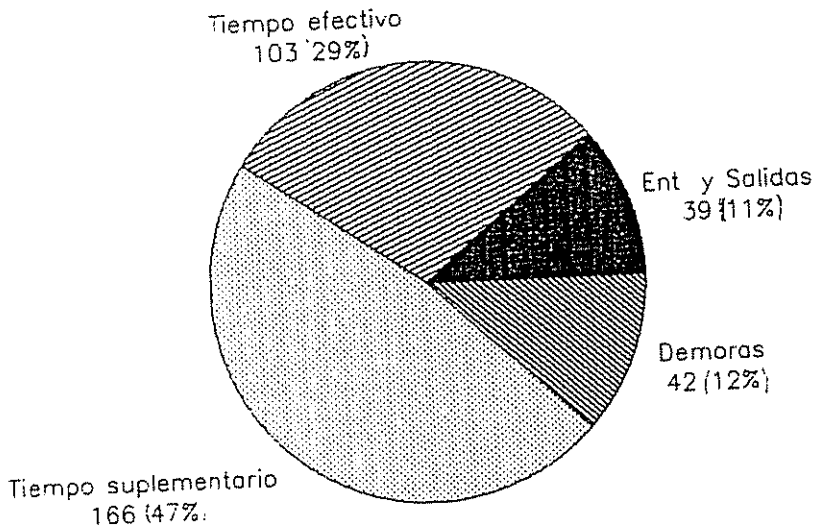


Figura 7. Distribución del tiempo en minutos por jornada de trabajo durante la operación de corta en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

El tiempo suplementario fue de 2 horas y 46 minutos (47.5 % de la jornada de trabajo). Se consideran dentro de este rubro los tiempos intermedios entre actividades, tiempo de traslados entre árboles, mantenimiento de la motosierra, relleno de tanques, afilados, descansos merecidos y demás atrasos productivos.

Como demoras o tiempo perdido se consideró a toda actividad no productiva que significó retraso en la producción. Se tuvieron demoras por causa de: lluvias, atasques de la espada, fallas mecánicas en la motosierra, etc.

En el Cuadro 4 se presenta el desglose de las fases consideradas como trabajo efectivo.

Cuadro 4. Parámetros estadísticos de la distribución del tiempo de trabajo efectivo (segundos) durante la operación de corta

ACTIVIDAD	TIEMPO (Segundos)		
	X	STD	CV
Traslado	113	88,6	77,9
Limpieza tumbado	89	71,7	80,5
Tumbado	185	105,8	57,1
Desbase	97	53,1	54,9
Limpieza despunte	154	84,9	55,2
Desrame	80	53,3	66,6
Troceo	70	42,4	60,6

X = Tiempo promedio en segundos
 STD = Desviación estándar
 CV = Coeficiente de variación

El tiempo promedio total de corta y alistado por árbol, incluyendo los tiempos complementarios, fue de 25 minutos. De estos, el tiempo efectivo promedio de corta para la tumba fue de apenas 3 minutos con 5 segundos.

La influencia del diámetro en el tiempo efectivo de corta se determinó con base en un modelo de regresión lineal, dando como resultado la siguiente ecuación:

$$T = - 182,7 + 53 D \quad R^2 = 0,47$$

donde,

T = Tiempo en segundos

D = Diámetro en centímetros

A pesar que el modelo es altamente significativo ($P > 0.001$), sólo un 47 % de la variación en el tiempo de corta es explicado por el diámetro de los árboles. Las posibles variables que afectan la duración del tiempo de caída puede estar conformada por el grado de dificultad del árbol para la corta, la presencia de contrafuertes basales, la dureza de la madera, el filo de la cadena, el contenido de látex del árbol, el cansancio del operador, entre otros.

Es preciso señalar que este modelo es válido sólo para árboles mayores a 50 cm dap.

2) Arrastre

1^{ra} Fase. Arrastre desde el tocón al patio de montaña

A diferencia del arrastre tradicional, donde el tractor llega al pie del árbol cortado para hacer el "wincheo", esta labor fue realizada desde los caminos de arrastre. La ventaja de esta forma de trabajo es que disminuye la presencia del tractor en el bosque y así su impacto sobre la vegetación y el suelo.

Bajo esta modalidad, el tractor realizó en promedio 8 rastras o rotaciones por jornada efectiva de trabajo, con un rendimiento de 32.4 m³/diarios y una distancia promedio de 314 m.

La determinación estadística de los parámetros durante el ciclo de arrastre en la primera fase, se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5 Determinación estadística de los parámetros en la primera fase del arrastre en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

Parámetro	X	STD	CV
Volumen (m ³)	4,05	1,78	44
Distancia (m)	314,21	180,39	57
Ciclo (min)			
Tiempo del viaje vacío	6,08	3,57	52
Tiempo de wincheo	7,71	4,77	62
Tiempo de viaje cargado	13,98	6,74	48
Tiempo de desenganche y acomodo	3,41	1,19	35
Tiempo Total	32,04	12,09	38

X = Promedio
 STD = Desviación estándar
 CV = Coeficiente de variación

El mayor coeficiente de variación está representado por el tiempo de "wincheo", debido a que su duración está influenciada por variables tales como: posición de la troza respecto a la vía de saca, distancia de la troza, obstáculos presentes, etc.

Es recomendable emplear dos ayudantes para transportar el cable desde el camino a la troza. Hay que tener presente que un metro de cable pesa más de 3 Kg, lo que dificulta su transporte en distancias largas y pendientes adversas.

Con el fin de predecir la duración del ciclo en función de la distancia y volumen arrastrado, se elaboró el siguiente modelo de regresión lineal múltiple:

$$T = 8,63 + 0,05 D + 1,78 V \quad R^2 = 0,68$$

Donde:

T = Tiempo efectivo en minutos

D = Distancia en metros

V = Volumen de la troza en metros cúbicos

El modelo es altamente significativo e indica que un 68% de la variación del tiempo es explicada por ambas variables. El relativo alto coeficiente de determinación encontrado se atribuye a la no inclusión de las demoras en que el tractor realizaba otro tipo de actividades colaterales.

La distribución del tiempo del tractor se presenta en la Figura 8. De este diagrama se desprende que sólo un 40 % del tiempo disponible el tractor estuvo operando. Las causas del bajo porcentaje de utilización se debieron principalmente a las constantes lluvias y fallas en la maquinaria, que contaba con más de 30 años de uso.

Del tiempo total de trabajo efectivo 2/3 partes fue realmente empleado en tareas de arrastre y mientras que 1/3 fue dedicado a realizar trabajos complementarios. Un 83 % del tiempo consumido por trabajos complementarios fueron invertidos en la construcción y arreglo de caminos.

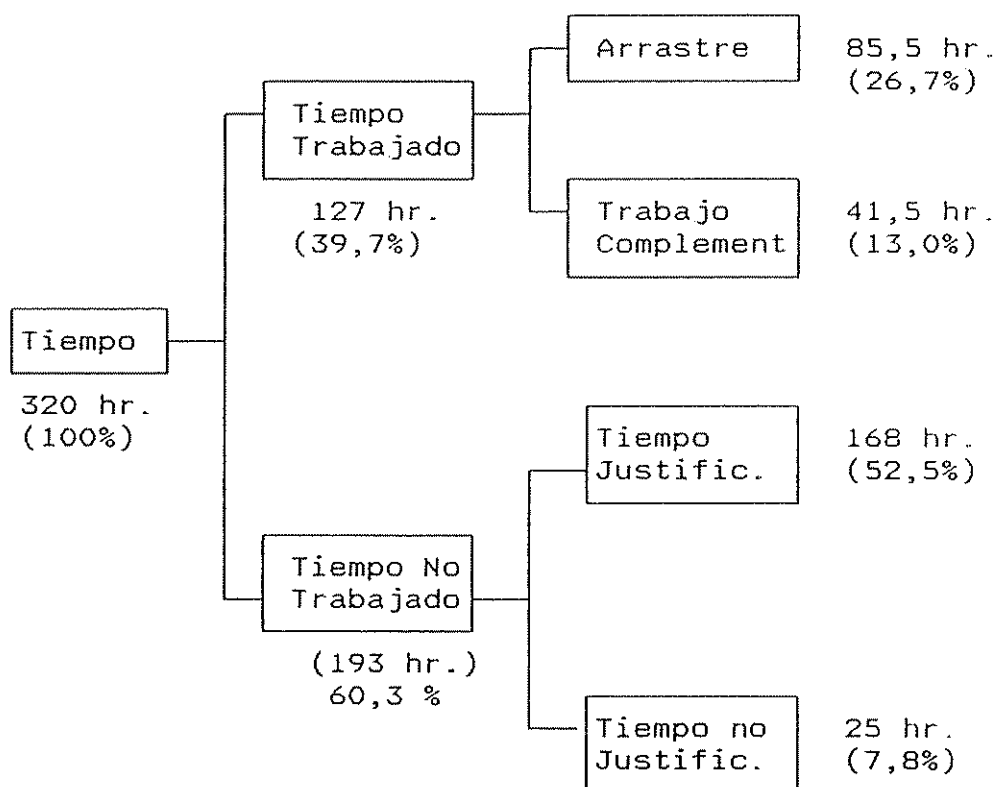


Figura 8. Distribución del tiempo de uso del tractor durante la primera fase de arrastre en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

Del tiempo total de trabajo, $2/3$ partes fue realmente empleado en tareas de arrastre, mientras que $1/3$ fue dedicado a realizar trabajos complementarios.

De los trabajos complementarios un 83 % fue invertido en la construcción y arreglo de caminos. De haberse ejecutado la operación de arrastre en la época seca, la inversión en horas máquina en el arrastre y arreglo de los caminos hubiera sido menor, lo que se traduciría en menores costos operacionales.

2^{da} Fase. Arrastre desde el patio de montaña al patio de carguío

Durante la segunda fase se arrastraron las trozas, un total de 525 m, desde el patio de montaña al patio de carguío. En promedio se realizaron 10 viajes diarios con un rendimiento de $36.7 \text{ m}^3/\text{día}$.

Esta fase consumió 86 horas tractor, incluyendo el tiempo usado para el arreglo del camino de acceso.

3) Carguío

El carguío de las trozas en los camiones tronqueros se realizó con tractor a orugas, dada la imposibilidad de contar el maderero contratista con un cargador frontal.

La carga promedio por camión fue de 20 m^3 , necesitándose en promedio dos horas para su ejecución. Se aclara que el patio de carguío estuvo localizado a 100 m del cargadero, y el tiempo promedio de carguío incluye su traslado.

El Cuadro 6 presenta la determinación estadística de los parámetros durante esta operación.

Cuadro 6. Determinación estadística de los parámetros durante el carguío de trozas.

Parámetros	X	STD	CV
Volumen por viaje (m ³)	20,0	5,7	28,4
Número de trozas (NQ)	11,5	2,2	19,4
Tiempo carguío (Minutos)	121,5	32,0	18,1

X = Tiempo promedio en minutos
 STD = Desviación estándar
 CV = Coeficiente de variación

El tiempo de carguío en función del número de trozas se presenta en la siguiente ecuación:

$$T = 10,41 + 9,63 NQ \quad R^2 = 0,46$$

donde:

T = Tiempo en minutos
 NQ = Número de trozas

No se encontró mayor relación entre el tiempo empleado en el carguío y el volumen cargado. Esto debido a que un mismo volumen puede estar constituido por varias trozas pequeñas o pocas grandes.

4.1.3 Operaciones post-aprovechamiento

1) Arreglo de caminos

Al finalizar las labores de extracción, se procedió a arreglar el camino de acceso y las vías principales de arrastre, con la finalidad de dejarlas aptas para su utilización en futuras intervenciones silviculturales.

Se empleó en total de 10 horas tractor para su arreglo, las que incluyeron el raspado de algunos tramos, bombeado y cuneteado. En algunos tramos con pendientes largas y pronunciadas, fue necesario abrir gabetas o salidas de agua, para de disminuir el riesgo de erosión.

Cordero (comunicación personal) recomienda la clausura de caminos en pendientes largas y pronunciadas, como alternativa sencilla y de bajo costo para evitar un mayor impacto de erosión. Esta labor, consiste en colocar montículos de tierra, con la pala del tractor, de modo que impida que el agua tome velocidad y arrastre partículas de suelo. En el caso de la finca se optó por construir alcantarillas abiertas, debido a la necesidad de reutilizar las pistas durante el aprovechamiento de residuos.

2) Muestreo diagnóstico

El muestreo diagnóstico fue realizado en 298 parcelas de 10x10 m, a lo largo de los carriles de inventario. Puesto que los resultados corresponden a un percentil multinomial, el tamaño de la muestra nos señala un margen de error de 6 % a un 95 % de confianza (Cuadro 7A del Anexo).

La cuadrilla de trabajo se integró con un técnico y un "baquiano", logrando un rendimiento promedio de 99 parcelas por jornada de trabajo (aproximadamente 1 ha/día).

Los resultados del muestreo diagnóstico se presentan en el Cuadro 8A del Anexo. Se destaca que un 99 % de las parcelas estuvieron ocupadas con por lo menos un individuo deseable sobresaliente, estando el 69 % representado por la clase fustal. También se observa una relativa buena iluminación para los árboles muestreados, sin embargo puede ser aún mejorada con un tratamiento de liberación dirigido hacia aquellos fustales de iluminación deficitaria (Clase 3, 4 y 5).

Los fustales con mayor participación en el muestreo fueron: *Pentaclethra macroloba* (56 %), *Virola* spp. (7 %), *Carapa guianensis* (6 %) y *Miconia guianensis* (6 %).

Estos resultados sugieren la conveniencia de manejar el bosque con base en su regeneración natural instalada, sin necesidad acudir a realizar plantaciones de enriquecimiento.

4.2 Costos

Para realizar un análisis más real de los costos incurridos durante el aprovechamiento, se asumió un costo horario de alquiler de tractor Caterpillar D4-D, así como el pago al motosierrista, incluyendo el costo diario de funcionamiento de la motosierra.

Los costos unitarios por el empleo de mano de obra y equipo se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Costo unitario por empleo de mano de obra y equipo utilizado en la finca "Los Laureles de Corinto, Guápiles". (US \$ 1 = 137 Colones)

Personal o equipo	Unidad de Pago	Costo Unitario \$
Obrero	Jornal	8,53
Técnico	Jornal	19,96
Motosierrista ⁽¹⁾	Día	31,88
Tractor D-4 ⁽²⁾	Hora	25,55

(1) Incluye equipo, lubricantes y pago del operador

(2) Se consideró un costo horario de alquiler.

El costo de los jornales se consideró de acuerdo con los precios vigentes en el mercado al momento de hacer las intervenciones, incluyendo las cargas sociales (39 %).

Las necesidades de mano de obra, equipo e insumos por actividad se resumen en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Necesidades de empleo de mano de obra, equipo e insumos por actividad durante la ejecución del plan de manejo en 30 ha de la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

ACTIVIDAD	Técnicos (Jorn.)	Obreros (Jorn.)	Motosier. (Días)	Tractor (Horas)	Insum. (\$)
PRE-APROV. (*)					
Inventarios	15	23			85
Marc. árboles		4			25
Traza vías	4	10			
Sub-Total	19	37			110
APROV.					
Corta		15	15		
Arrastre		40		213	
Carguío			5	55	
Control	30				
Sub-Total	30	55	20	268	
POST-APROV					
Arreglo vías	1	3		10	
Muestreo diag.	3	3			10
Sub-Total	4	6		10	10
TOTAL	53	98	20	278	120

(*) No incluye la preparación del plan de manejo,

La actividad de control durante el aprovechamiento se refiere a la supervisión del técnico en las labores de corta, arrastre y carguío.

El desglose de los costos unitarios y totales por actividad se presenta en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Costos unitarios y totales de las operaciones iniciales de campo durante el manejo de 30 ha bosque en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

OPERACION	Unidad	Costo Unit. (\$)	Costo Total (\$)	Porcent. (%)
PRE-APROVECHAM.				
Inventario	ha	19,35	580,59	5,95
Marc. árboles	árbol	0,17	59,12	0,61
Trazo vías	km	55,05	165,14	1,69
Sub-total	ha m ³	26,83 1,37	804,85	8,25
APROVECHAMIENTO				
Corta	m ³	1,03	606,15	6,21
Arrastre	m ³	9,83	5.783,35	59,29
Carguío	m ³	2,66	1.564,65	16,04
Control	m ³	1,02	598,85	6,14
Sub-total	ha m ³	285,10 14,53	8.552,95	87,68
POST-APROVECHAM.				
Arreglo vías	km	194,00	301,05	3,09
Muestreo diagnós- tico	Parc.	0,32	95,47	0,98
Sub-total	Ha m ³	13,22 0,67	396,52	4,07
TOTAL	Ha m ³	319,15 16,27	9.754,52	100,00

El total se aprovecharon 588,54 m³ de madera rolliza medida por la fórmula de Smalian.

Las operaciones de planificación, previas a la extracción, representaron un 8,25 % del costo total. Sin embargo, su aporte en términos prácticos fue significativo al facilitar el resto de operaciones.

Los costos de extracción son los mayores, debido al alto costo de alquiler de la maquinaria. Es evidente que, de no haberse realizado las operaciones de planificación, el consumo de horas-máquina se hubiera incrementado, elevando los costos por este concepto.

Los costos incurridos después del aprovechamiento, representan un bajo porcentaje con respecto al costo total, siendo necesaria su ejecución, si queremos mantener los caminos y el bosque bajo un régimen de rendimiento sostenible.

4.3 Ingresos

Los ingresos netos percibidos por el propietario de la finca se analizan bajo tres escenarios. En todos los casos se incluyen el costo de elaboración del plan de manejo y el pago por regencia.

1^{er} Escenario: Venta de la madera en pie

Este escenario fue real. El maderero contratista asume los costos de extracción, arreglo de caminos, pagos de impuestos¹ y depósito de garantía².

La cubicación y venta de la madera se realizó en el patio por el método del mecate³ con castigo de una pulgada.

Los precios de la madera fina, semidura y formaleta en enero de 1993 fueron de 15, 10 y 5 colones por pulgada maderera tica⁴ (PMT).

Es necesario señalar que los precios varían de acuerdo a la mayor o menor dificultad para su aprovechamiento. Madera ubicada en sitios más accesible tendrán un precio mejor que aquellos en que se tenga que invertir en construcción de infraestructura vial.

1/ El impuesto equivale a un 10 % del valor de la madera el pie.

2/ La legislación forestal vigente, ordena el depósito de un 20 % del valor de la madera en pie en un fondo de custodia por 5 años. No obstante, si la extracción la realiza un maderero afiliado a una asociación reconocida para estos fines el monto se reduce sólo un 5 %.

3/ El método consiste en medir con un mecate el perímetro del lado menor de la troza y dividirla en cuatro partes. A este resultado se multiplica por el largo de la troza en varas dividido entre cuatro. El resultado se expresa en pulgadas madereras ticas (PMT).

4/ Medida de volumen de madera, usada en Costa Rica. Equivalente: 462 PMT/m³

2^{do} Escenario: Venta de la madera en patio de carguío

Involucra que el propietario asuma los costos del proceso productivo detallado en el Cuadro 9, además del los pagos de impuestos y depósitos de garantía.

La cubicación se realiza igual que el escenario anterior con un precio por PMT de 45, 27 y 13 colones. Los relativos altos precios de la madera se deben a la excelente accesibilidad del patio de carga.

3^{er} Escenario: Venta de la madera en el aserradero

El finquero asume los costos de extracción y transporte de las trozas, pagando el flete respectivo, y las vende directamente en el aserradero.

El precio de la madera fina, semidura y formaleta es de 50, 30 y 17 colones por PMT. Es necesario señalar que la madera que se vende en el aserradero no se descuenta la pulgada de castigo por corteza.

La relación entre ingreso bruto, costo, ingreso neto y valor agregado, por la venta de madera en cada uno de los tres escenarios descritos, se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Relación entre ingresos y costos por la venta de madera rolliza en pie, en el patio de carguío y en el aserradero (Valores a enero 1993).

DESCRIPCION	Escenarios: Venta de la madera rolliza (Dólares)		
	Pie	Patio de Carguío	Aserradero
Ingreso Bruto	10.210,07	27.612,55	34.829,71
Costo	2.698,26	13.316,88	17.041,58
Ingreso Neto	7.239,82	14.295,67	17.788,58
Valor Agregado		6.783,86	3.492,91

Tipo de cambio: US \$ 1 = 137 Colones

En términos porcentuales los ingresos netos se incrementan por la venta de madera en pie a patio de carguío en un 82 % y en 125 % por la venta en el aserradero.

Del análisis de la relación entre ingresos y costos se desprende que, mientras más se integre el propietario del bosque al proceso productivo, mayor será su beneficio. No obstante, el riesgo, los costos administrativos y los problemas que se derivan de esta mayor integración también aumentan.

El mayor involucramiento en el proceso productivo implica un mayor grado de conocimiento no sólo legal, sino de aspectos de comercialización. Los finqueros por lo general están en desventaja, situación que aprovechan los madereros para incrementar sus ganancias.

4.4 Cambios en el bosque

4.4.1 Situación inicial

La situación inicial del bosque antes del aprovechamiento se resume en el Cuadro 11 y las Figuras 9 y 10. Se presentan los resultados de seis parcelas de muestreo, asumiendo que éstas recogen la variabilidad del bosque bajo manejo.

En total se han identificado cerca de 214 especies a partir de 10 cm dap (en promedio 82 especies/ha). El número promedio de fustales es de 433/ha con un área basal de 26,5 m²/ha. De este total, las especies comerciales (D+A) representan un 45 % del número de individuos y 72 % del área basal.

El alto número de árboles con valor comercial se pone de manifiesto por la escasez del recurso bosque en Costa Rica. Esta situación es una tendencia generalizable para la mayoría de los bosques de América Central.

Cuadro 11. Especies por ha (sp/ha), número de árboles (N) y área basal (G) por grupo comercial en seis parcelas permanentes de muestreo en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

	P A R C E L A S						Promedio	%
	1	3	4	5	6	9		
sp/ha	83	93	107	66	64	80	82	
N								
Total	417	447	467	376	419	474	433,3	100
D	36	46	39	31	23	26	33,5	8
A	158	183	162	141	172	176	162,0	37
O	155	201	205	151	176	206	182,3	42
P	68	37	61	53	48	66	55,5	13
G								
Total	29,4	27,8	24,2	24,3	30,1	23,0	26,5	100
D	4,6	5,1	1,9	1,9	3,4	1,9	3,1	12
A	18,5	14,9	15,2	14,8	19,5	12,3	15,9	60
O	4,9	7,2	5,9	6,5	6,3	7,7	6,4	24
P	1,5	0,7	1,1	1,1	0,9	1,0	1,1	4

Grupo comercial de las especies:

D = deseables, A = Aceptables, O = Otras, P = Palmas

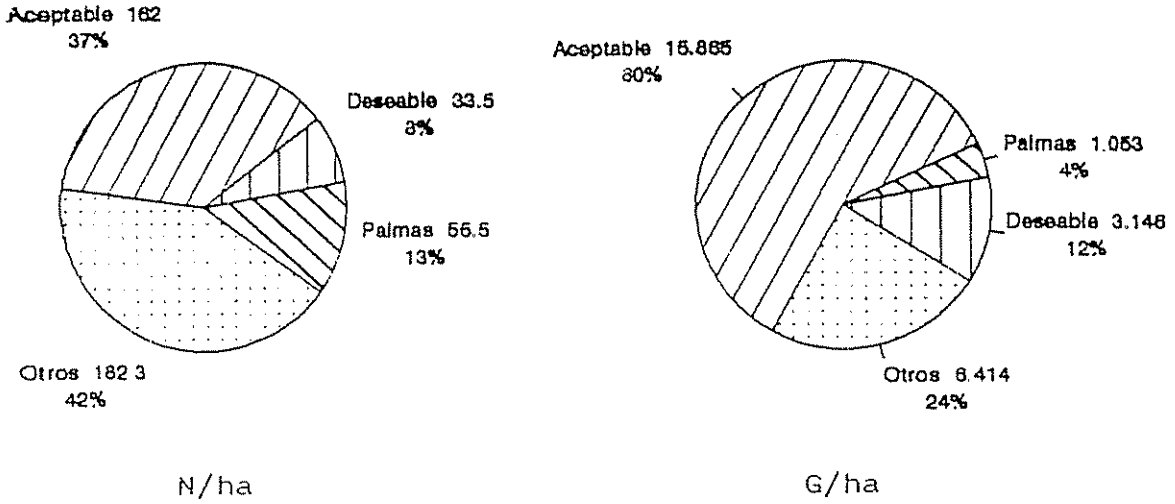


Figura 9. Número de árboles (N, 1/ha) y área basal (G, m²/ha) por grupo comercial antes del aprovechamiento en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles Costa Rica.

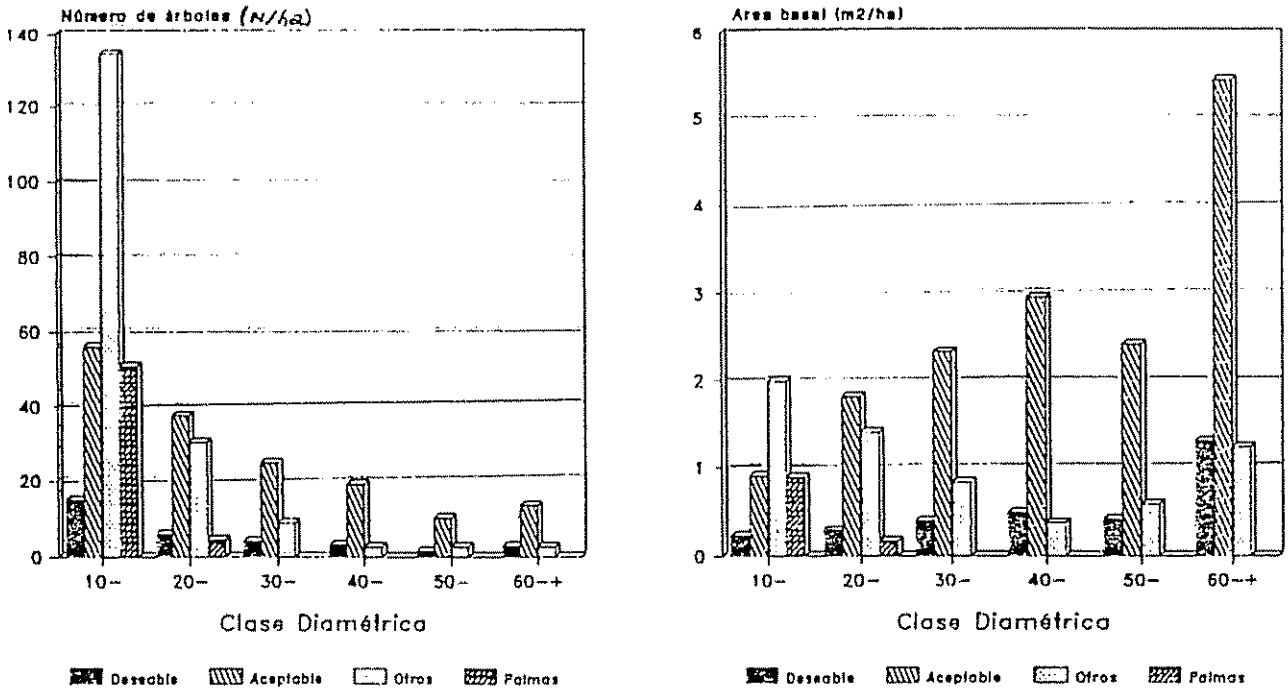


Figura 10. Distribución por clase diamétrica del número de árboles por grupo comercial en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

La distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial muestra que la mayor concentración de árboles no comerciales y palmas están en las clases diamétricas inferiores. Las primeras están compuestas en su mayor parte por especies del sotobosque que no alcanzan mayores diámetros.

En el bosque se destaca la presencia de Gavilán (*Pentaclethra maculosa*) una especie comercialmente aceptable que representa el 25 % del total de árboles y el 46 % del área basal a partir de 10 cm dap.

4.4.2 Daños causados por el aprovechamiento

1) Daños a la vegetación remanente

Se generan daños a la vegetación remanente durante las operaciones de corta y arrastre. La Figura 11 muestra la distribución de las categorías de daño durante la corta y arrastre causados por el aprovechamiento promedio de 6 árb/ha ($19 \text{ m}^3/\text{ha}$).

La corta causó daños (categorías 3, 4 y 5) a casi un 12 % de los árboles, representados en 10,5 % del área basal total. Después de la operación de arrastre, los daños se incrementaron 16,7 % y 12,9 % respectivamente, siendo este porcentaje menor para los árboles comercialmente deseables (13,5 % y 8,5 %).

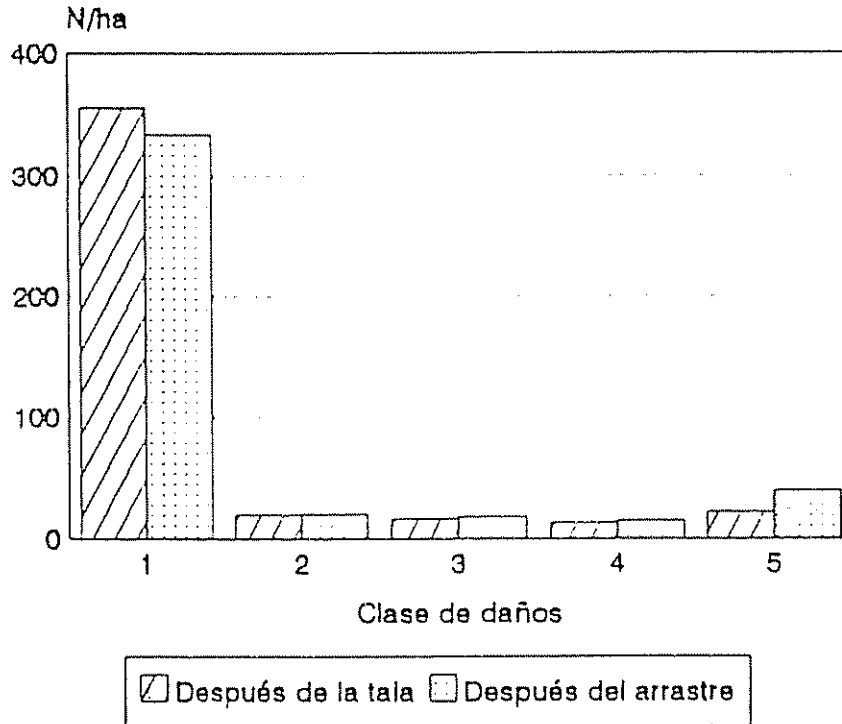


Figura 11. Número de árboles (N) y área basal (G) en las categorías de daño después de las operaciones de corta y arrastre en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica. Valores promedio por ha de 6 parcelas de medición permanente de 1/ha.

Nótese que si bien los daños después del arrastre son mayores su incremento es mínimo, de donde se concluye que un sistemas de pistas bien planificadas y el arrastre de las trozas con cable desde los caminos es deseable.

La intensidad de los daños a la vegetación remanente está directamente relacionada con la intensidad del aprovechamiento. Así lo explica el siguiente modelo de regresión:

$$N_d = 20,2 + 7,6 N_a \quad R^2 = 0,84$$

donde,

N_d = Número de árboles afectados ≥ 10 cm dap

N_a = Número de árboles aprovechados

Méndez (1992) y Quesada (1992), empleando técnicas de aprovechamiento mejorado, llegaron a resultados similares con respecto al total de árboles afectados.

Es evidente que, cualquiera que sea el método de aprovechamiento, este causará daños a la vegetación remanente. La idea es minimizar estos daños o bien dirigirlos hacia aquellas especies sin valor comercial.

La severidad de los daños en la vegetación remanente disminuye conforme aumenta el tamaño de los árboles y se concentra en las especies del sotobosque, tal como se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Distribución por clase diamétrica del número de árboles (N, 1/ha) por categoría de daño después del aprovechamiento en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica. Valores promedio por ha de 6 parcelas de medición permanente.

CATEGORIA DE DAÑO	CLASE DIAMETRICA						Total	%
	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0		
	19,9	29,9	39,9	49,9	59,9	+		
1 Sin daño	197,9	61,9	32,1	19,2	12,0	11,2	334,3	78
2 Ligero	10,5	4,8	2,0	1,0	1,2	1,0	20,5	5
3 Moderado	9,4	4,6	1,1	1,5	0,7	0,8	18,1	4
4 Severo	9,1	3,0	0,8	1,3	0,3	0,0	14,5	3
5 Muerto	29,7	4,7	2,2	2,0	0,3	0,7	39,6	9

2) Daños al suelo

Cordero (comunicación personal) dice que la operación de arrastre y la construcción de pistas y caminos es la que mayor impacto causa al bosque y es allí donde se deben dirigir los mayores cuidados.

El efecto del aprovechamiento sobre el suelo se cuantificó con base al tipo de disturbio después del arrastre.

Se evaluaron un total de 296 registros, distribuidos sistemáticamente cada 10 m a lo largo de los carriles de inventario. Los resultados de esta evaluación se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Porcentaje del área por clase de disturbio del suelo posterior al aprovechamiento en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

Tipo de disturbio	Número de observ. (N)	Porcentaje (%)
Sin disturbar	255	86,1
Algo disturbado	28	9,5
Muy disturbado	7	2,4
Compactado	6	2,0
Total	296	100

El porcentaje de suelo seriamente afectado por el aprovechamiento (muy disturbado + compactado) representa un 4,4 % del área total y se encuentra principalmente distribuido a lo largo de los caminos de arrastre. En una evaluación del aprovechamiento tradicional en la Península de Osa, Cordero y Meza (1992) encontraron que el 23,6 % del área fue seriamente afectada.

El bajo porcentaje de área afectada en la finca de Guápiles es debido a la restricción impuesta a la maquinaria para que transite exclusivamente por los caminos y al arrastre de los árboles con cable desde las viales.

En los caminos principales de arrastre se evidenció compactación, no así en los caminos secundarios, donde el tractor transitó con la pala levantada para evitar una mayor perturbación en el suelo.

4.4.3 Cambios en la iluminación que reciben las copas

El aprovechamiento realizado mejoró la iluminación de los árboles remanentes, tal como lo muestra la Figura 12.

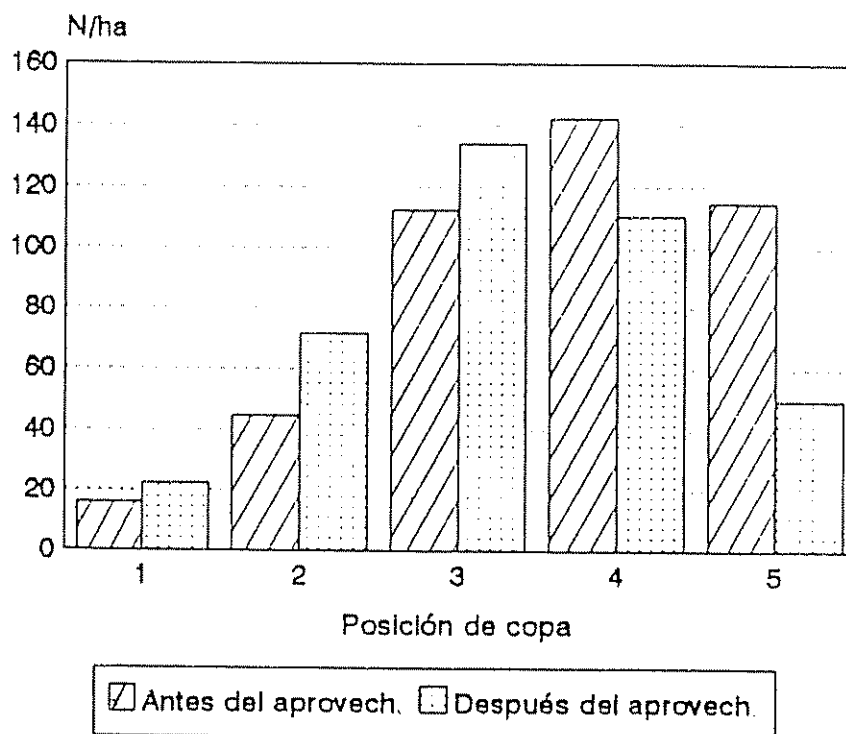


Figura 12. Cambios en la exposición de las copas de los árboles remanentes antes y después del aprovechamiento en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

Un análisis de los datos, utilizando tablas de contingencia de Chi Cuadrado, muestran que existe diferencias en la distribuciones antes y después de las intervenciones.

Esta situación es silviculturalmente deseable, si tenemos en cuenta que la exposición que reciben las copas de los árboles influye directamente en su crecimiento (Synnott, 1979; Alder, 1986) y por lo tanto en una disminución del ciclo de corta.

4.5 Comentario general

Las operaciones, tal como fueron realizadas, permitió conciliar la producción con la conservación. El finquero logró importantes ingresos económicos, manteniendo el recurso y los productos intangibles del bosque en buen estado, asegurando de esta manera su aprovechamiento futuro en forma sostenible. Además, es conveniente hacer notar que el aprovechamiento permitió dotar al bosque de una infraestructura vial, elevando el valor de la propiedad.

Se destaca el relativo bajo nivel de daños causado por el aprovechamiento mejorado, dejando al recurso en buenas condiciones para su manejo. Esto se pone de manifiesto por la mejora en la clase de iluminación que reciben las copas de los árboles remanentes y la excelente ocupación de la regeneración natural de las especies con valor comercial.

La capacitación del personal y la supervisión constante de las operaciones fueron dos actividades fundamentales para la práctica del aprovechamiento mejorado.

El principal obstáculo presentado durante el manejo, no fue de orden técnico, sino administrativo. Paradójicamente, la administración forestal, encargada de incentivar y velar por el buen uso de los bosques, es la que mayores obstáculos presentó para su correcta ejecución al demorar la aprobación del plan de manejo. Esta Oficina tiene más bien una función legal restrictiva, jugando un papel de controladores implacables que poco o nada aporta al correcto manejo del recurso.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El estudio permitió determinar la estructura de los rendimientos y costos de las actividades de campo destinadas a poner bajo un régimen de manejo 30 ha de bosque primario en la zona atlántica de Costa Rica.
2. Los resultados obtenidos son específicos para el área, pero constituyen un buen patrón de referencia en vista de la carencia de información que permita planificar el proceso de manejo.
3. Las actividades de pre-aprovechamiento tuvieron una baja incidencia en el costo total de las operaciones, representando un 8,2 %. Sin embargo, su aporte en términos prácticos fue fundamental para lograr los objetivos del aprovechamiento mejorado.
4. El inventario operacional fue la base de la planificación, representando apenas un 6 % (US \$ 19,35/ha) del costo total de operaciones.
5. El trazo de la red de caminos de arrastre permitió racionalizar el uso de la maquinaria. En términos de costo, representó menos de un 2 % del costo total.
6. Los rendimientos y costos de la corta dirigida fueron similares a los reportados por la corta tradicional en Costa Rica. No obstante, su empleo permitió minimizar los daños a niveles tolerables (12 % del número de árboles) y facilitar la operación de arrastre.

7. El arrastre de las trozas desde las vías de saca redujo la presencia del tractor en el bosque, causando un menor impacto en el suelo y el vuelo.
8. Se logró conciliar la producción forestal con la conservación del ecosistema, mediante la práctica de un aprovechamiento cuidadoso y controlado, sin perder los niveles de eficiencia.
9. La participación del técnico en la ejecución y supervisión de las labores de aprovechamiento fue indispensable para lograr los objetivos propuestos. De ahí la importancia de las regencias para garantizar el éxito de las operaciones.
10. Los escenarios de comercialización muestran que mientras más se integre el dueño del recurso al sistema productivo mayores serán sus ganancias, pero a costa de mayores riesgos propios de la actividad.
11. El principal obstáculo para lograr un manejo aún más eficiente lo constituyó la Oficina Forestal, debido a demoras en la aprobación de los permisos correspondientes. Se recomienda buscar mecanismos que permitan agilizar dichos trámites que desincentivan el interés de los finqueros por el manejo.

- 12 Se recomienda continuar con el trabajo iniciado, realizando el aprovechamiento de residuos y la aplicación de un tratamiento silvicultural destinado a mejorar la iluminación que reciben las copas de las especies comerciales con potencial para una futura cosecha.
- 13 Es necesario completar la investigación recabando información sobre costos y rendimientos de ambas operaciones (aprovechamiento de residuos y tratamiento silvicultural) con la finalidad de poder realizar un análisis económico que permita comparar diferentes alternativas de producción.
- 14 Se recomienda replicar la investigación en otras fincas, de modo que permitan obtener resultados concluyentes bajo diferentes condiciones sociales y físicas, a fin de promover el manejo de los bosques con potencial productivo como alternativa real para su conservación.

6. BIBLIOGRAFIA

- ASHTON, P.; HOPKINS, L.; WILLIAMS, W. 1980. El bosque natural: biología, regeneración y crecimiento de los árboles. In Ecosistemas de los bosques tropicales: informe sobre el estado actual de conocimientos. Roma, Italia. UNESCO/PNUMA/FAO. p. 204-244.
- BAUR, G. 1964a. Tratamientos de los montes higrofíticos. *Unasylna* (Italia) 18(2-3):18-23.
- , 1964b. The ecological basis of rainforest management. Sydney, Australia, FAO. 499 p.
- BUDOWSKI, G. 1990. La conservación de los bosques tropicales a través de su explotación sostenible. Ecuador. *Revista Savia* (Ec.) nº 2 :3-4.
- CAMPOS, R. 1983. Estructura de los costos de extracción y transporte de la madera rolliza en la selva baja. Proyecto PNDU/PER/81/002 (Perú) Documento de Trabajo NQ6. 71 p.
- , 1990. Productividad y costos en operaciones de corta con motosierra en la zona de Pucallpa. *Revista Forestal del Perú* 17(1):11-22.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1989. Manual para la determinación de rendimientos y costos de faena de producción de los sistemas de árboles de uso múltiple (Informe interno) Ed. por C. Reiche. Turrialba, C.R. 62 p.
- CLAVIJO, A. 1972. Análisis de costos de arrastre en bosque homogéneo natural de Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., IICA. 71 p.
- CORDERO, W. 1989. Aprovechamiento forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Serie de Apoyo Académico nº 8. 101 p.
- ; MEZA, A. 1992a. Algunas notas sobre prácticas de aprovechamiento forestal mejorado. In. Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales (2,1992, Turrialba, C.R.) Turrialba, C.R., CATIE. 52 p.

- ; MEZA, A. 1992b. 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 s.h. 123-125.
- DAWKINS, H. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute (G.B.). Paper Nº 34. 155 p.
- DE GRAAF, N. 1986. A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname. Wageningen, Netherlands, Agricultural University Wageningen. 250 p.
- FINEGAN, B. 1991. Bases ecológicas para la silvicultura. Apuntes de Clase. Turrilaba, C.R., CATIE (Mineografiado) s.p.
- ; SABOGAL, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenibles en bosques tropicales húmedos de bajura: Un estudio de caso en Costa Rica. *El Chasquí* (C.R.) 17:3-24.
- FONDO MUNDIAL PARA LA NATURALEZA. 1991. Panoramas desde el Bosque. Seminario: Iniciativas de Manejo de los Bosques Naturales en Latinoamérica. 3-7 Diciembre de 1990. WWF. Programa de Bosques Tropicales. Costa Rica. 33 p.
- FONTAINE, G.; MILTON, J.; PALMER, J. 1981. Conservación y desarrollo. *In* Ecosistemas de los bosques tropicales: Informe sobre el estado de los conocimientos. Roma, Italia, UNESCO/PNUMA/FAO. p 572-627.
- FOX, J. 1968. Logging damage and influence of climber cutting prior to logging in the Lowland Dipterocarp Forest of Sabah. *Malaysian Forester* (Malaysia) 31:326-347.
- FRISK, T; CORDOVA, N. 1979. Estudio de rendimiento potencial de extracción forestal en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt. Proyecto PNUD/PER/78/003 (Perú), Documento de Trabajo Nº 1. 28 p.
- HARTSHORN, G. 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropica* (EE.UU.) 12 (Suppl.):23-30.
- HENDRISON, 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.

- HENDRISON, J. DE GRAAF, R. 1986. Algunas motas sobre el manejo del bosque alto seco en Suriname. In Seminario Internacional sobre Manejo de Bosque Tropical Húmedo en la región de Centro América SEMBOTH (1., 1986, Siguatepeque, Hond. [Memorias]). Hond. Siguatepeque ESNACIFOR, p. 1-20.
- HOLDRIDGE, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. IICA Serie de Libros y Materiales Educativos nº 83. 216 p.
- HUTCHINSON, I. 1987. The management of humid tropical forests to produce woods. Conference on Management of Tropical American Forests: Prospects and Technologies (Proceedings). USDA Forest Service. San Juan, Puerto Rico. pp 121-155.
- HUTCHINSON, I. 1989a. Las operaciones para el tratamiento silvícola. In II Curso Intensivo Internacional en Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. (2.1989, Turrialba, C.R.) Turrialba, C.R. CATIE 4 p.
- HUTCHINSON, I. 1989b. Puntos de partida para la silvicultura de los bosques húmedos tropicales. In Curso Intensivo Internacional en Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales (2.1989. Turrialba, C.R.) Turrialba, C.R. CATIE 5 p.
- HUTCHINSON, I. 1989c. Tratamientos de mejoramiento. In: Curso Intensivo Internacional en Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales (2. 1989. Turrialba, C.R.). Turrialba, C.R. CATIE. 4 p.
- HUTCHINSON, I. 1992. Técnicas silviculturales en bosques tropicales latifoliados. In: Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales (3.,1992, Turrialba, C.R.) Turrialba, C.R. 46 p.
- JENSSEN, E. 1976. Estudio comparativo de rendimiento y costos unitarios de arrastre de dos tractores forestales en el Bosque Nacional de Iparía. Revista Forestal del Perú 82-87.
- JIMENEZ, S. 1993. Arovechamiento forestal. In: VI Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales, CATIE. 1.3-7.4.1993. 17 p.
- JONKERS, W.B.J. 1986. Vegetation structure logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname. Wageningen, Netherlands, Agricultural University Wageningen. 172 p.

- KANTOLA, M; HARSTELA, P. 1988. Corta y conversión de árboles: aclareo de plantaciones forestales. Trad. por Gerardo Mery. Helsinki, Finlandia, Programa de capacitación Forestal nº 16. 125 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistema forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Eschborn, Alemania, GTZ. 335 p.
- LESLIE, A. 1987. Los bosques tropicales de especies mixtas. Nuevo examen de aspectos económicos de los sistemas de ordenación natural. Unasyva (Italia) 39(155):46-58.
- LETOUZEY, R. 1980. Florística y tipología In: Ecosistemas de los bosques tropicales: informe sobre el estado actual de conocimientos. Itala. UNESCO/PNUMA/FAO. pp 102-125.
- LOMBARDI, I. 1989. Los ecosistemas forestales tropicales y sus posibilidades de manejo. In Experiencias para el manejo del bosque húmedo tropical en el Perú. Proyecto FAO/JAPON "Manejo de recursos forestales tropicales en America Latina (Perú) Doc nº 20 p. 4-9.
- MAINI, J.S. 1992. Desarrollo sostenido de los bosques. Unasyva (Italia) 169(43):3-8.
- MALLEUX, J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Lima, Perú. UNA, La Molina, 414 p.
- MANTA, M. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosques húmedos de bajura en la Vertiente Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 150 p.
- MARUYAMA, E; CARRERA, F. 1989. Gridling of trees supplemented with applications of Glyphosate in a line planting in the peruvian amazonic zone. Journal of the Japanese Forestry Society (Japón) Vol 71(9): 369-373.
- MARM, M; JONKERS, W. 1982. Logging damage in tropical high forest. Malaysia Tropical Forests. Source of Energy through Optimization & Diversification. p 27-39.
- MENDEZ, J. 1992. Análisis silvicultural del impacto del aprovechamiento. In: Congreso Forestal Nacional. (2.1992, San José, C.R.). Resúmenes de ponencias. San José, C.R. p 126-127.

- NEIL, P. 1981. Problems and opportunities in tropical rain forest management. Commonwealth Forestry Institute (G.B.). Occasional Paper n° 16. 152 p.
- NICHOLSON, D. 1958. An analysis of logging damage in tropical rain forest, North Borneo. *Malaysiam Forester* (Malaysia) 21:235-245.
- PERU. DIRECCION GENERAL FORESTAL Y DE FAUNA. 1980. Cálculo del costo horario de motosierras. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. Mejoramiento de los sistemas de extracción y transformación forestal. (Perú). Nota Técnica N° 4. s.p.
- PICADO, W. 1992. Investigación aplicada en el manejo del bosque natural secundario. Estudio de caso en el sur de Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 103 p.
- 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. p 131-133.
- REICHE, C. 1986. Ejercicio sobre usos de registros para costos de producción y análisis financiero aplicado a un sistema agroforestal para producir leña. In *Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos*. San Jose, C.R. OTS/CATIE. p 437-440.
- . 1988. Metodología para la determinación de rendimientos por faena en viveros y plantaciones forestales. Turrialba, C.R., CATIE. 33 p. (Sin publicar).
- . 1992. Aspectos económicos del manejo forestal. In: V Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales (5.1992, Turrialba, C.R.), CATIE, 18 p.
- ; CURRENT, D. 1991. Rendimientos en faenas y costos para la producción de árboles de uso múltiple en América Central (1988-1989): resumen regional anual. CATIE (C.R.). Serie Técnica. Informe Técnico n° 174. 35 p.
- RICHARDS, P. 1976. The tropical rain forest: an ecological study. Cambridge, G.B., University Press. 459 p.
- ROLLET, B. 1980. Organización. In *Ecosistemas de los bosques tropicales: informe sobre el estado actual de conocimientos*. (Italia) UNESCO/PNUMA/FAO. pp 126-162.

- SABOGAL, C. 1988. Propuesta de investigación y desarrollo en manejo de bosque natural en la Zona Atlántica de Costa Rica. Caso Guápiles. Turrialba, C.R., CATIE. s.p.
- ; OROZCO, L; ARTAVIA, M. 1991. Plan para el manejo de un área experimental de bosque natural en la finca "Los Laureles de Corinto", La Unión de Pococí. Turrialba, C.R., CATIE. 16 p.
- ; OROZCO, L; CARRERA, F; ARTAVIA, M; RODRIGUEZ, J; MIRANDA, E; CHAVEZ, R. 1993. Investigación para el manejo del bosque natural en el área demostrativa "Los Laureles de Corinto", Guápiles. In Curso Intensivo Internacional en Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. Turrialba, C.R., CATIE. 32 p.
- SAGE, L; CORDERO, W. 1981. Costos y rendimientos en la explotación forestal tropical. Cartago, C.R., ITCR. 30 p.
- SCHMIDT, R. 1986. Problemas actuales sobre el manejo del bosque húmedo tropical. In Seminario Internacional sobre Manejo de Bosque Tropical Húmedo en la región de Centro América. SEMBOTH (1., 1986, Siguatepeque, Hond.). Hond., ESNACIFOR, Siguatepeque. p. 1-29.
- . 1987. Ordenamiento de los bosques higrofiticos tropicales. Unasylyva (Italia) 156(39):2-17.
- THOMPSON, S.K. 1987. Sample size for estimating multinomial proportions. The American Statistician (EE.UU.) 41(1):42-46.
- ULH, C; VEIRA, 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.
- WHITMORE, T. 1991. An introduction to tropical rain forest. Oxford, G.B. Clarendon Press. 226 p.
- WYATT-SMITH, J. 1986. Sistemas de manejo (silvicultural) del sureste de Asia y Africa usando regeneración natural. In Seminario Internacional sobre Manejo de Bosque Tropical Húmedo en la región de Centro América SEMBOTH (1., 1986, Siguatepeque, Honduras). [Memorias] Siguatepeque, Hond. p. 1-33.

7. ANEXOS

Cuadro 1A. Características necesarias para escoger un deseable sobresaliente (DS). Hutchinson (1991)

1. Cuando el Deseable Sobresaliente es un Fustal

El fustal a seleccionar tiene que ser el mejor ejemplar presente de las especies arbóreas de aceptación comercial, con las siguientes características:

- Dap de 10 cm o mayor, pero menor que el diámetro mínimo de corta.
- Fuste único, recto, sano, de buena forma, sin defectos mayores en la porción potencialmente comercializable.
- El fuste debe tener o indicar que tendrá una longitud de por lo menos cuatro metros libre de defectos y deformaciones.
- Copa bien formada y vigorosa.

2. Cuando el Deseable Sobresaliente es un Latizal

Cuando una parcela no contiene ningún fustal adecuado que sirva como deseable sobresaliente, será necesario escoger entre los mejores latizales, que deberá tener las siguientes características:

- Especie de aceptación comercial.
- Dap entre 5,0 y 9,9 cm, fuste único, recto, sano, libre de defectos y deformaciones.
- Copa bien formada y vigorosa.

3. Cuando el Deseable Sobresaliente es un Brinzal

Si la parcela no contiene fustales ni latizales apropiados para deseables sobresalientes, será necesario buscar entre los brinzales.

- Ser una especie de aceptación comercial.
- Altura mayor a 30 cm hasta un dap 4,9 cm, con un tallo único, recto, sin defectos.
- Copa bien formada y vigorosa.

4. Cuando la parcela no contiene ninguna de las clases anteriores.

Si la parcela no contiene una planta deseable sobresaliente de ninguna clase, se anota el dato. Anotarlo es importante porque ayuda a determinar la proporción del área que sería más lenta en incorporarse en la producción del bosque.

Cuadro 2A. Cálculo de costo diario por uso de Motosierra
STIHL 076

- CALCULO DEL COSTO HORARIO

Valor de la motosierra	120.000,00
Valor de recate	0,00
Valor de la cadena	3.452,00
Valor de la barra	16.800,00
Tasa de interés	30%, 0.30
Vida útil de la motosierra	2 años
Vida útil de la cadena	160 horas
Vida útil de barra	720 horas
Días de trabajo por año	150
Horas efectivas de trabajo por día	2.5
Horas programadas de trabajo por día	8
Mezcla de combustible	1:20
Consumo de combustible	1.4 lt/hora
Precio de gasolina	47,60/lt
Precio aceite de 2 tiempos	270,00/lt
Consumo de aceite de lubricación de cadena	0,75 lt/hr
Precio de aceite de cadena	257,00/lt
Factor de reparación y mantenimiento	1,00

Costos fijos:

$$\text{Depreciación motosierra: } \frac{120.000}{2 \times 150 \times 8} = 50,00$$

$$\text{Interés sobre la inversión: } \frac{120.000(2+1)}{2 \times 2 \times 200 \times 8} \times 0.30 = 56,25$$

Sub-total por hora programada: 106.25

Costos variables:

$$\text{Combustible: } \frac{270 + (20 \times 47,60)}{20 + 1} \times 1,4 = 81.47$$

$$\text{Aceite cadena: } 257 \times 0.75 = 192,75$$

$$\text{Depreciación cadena: } 3.452,00/160 = 21.58$$

$$\text{Depreciación barra: } 16.800,00/720 = 23,33$$

$$\text{Reparación y mantenimiento: } 50.00 \times 1.0 = 50.00$$

Sub-total por hora efectiva: 369,13

Mano de obra:

1 motosierrista:

Salario mensual del motosierrista = 50.000,00

Cargas sociales = 39%

Total por hora : $\frac{50.000,00}{160 \text{ hr}} (1.39) = 434,37$
 programada

Costo total:

8 hr programadas x 106,25	=	850,00	(costos fijos)
2,0 hr efectivas x 369,13	=	738,26	(costos variables)
8 hr efectivas x 434,37	=	3.475,00	(mano de obra)
Costo por día		5.063,26	

Cuadro 3A. Clasificación de la clase de daño

1. Sin daño. No existe evidencia de daño.
2. Daño ligero. Daño menor, difícilmente perceptible en la copa o fuste. Árboles que sufrieron la pérdida de algunas ramas o daños muy leves en la corteza. No compromete el futuro del árbol ni la calidad de la madera.
3. ↴ Daño moderado. Pérdida parcial de parte de la copa o raspaduras en el fuste. Si bien el daño es de consideración la tendencia es a recuperarse.
4. Daño severo. Árboles que han perdido más del 75 % de la copa o con el fuste dañado severamente. Alta probabilidad de pudrición o muerte en un futuro cercano.
5. Muerto. Árboles caídos, desaparecidos o que murieron a causa de la tala o durante el proceso de arrastre.

Cuadro 4A. Clasificación de la iluminación de la copa.
Dawkins (1958).

1. Emergente. La parte superior de la copa totalmente expuesta a la luz vertical y libre de competencia lateral, al menos en un cono invertido de 90° con el vértice en el punto de la base de la copa.
2. Plena iluminación superior. La parte superior de la copa está plenamente expuesta a la luz vertical, pero está adyacente a otras copas de igual o mayor tamaño dentro del cono de 90°.
3. Alguna iluminación superior. La parte superior de la copa está parcialmente a la luz vertical.
4. Iluminación lateral. La parte superior de la copa enteramente sombreada de la luz vertical, pero expuesta a alguna luz directa lateral debido a un claro o borde del dosel superior.
5. Ninguna iluminación directa. Cuando la copa del árbol está enteramente sombreada.

Cuadro 5A. Clasificación del grado de alteración del suelo
(Cordero, 1992).

1. Sin disturbar. Materia orgánica en su lugar.
2. Algo disturbado. Varía desde materia orgánica removida hasta suelo mineral expuesto sobre la materia orgánica.
3. Muy disturbado. Suelo superficial removido y exposición de los horizontes inferiores.
4. Compactado. Compactación obvia como consecuencia del paso de la maquinaria o arrastre de trozas.

Cuadro 6A. Número de árboles (N) y volumen (m³) inventariados y seleccionados para la corta en 30 ha de la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

Especie	Inventariado		Seleccionado	
	Número (N)	Volumen (m ³)	Número (N)	Volumen (m ³)
Campano <i>Sterculia recordiana</i>	9	31,6	6	25,4
Cedro macho <i>Carapa guianensis</i>	42	139,4	27	103,0
Cedro maría <i>Callophillum brasiliensis</i>	4	11,0	3	8,6
Ceibo <i>Ceiba pentandra</i>	2	14,0	1	11,5
Fruta dorada <i>Virola spp.</i>	2	7,0	1	3,6
Gavilán <i>Pentaclethra macroloba</i>	187	394,4	88	201,5
Guabo colorado <i>Inga coruscans</i>	8	24,4	6	20,2
Guácimo blanco <i>Goethalsia meiantha</i>	1	3,3	1	3,3
Irachancho <i>Vochisia ferruginea</i>	4	12,0	3	19,7
Jicaro <i>Lecythis ampla</i>	5	27,0	4	24,3
Manteco <i>Tapirira guianensis</i>	19	52,3	16	42,1
Manú negro <i>Minquartia guianensis</i>	7	18,8	4	16,9
Manú plátano <i>Vitex cooperi</i>	6	15,7	5	13,6
Ocora <i>Guarea spp.</i>	16	40,1	13	33,9
Pilón <i>Hieronyma alchornooides</i>	10	47,7	8	41,2
Vainillo <i>Stryphnodendron excelsum</i>	11	36,1	7	24,9
Otras especies	6	21,0	4	15,5
Total	339	896,6	200	609,2

Cuadro 7A Número de muestras necesarias de acuerdo a la precisión deseada en una proporción multinomial (Thompson, 1987).

Precisión deseada (d)	Nivel de significancia	
	0.05	0.01
0,01	12.736	19.699
0,02	3.184	4.925
0,03	1.416	2.189
0,04	796	1.232
0,05	510	788
0,06	354	548
0,07	260	403
0,08	199	308
0,09	158	244
0,10	128	197
0,11	106	163
0,12	89	137
0,13	76	117
0,14	65	101
0,15	57	88
0,16	50	77
0,17	45	69
0,18	40	61
0,19	36	55
0,20	32	50

Cuadro 8A. Muestreo diagnóstico posterior al aprovechamiento en la finca "Los Laureles de Corinto", Guápiles, Costa Rica.

CLASE D S	POSICION DE COPA					Total	%
	1	2	3	4	5		
FUSTAL	15	73	64	42	13	207	69
60-50	3	7	6	1		17	6
50-40	9	15	7	4		35	12
40-30	2	26	22	2		52	17
30-20	1	9	22	10	1	43	14
20-10		16	7	25	12	60	20
LATIZAL 10-5	0	3	4	17	1	25	8
BRINZAL < 5	0	6	12	17	28	63	21
VACIA						3	1
TOTAL	15	82	80	76	42	298	100
%	5	28	27	26	14	100	